

# La storia, il design e le caratteristiche del protocollo BGP

Il **Border Gateway Protocol (BGP)** è il protocollo fondamentale utilizzato per instradare i dati tra reti autonome su Internet. Grazie al BGP, gli Internet Service Provider (ISP) e le grandi organizzazioni possono determinare i percorsi ottimali per il traffico di rete e mantenere la stabilità globale del sistema interconnesso che è il backbone di Internet.

## Storia del BGP

### Origini del Protocollo

Il BGP è stato introdotto per la prima volta nel 1989 come risposta a problemi riscontrati con il suo predecessore, l'**Exterior Gateway Protocol (EGP)**. L'EGP, sviluppato negli anni '80, si dimostrava inefficiente nella gestione di una rete globale in continua espansione come Internet. Era progettato per una topologia a "stella", con un solo percorso centrale verso il quale tutte le reti dovevano convergere. Questo limite divenne evidente quando Internet iniziò a crescere in modo esponenziale, aumentando il numero di reti e richiedendo un protocollo più flessibile e scalabile.

La prima versione operativa del BGP, denominata **BGP-1**, fu specificata nel **RFC 1105** nel 1989. Da allora, il protocollo ha subito diverse revisioni e aggiornamenti, con l'ultima versione (BGP-4) standardizzata nel **RFC 4271** nel 2006. BGP-4 è attualmente la versione più utilizzata e include miglioramenti significativi rispetto alle versioni precedenti, tra cui il supporto per il protocollo **Classless Inter-Domain Routing (CIDR)**, che ha contribuito a ridurre la crescita delle tabelle di routing su Internet.

### BGP e la Crescita di Internet

Con l'espansione di Internet negli anni '90, il BGP è diventato il protocollo dominante per l'interconnessione delle reti. Il design flessibile e la capacità di scalare con il numero crescente di reti autonome (AS, Autonomous Systems) lo resero la scelta ideale per gestire il traffico tra reti multiple su larga scala. Nonostante alcune vulnerabilità intrinseche e sfide operative, il BGP ha mantenuto un ruolo cruciale nella gestione dell'instradamento su Internet per più di tre decenni.

## Design del Protocollo BGP

Il design del BGP si basa sul concetto di **reti autonome** (AS). Ogni AS è una rete o un gruppo di reti sotto un'unica amministrazione che opera con una politica di instradamento comune. Gli AS comunicano tra loro utilizzando il BGP per scambiarsi informazioni sui percorsi attraverso i quali è possibile raggiungere reti specifiche.

### Concetti Fondamentali

1. **Reti Autonome (AS):** Ogni AS ha un numero univoco (ASN) assegnato da un'autorità centrale. Il BGP opera a livello inter-AS, ossia tra reti autonome, ed è quindi definito un **protocollo di gateway esterno (EGP)**.
2. **Tabelle di Routing:** I router che eseguono il BGP mantengono tabelle di routing con informazioni sui percorsi disponibili per raggiungere diverse reti IP. Queste tabelle vengono aggiornate continuamente tramite lo scambio di informazioni tra router BGP, noto come "advertisement" o annuncio.
3. **Sessioni BGP:** Per scambiare informazioni, i router BGP stabiliscono una sessione di comunicazione TCP (porta 179) tra di loro. Una volta stabilita la sessione, i router BGP si inviano aggiornamenti sui percorsi noti e le modifiche che avvengono nella rete.

4. **Metodi di Instradamento:** BGP utilizza un approccio basato su **percorsi vettoriali** (path vector). Invece di misurare la distanza tra router, BGP considera l'insieme di AS attraversati per raggiungere una destinazione e prende decisioni basate su politiche di instradamento definite dagli amministratori.
5. **Politiche di Instradamento:** A differenza di altri protocolli di routing, come OSPF o RIP, che scelgono il percorso basato sulla metrica più breve, il BGP consente di definire politiche di routing molto complesse. Un amministratore di rete può configurare il BGP per privilegiare determinati percorsi in base a criteri di business, prestazioni, sicurezza o altri fattori.

## **BGP Interno (iBGP) vs. BGP Esterno (eBGP)**

BGP si divide in due varianti principali:

- **BGP Esterno (eBGP):** Utilizzato per scambiare informazioni di routing tra reti autonome (AS) distinte.
- **BGP Interno (iBGP):** Utilizzato all'interno di una singola rete autonoma per distribuire informazioni di routing tra router interni.

Mentre eBGP funziona tra confini amministrativi diversi, iBGP è utilizzato per assicurarsi che tutti i router di un AS abbiano una vista coerente delle rotte esterne.

## **Caratteristiche del Protocollo BGP**

### **Scalabilità**

Uno dei punti di forza del BGP è la sua scalabilità. È progettato per gestire milioni di percorsi, come dimostrato dalla sua implementazione su Internet, che connette miliardi di dispositivi in tutto il mondo. Grazie all'uso di tecniche come l'aggregazione dei prefissi e il CIDR, BGP è in grado di

ridurre la dimensione delle tabelle di routing, mantenendo un'infrastruttura Internet efficiente.

## **Flessibilità nelle Politiche di Instradamento**

BGP consente una gestione precisa delle politiche di instradamento. Gli amministratori di rete possono impostare preferenze sui percorsi, bloccare il traffico da determinate reti o specificare rotte di backup, rendendolo uno strumento potente per le reti globali. Inoltre, il BGP supporta l'uso di "path attributes", come la **lunghezza del percorso AS** e il **local preference**, per influenzare il comportamento di instradamento.

## **Stabilità e Convergenza**

BGP è progettato per essere stabile e resistente a cambiamenti di rete improvvisi. Tuttavia, il tempo di convergenza (ovvero, il tempo necessario affinché tutti i router abbiano una vista aggiornata delle rotte) può essere relativamente lungo, soprattutto in reti complesse. Per migliorare la stabilità, BGP implementa meccanismi come il **route flap damping**, che evita che cambiamenti di rete temporanei causino aggiornamenti eccessivi.

## **Sicurezza**

Un aspetto critico del BGP è la sicurezza, poiché il protocollo non è stato originariamente progettato con forti meccanismi di autenticazione o integrità dei dati. Questa debolezza ha portato, nel corso degli anni, a incidenti noti come il **prefix hijacking**, in cui un AS annuncia rotte non legittime. Per affrontare tali problemi, sono stati sviluppati protocolli aggiuntivi come il **BGPsec**, che introduce la firma digitale dei percorsi BGP.

## **Supporto per il Multiprotocollo**

BGP è stato esteso per supportare **Multiprotocol BGP (MP-BGP)**, una versione che consente l'instradamento non solo di IPv4, ma anche di IPv6 e altre famiglie di indirizzi. Questo è particolarmente importante con la

transizione da IPv4 a IPv6, poiché garantisce la compatibilità a lungo termine del protocollo.

## **Conclusione**

Il Border Gateway Protocol (BGP) è un pilastro essenziale di Internet, che consente il routing di pacchetti tra reti autonome in tutto il mondo. Dal suo sviluppo alla fine degli anni '80, ha continuato ad evolversi per far fronte alle esigenze crescenti di scalabilità, stabilità e sicurezza. Grazie al suo design flessibile e alla capacità di implementare politiche di routing complesse, BGP rimane un protocollo insostituibile nel funzionamento quotidiano della rete globale di Internet. Tuttavia, la crescente attenzione alla sicurezza e alla stabilità indica che ulteriori sviluppi e miglioramenti saranno necessari per affrontare le sfide future del mondo connesso.