

Encaminhamento Interior (RIP e OSPF) e Exterior (BGP)

Eng. Laurico Neves

RIP – Routing Information Protocol

- A versão original do RIP está definida no RFC 1058
- Usa o algoritmo *distance vector*
- Corre sobre UDP, na porta 520
- Usa como métrica o número de *hops*, podendo o *hop count* ter um valor entre 1 e 15
 - É adequado para redes pequenas (redes locais)
 - O valor 16 é reservado para representar um *hop count infinito*
 - Valores pequenos de *hop count* atenuam o problema de *count to infinity*

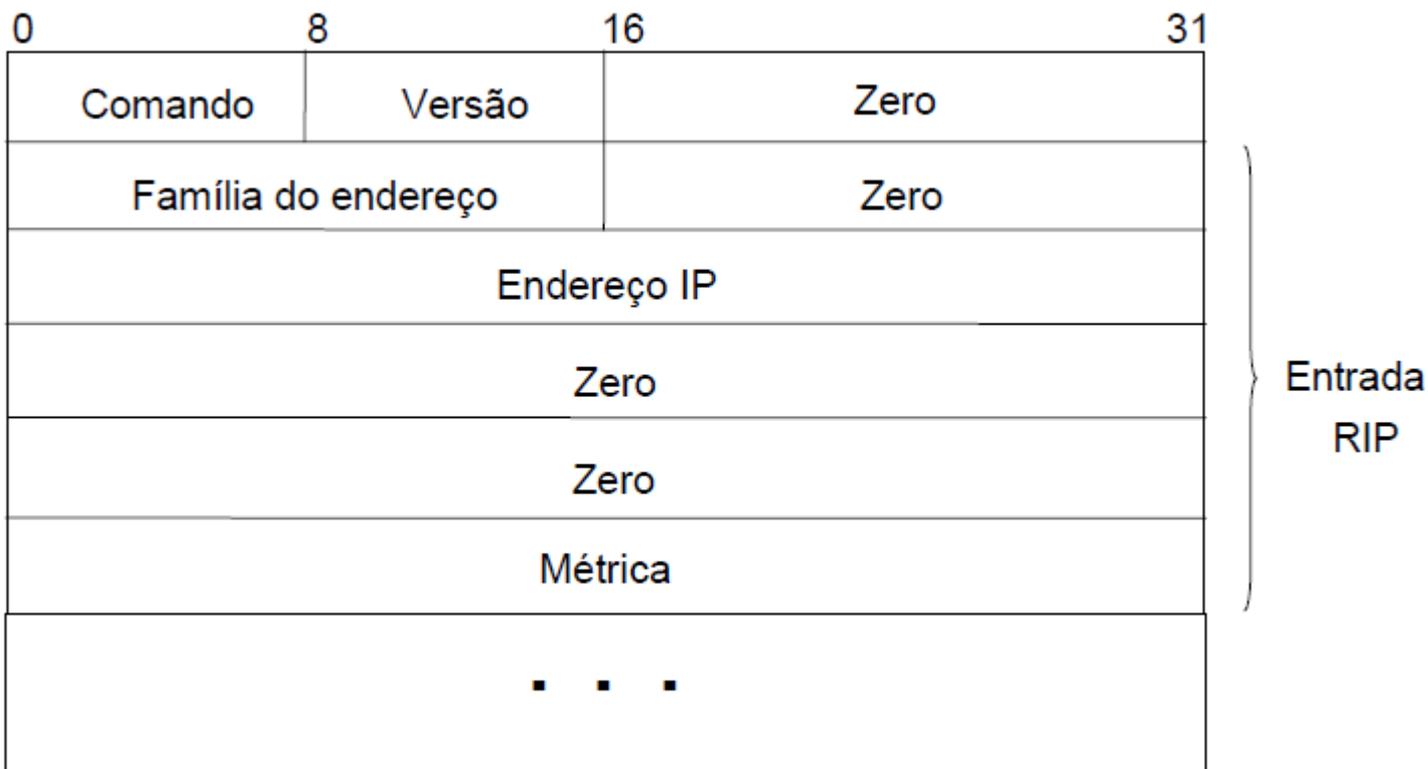
RIP e RIPv2 – campos das mensagens

- Existem dois tipos de mensagens RIP
 - *Request* – para solicitar a um vizinho respectivo vector de custos
 - *Response* – para anunciar um vector de custos
- Umamensagem*Response* pode ser enviada periodicamente, após uma alteração (*triggered update*) ou em resposta a um *Request*
- A versão 2 (RIPv2) está definida no RFC 2453

RIP e RIPv2 – campos das mensagens

- As mensagens RIP e RIPv2 incluem um conjunto de campos comuns
 - Comando – *Request ou Response*
 - Versão – 1 ou 2
 - Uma ou mais entradas com 20 octetos (no máximo 25 entradas)
- Família do endereço – o valor é igual a 2 para IP
- Endereço IP – endereço de *host ou rede de destino*
- Métrica – número de *hops até ao destino*
- As mensagens RIP não incluem informação de máscaras de subrede nem podem ser usadas com CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*), isto é, com máscaras de subredes com comprimento variável
- As mensagens RIPv2 incluem informação adicional
 - Máscaras de subrede, *next hop*, *domínio de routing* e *etiqueta da rota*
 - Funcionam com CIDR

RIP – formato das mensagens



RIP – operação

- Os *routers* enviam mensagens de actualização para os vizinhos a intervalos nominais de 30 s
- Um *router* espera receber mensagens de actualização dos seus vizinhos no máximo ao fim de 180 s
 - Se não receber uma mensagem de actualização de um vizinho nesse intervalo de tempo, assume que a ligação com esse nó falhou e coloca o valor do custo para atingir esse nó em 16 (representa um *hop count infinito*)
 - Se posteriormente receber através de outro vizinho um valor válido de custo para o nó em causa, substitui o valor 16 pelo valor actualizado (após adicionar 1 *hop* ao custo anunciado)
- RIPv2 usa em LANs o endereço *multicast* 224.0.0.9

OSPF – Open Shortest Path First

- O protocolo OSPF (versão 2) está descrito no RFC 2328
- É um protocolo do tipo *link state*
 - Cada *router* monitoriza o estado da ligação (*link state*) com cada um dos seus vizinhos e divulga (por meio de *flooding*) essa informação por todos os *routers* que fazem parte do seu domínio de encaminhamento
 - Esta informação permite a cada *router* aprender a topologia completa da rede
 - Em situação estável os *routers* conhecem a mesma topologia, isto é, possuem a mesma base de dados topológica (*link state database*)
 - O conhecimento é exacto e não baseado em “rumores” (como em algoritmos do tipo *distance vector*)

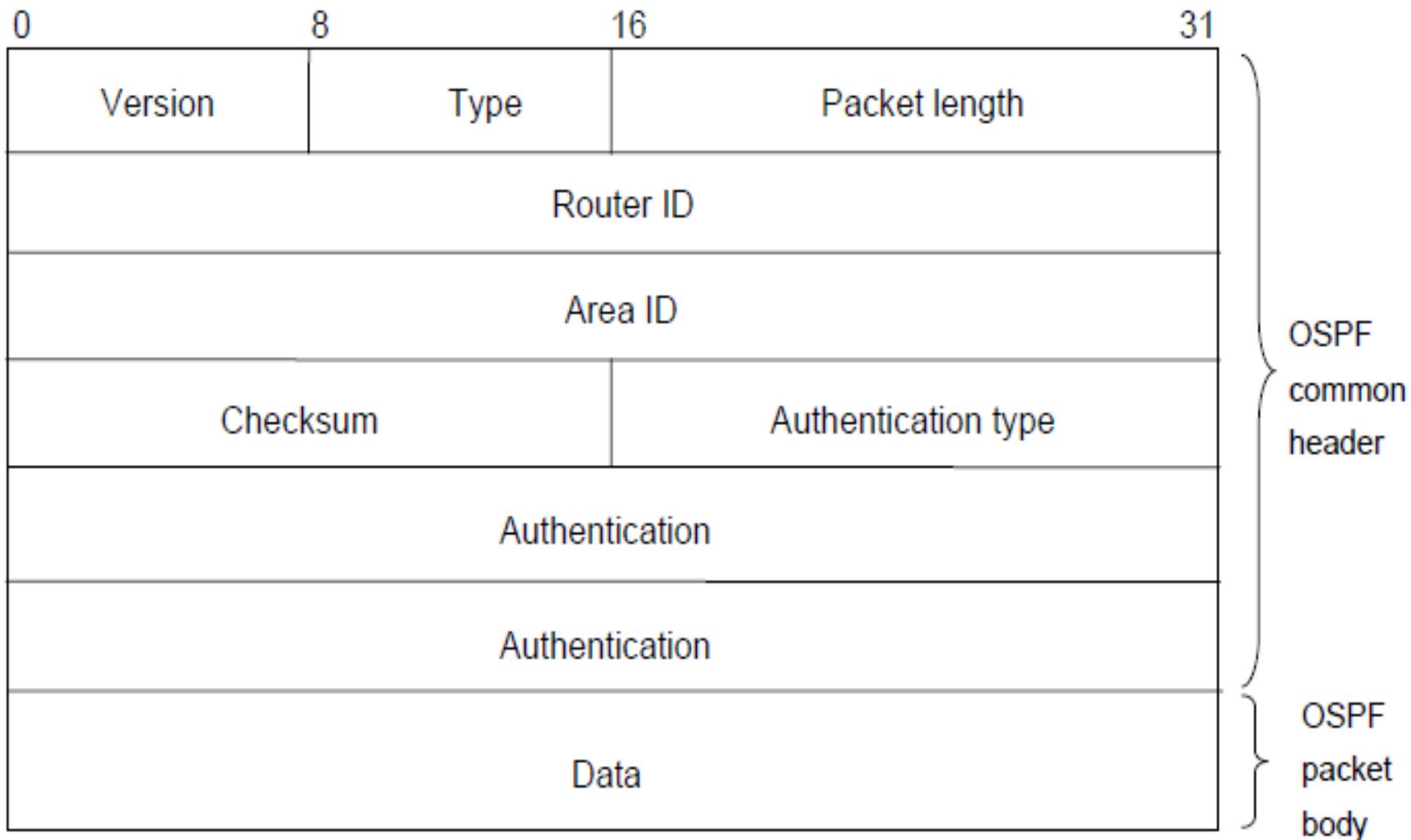
OSPF – Open Shortest Path First

- Cada *router* calcula a *árvore de shortest paths* cuja raiz é o próprio *router* (com base no algoritmo de Dijkstra) com o objectivo de criar a sua tabela de encaminhamento
 - A cada entrada correspondente a uma rede está associado o *next hop* e o *custo da rota* até ao destino
- O OSPF tipicamente converge mais rapidamente que o RIP quando ocorre uma alteração na rede

OSPF – fases de operação

- A operação do protocolo pode ser descrita em três fases
 - Descoberta de vizinhos e eleição do *designated router* (se aplicável)
 - Estabelecimento de adjacências e sincronização das bases de dados topológicas
 - Troca de LSAs entre *routers adjacentes* e sua disseminação pela área respectiva e consequente geração das tabelas de encaminhamento
- Os pacotes OSPF são transmitidos directamente em pacotes IP (sendo identificados pelo valor 89 no campo *Protocol ID* do cabeçalho IP)
- O protocolo faz uso, nalguns casos, de dois endereços *multicast*
 - 224.0.0.5 – designado *allSPFRouters*
 - 224.0.0.6 – designado *allDRouters*

Cabeçalho OSPF



Cabeçalho OSPF

- Tipo de pacote (*Type*)

1 – *Hello*, 2 – *Database Description*, 3 – *Link State Request* 4 – *Link State Update*, 5 – *Link State Ack*

- *Router ID*

– Um número de 32 bits que identifica univocamente o *router no AS* – *pode ser, por exemplo, o menor endereço IP de uma das suas interfaces*

Vizinhança

- *Routers vizinhos (neighbouring routers)*
 - São *routers que têm interfaces para uma rede comum*
 - Todos os *routers ligados a um rede de difusão (broadcast network)* são vizinhos (no que se refere às interfaces ligadas a essa rede)
 - As relações de vizinhança são mantidas e dinamicamente descobertas por meio de mensagens *Hello*

Adjacência

- É uma relação formada entre *routers vizinhos seleccionados* com o objectivo de trocarem informação de encaminhamento
Nem todos os *routers vizinhos se tornam adjacentes (depende do tipo de rede)*
- O OSPF requer que apenas os *routers adjacentes mantenham sincronizadas* as respectivas bases de dados topológicas (*link state database*)
- Para lidar com o problema da adjacência em redes de difusão e no modo NBMA foi introduzido o conceito de *router desigando (designated router)*
O conceito permite reduzir o número de adjacências nestas redes, o que por sua vez reduz o volume de tráfego do protocolo de encaminhamento e o tamanho das bases de dados topológicas

RIP vs OSPF

- As redes OSPF são livres de loops.
- O OSPF pode ser dimensionado para interconexões de redes grandes ou muito grandes.
- A reconfiguração para as alterações da topologia de rede é muito rápida, ou seja, o tempo de convergência da rede, após alterações na topologia é muito menor do que o tempo de convergência do protocolo RIP.
- O tráfego de informações do protocolo OSPF é muito menor do que o do protocolo RIP.
- O OSPF permite a utilização de diferentes mecanismos de autenticação entre os roteadores que utilizam OSPF.
- O OSPF envia informações somente quando houver alterações na rede e não periodicamente.

BGP – Border Gateway Protocol

- O BGP é um protocolo de encaminhamento entre ASs – a versão 4 (BGP-4) está definida no RFC 4271
- A função principal de *routers BGP* (*designados BGP speakers*) é *trocarem* entre si informação relativa ao alcance de redes (*network reachability*)
 - Esta informação inclui a lista de ASs atravessados pela informação de alcance (ou, noutros termos, a sequência de ASs que os pacotes têm de atravessar para atingirem uma rede de destino)
 - Esta informação é suficiente para construir um grafo de conectividade, de que podem ser eliminados eventuais ciclos (*loops*) e sobre o qual podem ser tomadas decisões de encaminhamento baseadas em políticas

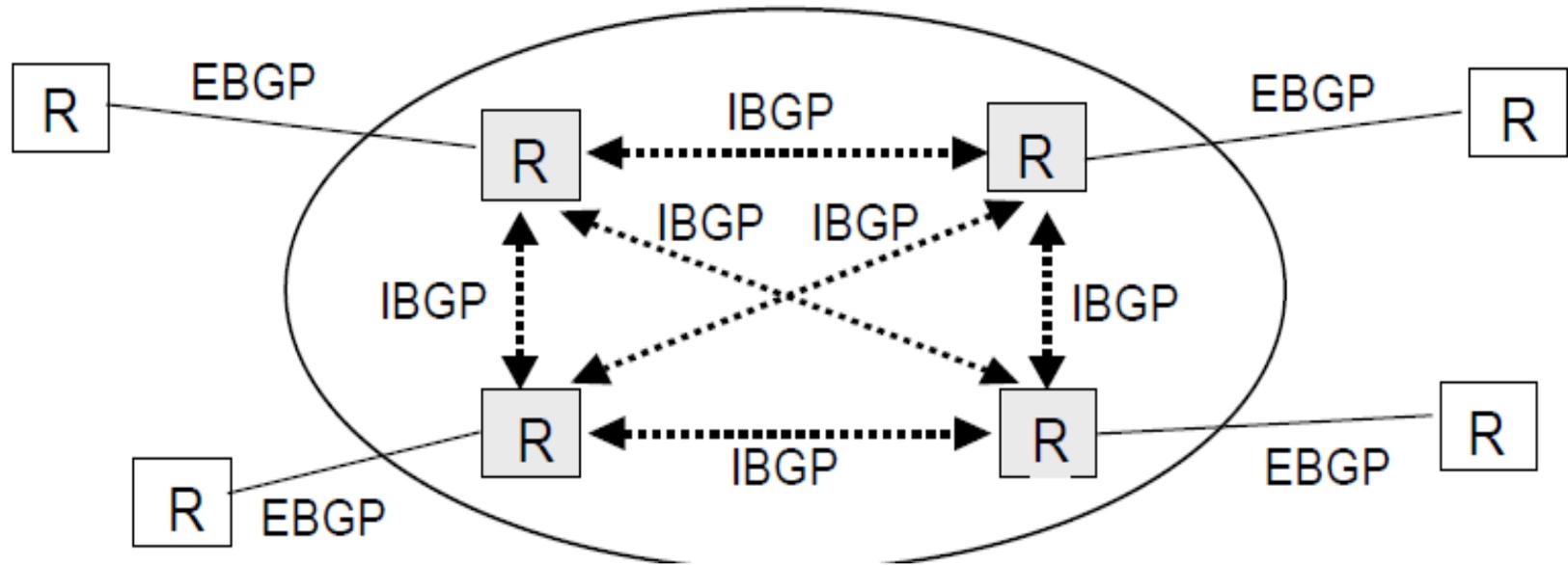
BGP – Border Gateway Protocol

- O BGP-4 fornece mecanismos para suportar *Classless Inter-Domain Routing* (CIDR), em particular o anúncio de conjuntos de destinos sob a forma de prefixos IP (eliminando o conceito de classes de endereços) e a agregação de rotas (com a consequente redução da informação de encaminhamento)
- A informação de encaminhamento trocada por *routers BGP* apenas suporta o paradigma de encaminhamento baseado no endereço de destino transportado no cabeçalho de pacotes IP

BGP – principais características

- O BGP é um protocolo do tipo *path vector* – as rotas para redes de destino são anunciadas como uma sequência de ASs
 - A informação presente no vector permite eliminar ciclos (*loops*)
- O BGP permite agregação de rotas (com base em CIDR)
- O BGP permite a aplicação de políticas de encaminhamento (quer para selecção quer para anúncio de rotas)
- Principais funções do protocolo
 - Abertura, confirmação e manutenção de ligações entre *peers BGP*
 - Envio de informação de

BGP interno e externo



- EBGP é usado para troca de informação entre ASs diferentes
- IBGP é usado para garantir que a informação de alcance a redes se mantém consistente no conjunto de *speakers BGP no mesmo AS*
 - Os routers IBGP trocam informação aprendida de outros routers IBGP (*peers no mesmo AS*)

Políticas de encaminhamento e selecção de rotas

- O BGP permite a aplicação de políticas de encaminhamento por meio da selecção de rotas e do controlo da forma como é distribuída a informação de encaminhamento
 - Exemplos de políticas: 1) Nunca usar o AS X; 2) Nunca usar o AS X e o AS Y no mesmo caminho; 3) Nunca usar o AS X para alcançar um destino no AS Y
- Através da recepção de mensagens *UPDATE dos seus peers*, um *speaker BGP* fica a conhecer rotas possíveis para diferentes destinos
 - Quando existirem múltiplas rotas para um destino, um *speaker BGP mantém a* informação sobre todas elas mas não mantém qualquer custo associado às rotas aprendidas

Cont (...)

- Um *speaker BGP* selecciona rotas para uso próprio e para anúncio aos peers
 - Decisão sobre rotas para uso próprio
- Um *speaker BGP* atribui uma ordem de preferência a cada rota que conhece para um dado destino e, e conformidade com as políticas configuradas, selecciona a que tiver ordem de preferência mais elevada
 - Decisão sobre o anúncio de rotas
- Um *speaker BGP* apenas anuncia aos seus peers rotas que seleccionou para seu uso (isto é, a rota preferida para cada destino), mas o anúncio de uma rota específica está condicionado à sua política de exportação

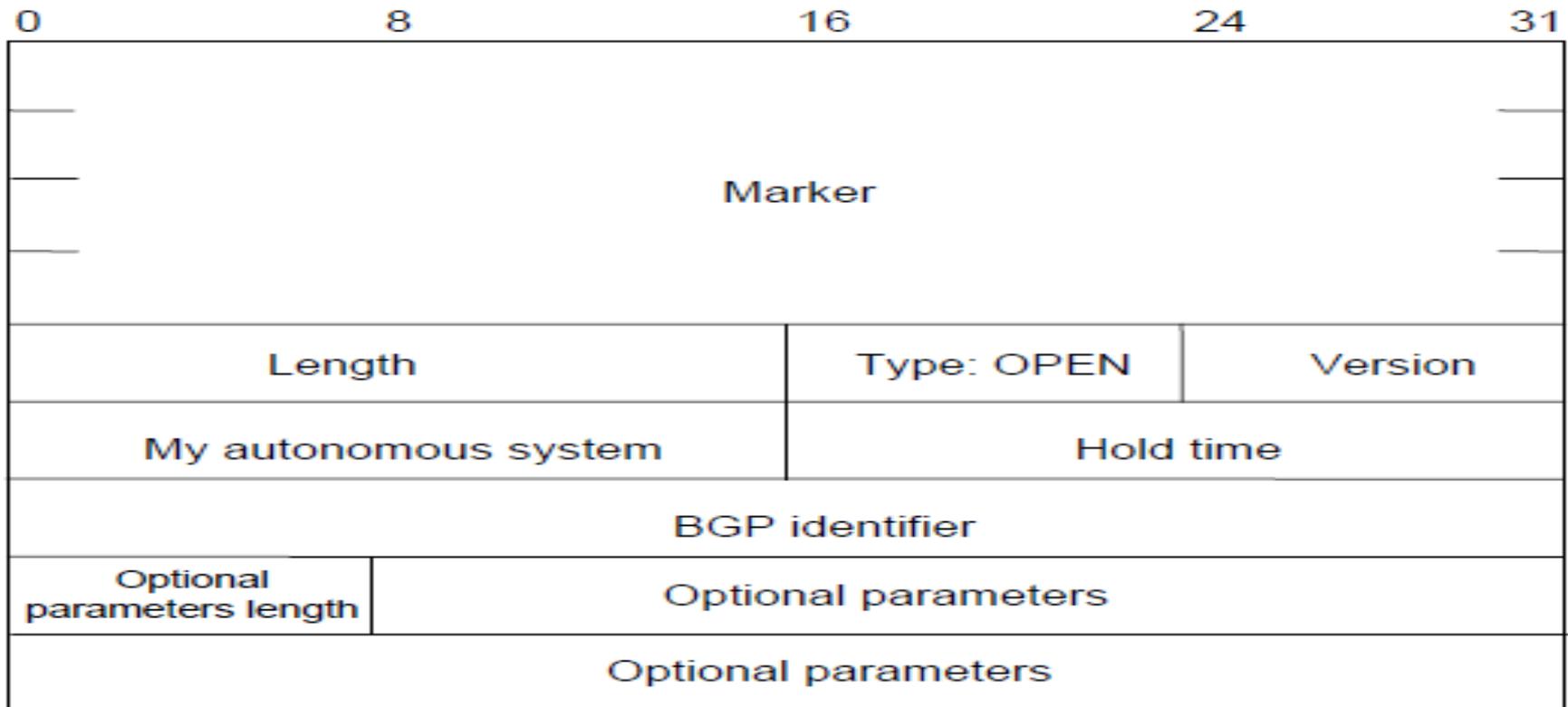
Utilização de mensagens BGP

- *OPEN*
 - É a primeira mensagem enviada por qualquer dos *peers* após estabelecimento da sessão TCP
 - Caso aceite, é confirmada por uma mensagem *KEEPALIVE* em sentido oposto
- *KEEPALIVE*
 - Mensagens regularmente trocadas entre *peers* para confirmar alcance mútuo
- *NOTIFICATION*
 - Mensagem enviada quando é detectada uma condição de erro
 - A ligação BGP é fechada após o envio desta mensagem

Utilização de mensagens BGP

- *UPDATE*
 - Mensagem usada para transferir informação de encaminhamento entre *peers* BGP, o que permite construir um grafo que descreve as relações entre ASs
 - Permite anunciar a um *peer* rotas viáveis que têm um conjunto de atributos (*path attributes*) comuns e/ou eliminar rotas que deixaram de ser viáveis
 - Uma mensagem pode anunciar no máximo um conjunto de atributos, mas pode incluir múltiplos destinos que partilhem esses atributos (os atributos aplicam-se a todos os destinos indicados no campo *NLRI*)

BGP – Pacote OPEN



- *Hold time* – valor proposto pelo router que envia a mensagem, sendo escolhido o menor dos dois valores, o proposto e o recebido (deve ser 0 ou, no mínimo, 3 s)
 - Limite superior do intervalo máximo entre mensagens *NOTIFICATION* e/ou *UPDATE*
- *BGP ID* – identifica o router que envia a mensagem (endereço IP de uma interface local do router)