



GARR

The Italian Academic & Research Network

www.garr.it

IPv6 tutorial

Routing IPv6 (statico e dinamico)

Marco Marletta

WS9, Roma, 15-18.06.2009



Agenda

- Route statiche
- Internal Routing
 - IS-IS (IntermediateSystem to IntermediateSystem)
 - OSPFv3
 - Okay, c'e' anche RIPng
 - (qualcuno usa RIPv2?)
- External Routing
 - MultiprotocolBGP

Routing statico

- La sintassi è identica al caso IPv4
 - Tranne che prefisso e next hop sono IPv6
 - E volevo pure vedere..
- Per il next hop **dovrebbe essere usato** l'indirizzo link local
 - Perchè non cambia se si rinumerera (fighetteria, secondo me)
 - Perchè i messaggi ICMPv6 Redirect usano indirizzi link-local per funzionare
- Nella vita reale, si usa tranquillamente qualsiasi indirizzo

prefix → next-hop address

Routing statico su Cisco e Juniper

- Juniper Networks

- static route IPv4:

[edit]

```
set routing-options static route [ipv4_prefix/prefix_length] next-hop  
  [ipv4_if_address]
```

- static route IPv6:

[edit]

```
routing-options
```

```
rib inet6.0 {  
  static {  
    route [ipv6_prefix/prefix_length] next-hop [ipv6_if_address];  
  }  
}
```

- Cisco Systems:

- static route IPv4:

```
ip route [ipv4_prefix] [ipv4_address_mask] [ipv4_if_address]
```

- static route IPv6:

```
ipv6 route [ipv6_prefix/prefix_length] [outgoing interface]  
  [ipv6_if_address]
```

ISISv6 (1/2)

- E' un protocollo OSI (non usa IP..)
- E' un protocollo link-state
- E' un protocollo interno (non serve a scambiare informazioni di routing con altri...)
- Basato su due livelli
 - L2 = Backbone
 - L1 = Stub
 - L2L1 = interconnect L2 and L1
- Ogni livello scambia informazioni solo con i router dello stesso livello
- L2L1 mette in comunicazione le aree di livello diverso

- ISIS scambia informazioni secondo lo schema Tag/Length/Values (TLV)
 - Per IPv6 sono state aggiunte delle estensioni al protocollo:
 - IPv6 Reachability
 - IPv6 Interface Address
 - E' stato anche aggiunto un nuovo identificativo
 - IPv6 NLPID

Configurare ISIS su Juniper

```
[edit]
jeff@Juniper1# show interfaces
fe-0/0/0 {
  unit 0 {
    family iso;
    family inet6 {
      address 3ffe:2200:a:1::2/64;
    }
  }
}
[edit]
jeff@Juniper1# show protocols isis
interface fe-0/0/0.0;
interface fe-0/0/1.0;
interface fe-0/0/2.0;
```

Configurare IS-IS su Cisco

```
interface ethernet-1
  ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
  ipv6 address 2001:0001::45c/64
  ip router isis
  ipv6 router isis
```

```
interface ethernet-2
  ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
  ipv6 address 2001:0002::45a/64
  ip router isis
  ipv6 router isis
```

```
router isis
  address-family ipv6
  redistribute static
  exit-address-family
  net 42.0001.0000.0000.072c.00
```


- Diversamente da IS-IS, una versione totalmente nuova di OSPF
- Non era possibile riciclare tipologie e formati dei pacchetti LSA (Link-State Advertisement)
- I meccanismi fondamentali di OSPF rimangono gli stessi
 - Flooding
 - Area
 - Neighbor
 - Database
 - Dijkstra

Differenze fra OSPFv3 e OSPFv2

- Funziona per-link e non per-subnet
 - Vuol dire che se due nodi su un link hanno subnet differenti, riescono comunque a comunicare (in OSPFv2 no)
- Gestione flessibile degli LSA unknown
 - Significa che non smette di funzionare (crash) oppure scarta se arriva un pacchetto LSA sconosciuto, ma lo forwarda modificando un bit
- Uso degli indirizzi link-local
 - OSPFv3 assume che ogni link abbia un indirizzo link-local, ed apprende gli indirizzi di tutti i neighbors floodando il link
- Autenticazione eliminata
 - Usa l'autenticazione inclusa nell'header IPv6
- Qualche altra modifica al formato dei pacchetti
- Rimozione degli indirizzi IPv6 dagli header dei pacchetti OSPFv3
 - Restano contenuti nel payload del messaggio
 - Meno casini coi router ID, che non sono più identificati dall'indirizzo IP

Configurazioni OSPFv3 Juniper e Cisco

OSPFv3

■ Juniper Networks

[edit]

```
jeff@Juniper1# show protocols ospf3
area 0.0.0.0 {
    interface fe-0/0/0.0;
    interface fe-0/0/1.0;
    interface fe-0/0/2.0;
}
```

■ Cisco Systems

```
interface Ethernet1/0
    ipv6 address 2001:1100:A:B::1/64
    ipv6 enable
    ipv6 ospf 1 area 0.0.0.0
!
```

Multiprotocol BGP-4

- E' l'estensione di BGP capace di supportare IPv6, ma anche multicast IPv4 e multicast IPv6
- Definisce delle famiglie di indirizzamento AFI (Address Family Identifier) che specificano quale tipo di informazione è contenuta nei messaggi che vengono scambiati
 - Il tipo di informazione si chiama NLRI (Network Layer Reachability Information)
 - Esistono NLRI per L2VPN, L3VPN, multicast, ecc.
 - IPv6 AFI = 2
- La sessione BGP può stabilirsi sia su IPv4 che su IPv6
 - Nella vita reale si fa su IPv6, in modo da non avere sovrapposizioni
 - "Oddio avevo dimenticato che anche IPv6 girava sulla loopback IPv4"
- Gli indirizzi usati come next-hop è bene che siano global

M-BGP IPv6 su Juniper

```
[edit]
marco@rt1.mil# show protocols bgp
group eBGP-v6 {
  type external;
  family inet6 {
    any;
  }
neighbor 2001:0798:001E:10AA::1 {
  description "GEANT Primary IPv6";
  import GEANT-in-v6;
  authentication-key /* SECRET-DATA */; ## SECRET-DATA
  export GEANT-out-v6;
  remove-private;
  peer-as 20965;
}
}
group iBGP-FULLMESH-v6 {
  type internal;
  local-address 2001:760:FFFF::;
  family inet6 {
    any;
  }
peer-as 137;
neighbor 2001:760:FFFF::08 {
  description RT-RM1_IPv6;
}
}
```

M-BGP IPv6 su Cisco

```
router bgp 1
  no synchronization
  no bgp default ipv4-unicast
  bgp log-neighbor-changes
  neighbor 3FFE:2200:A:1::2 remote-as 200
  no auto-summary
  !
address-family ipv6
  neighbor 3FFE:2200:A:1::2 activate
  exit-address-family
  !
```

Insomma

- IGP
 - ISIS va bene per IPv4 e IPv6
 - Non richiede un'altra istanza IGP
 - Un po' ostica la lettura degli indirizzi OSI
 - (ma perchè, IPv6 no?)
 - OSPFv3 va bene solo per IPv6
 - Se avete OSPFv2, serve un'altra istanza
 - Poco male, si replicano gli stessi comandi
- EGP
 - Le sessioni BGP per IPv6 si accendono parallelamente a quelle IPv4
 - Se non avete ottime ragioni per farlo, utilizzate la stessa topologia...

Come abbiamo fatto noi

- OSPFv3 per le punto-punto utente e le loopback dei router
 - Potrebbero bastare le sole loopback, iniettando le punto-punto in BGP
 - Ci stiamo pensando anche per IPv4
- Topologia BGP esattamente uguale a IPv4
 - Stessi route reflector, stessi client, stesso numero di sessioni
- Policy di filtraggio esattamente identiche
 - Inbound
 - Rigidissime, su base prefisso, sul bordo ("exact")
 - Controllo su base AS sulle route dei peering
 - Outbound
 - Annunci sui transiti controllati da prefix-list per gli utenti GARR
 - Controllo tramite communities per gli AS clienti



GARR

The Italian Academic & Research Network

www.garr.it

Un pò di multicast IPv6 (vi tocca)

Marco Marletta

WS9, Roma, 15-18.06.2009



Agenda

- Confronto multicast IPv4-IPv6
- Multicast operational models
- Richiamino su Multicast address format
- LAN Group Management Protocols
 - MLDv2
- Intra-Domain Multicast Routing Protocols
 - PIM-SM
- Inter-Domain Multicast Routing Protocols
 - MP-BGP
- Altri approcci per il multicast IPv6
 - La questione del RP

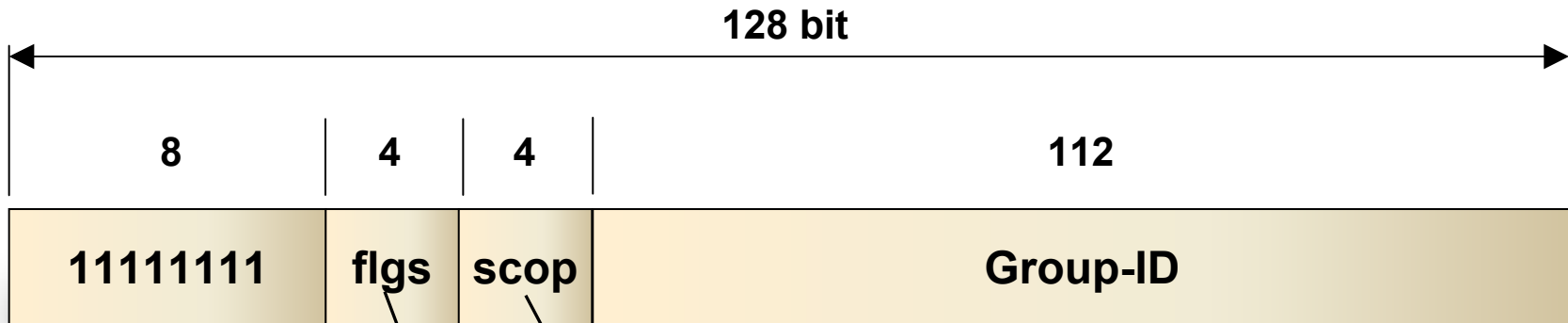
Confronto multicastv4-multicastv6

Servizio	Soluzione IPv4	Soluzione IPv6
Indirizzamento	32 bit	128 bit (ma con gruppo indirizzato a 112 bit)
Routing	PIM-SM, IGP e MBGP	PIM-SM, IGP e MBGP con SAFI v6mcast
Forwarding	PIM-SM e PIM-SSM	PIM-SM e PIM-SSM
Group management	IGMPv3	MLDv2
Domain border management	PIM boundary	Scope incluso nell'indirizzo del gruppo
Interdomain	MSDP per scambio SA	Un unico, singolo RP, oppure embedded RP

Multicast Operational Models

- Any-Source Multicast (ASM)
 - Basic PIM-SM
 - Applicazioni many-to-many a piccola scala
 - Applicazioni "Few-to-many"
 - Esempi: Conferencing, piccole chat rooms, data distribution
- Source Specific Multicast (SSM)
 - PIM-SSM
 - Applicazioni single-to-many
 - Esempi: Audio, video content distribution
 - Richiede MLDv2 (equivalente a IGMPv3 per IPv4)

Multicast Address Format



Defines address scope

- 0 Reserved
- 1 Node-local scope
- 2 Link-local scope
- 5 Site-local scope
- 8 Organization local scope
- E Global scope
- F Reserved

First 3 bits set to 0
Last bit defines address type:
0 = Permanent (or well-known)
1 = Locally assigned (or transient)

Intra-Domain Multicast Routing Protocols:

- PIM-SM
 - “Base” PIM-SM per ASM
 - PIM-Bidir (praticamente non si usa..)
 - PIM-SSM (sarebbe bello usarlo, ma e' poco diffuso)

Inter-Domain Multicast Routing Protocols

- MP-BGP

La questione del Rendezvous Point (RP)

- PIM-SM e PIM-Bidir richiedono RP per creare lo shared tree
 - PIM-SSM non richiede RP, per cui sarebbe molto comodo
- Configurazione RP Statico
 - E' il metodo usato per multicast IPv4
 - Meglio se complementato da anycast RP
- Protocollo Bootstrap Router (BSR)
 - Simile ad Auto-RP ma non usa PIM-DM. Poco usato
- **Embedded RP address**
 - Meccanismo promettente per il discovery automatico (è incluso nel gruppo...)
- Non si usa Auto-RP in IPv6
 - Ma nessuno lo aveva realmente mai usato....

Embedded RP Addresses: RFC 3306

Standard IPv6 Multicast Address Format



- Leverages Unicast-Prefix-Based Multicast Addresses
 - RFC 3306
 - Format is intended for dynamic IPv6 multicast address allocation
 - Can support both ASM and SSM models

Unicast-Prefix-Based Multicast Address Format



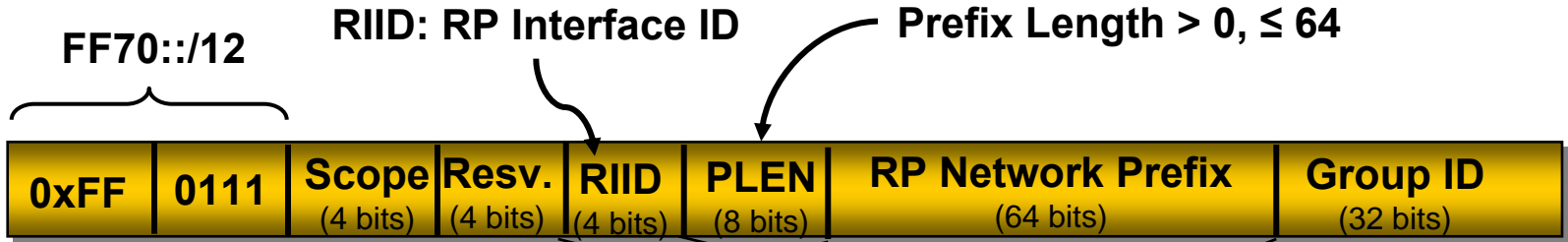
ORPT

R = Embedded RP Address
 P = Multicast address based on network prefix
 T = Transient address

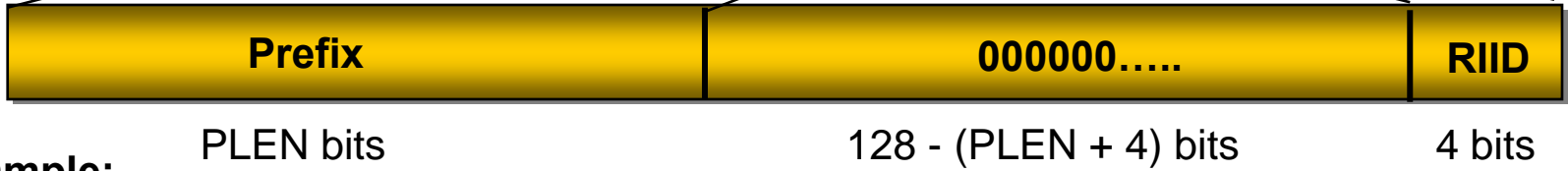
PLEN (Prefix Length) = 0 for SSM

Embedded RP Addresses

Group Address:

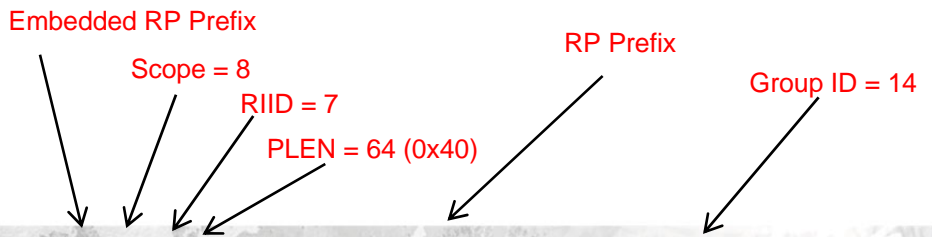


Derived RP Address:



Example:

RP Prefix = 2001:DB8:ABCD:1234::/64
 RP Interface ID: 7
 RP Address = 2001:DB8:ABCD:1234::7
 Scope = Organization Local (8)
 Group ID = 0x14



Group Address with Embedded RP Address = FF78:740:2001:DB8:ABCD:1234:14

Restirizioni di Embedded RP

- Tutti i router fra sorgente e destinazione devono supportare Embedded RP
- In caso di fault del RP c'è qualche problema
 - Perché l'RP è incluso nel multicast address
- MSDP non esiste in IPv6
- Anycast-RP può essere utile per fare RP failover

Inter-Domain IPv6 Multicast

- MP-BGP
 - SAFI ipv6-multicast (... “family inet6 any”)
- SSM funziona con PIM-SSM anche in interdomain
- ASM ha qualche problema
 - Non c’è MSDP in IPv6 (!)
 - Embedded RP sarebbe la soluzione
- Per ora, “una unica grande famiglia ASM” lavora con un Global RP ospitato da RENATER

```
rp {
  static {
    address 193.204.216.254 {
      version 2;
    }
    address 2001:660:3007:300:1:: {
      group-ranges {
        FF0E::/16;
        FF1E::/16;
        FF3E::/16;
      }
    }
  }
}
```

Come abbiamo fatto noi

```
marletta@RT1-MI1-RE0> show
configuration routing-options
rib inet6.0 {
  static {
    rib-group UCAST6-MCAST6;
  }
  aggregate {
    route 2001:760::/32;
  }
}
rib inet6.2 {
  aggregate {
    route 2001:760::/32;
  }
}
rib-groups {
  UCAST6-MCAST6 {
    import-rib [ inet6.0 inet6.2
];
}
}
```

```
marletta@RT1-MI1-RE0> show configuration
protocols pim
import multicast-boundary;
rib-group inet6 UCAST6-MCAST6
interface fxp0.0;
interface ge-0/2/0.0;
interface so-0/1/0.0 {
  mode sparse;
  version 2;
}
interface ge-1/2/1.0 {
  mode sparse;
  version 2;
}
interface so-2/0/0.0 {
  mode sparse;
  version 2;
}
interface so-4/0/0.0 {
  mode sparse;
  version 2;
}
```

n.b. VOI dovete aggiungere MLD

Conclusioni

- Il routing unicast IPv6 è identico all'unicast IPv4
 - "già visto"
- OSPFv3 è un miglioramento di OSPFv2
 - Cambiamento basato su un'esperienza di 10 anni
 - Forse un giorno avremo OSPFv3 per IPv4
 - O forse nel frattempo saremo migrati a ISIS
- IPv6 multicast molto simile a IPv4 multicast
 - Nella sua versione semplice è praticamente quello che si usa ora
 - Ma funziona molto meglio
 - Codice scritto da zero
 - Si è imparato dalle lezioni IPv4
 - Molte meno cose che si "incastrano" da sole
- IPv6 multicast a larga scala e interdomain zoppica ancora
 - Ma alla lunga le soluzioni saranno pensate per essere più semplici