

1. Mit jelent a 152.66.115.0/24 címmel azonosított „alhálózat”?

Egy „alhálózat” (subnet) olyan címek összességét jelenti, ahol a címek első N bitje azonos, pl. a 152.66.115.0/24 címtartomány a 152.66.115.0-152.66.115.255 címek tartoznak.

2. Hány IP cím tartozhat egy számítógéphez vagy routerhez?

Annyi, amennyi hálózati interfésszel rendelkezik.

3. Mit jelent a „next hop routing”?

Mindig csak a következő ugrásra fókuszáló útvonal-választás: a forrás és a cél közti routerek mindig csak a cél felé vezető út következő állomását ismerik.

4. Milyen címzési eljárást használ az MPLS? Hogyan gyorsítja ez meg az IP routing-hoz képest a csomagtovábbítást?

A csomagtovábbítás alapja a címkekapcsolás (label switching), tehát az IP routing táblák esetén szükséges, és nagy hálózatok esetén a nagyméretű routing táblák miatt komplex „longest prefix match” eljárás helyett egyszerű címkéket keres a táblázatban, és az alapján hoz döntést a csomag továbbításáról.

5. A routing-táblákban történő keresésen túl mi az MPLS hálózatok két fő, az útmutatóban tárgyalt plusz funkciója?

- **Traffic engineering:** a lehetőség, hogy a hálózatban zajló forgalmat sokféle eszközzel racionalizálhassuk. Ilyen az LSP metric, a link coloring, az LSP @ IGP/OSPF.
- **Hibavédelem:** az MPLS lehetővé teszi, hogy egy kiszámított LSP mellett keressünk és tartsunk nyilván elkerülő „védelmi” ut(ak)at. Ennek köszönhetően a hiba észlelése után msec nagyságrendű idő alatt a védelmi útra kapcsolható a forgalom, a kiesés egészen minimális.

6. Mi történik a csomag címkéjével (label) a címkekapcsolt út (LSP) mentén az Ingress, Transit és Egress Routereknél?

- **belépő (ingress) csomópont**, Label Edge Router (LER): itt történik az útvonalválasztás, azaz az LER választ (vagy hoz létre) egy LSP-t; a csomagtovábbítás érdekében pedig „becsomagolja”, azaz egy címkével látja el
- **a köztes (transit) csomópontok**, Label Switching Router (LSR): ezek címkekapcsolást végeznek, azaz a beérkező csomagon szereplő címke alapján egy döntenek a továbbításról (egy lookup table-ben történő egyszerű egyezés alapján). A továbbításkor a beérkező csomagon szereplő címkét lecserélik (tehát egy LSP mentén routertől routing változik a csomagon szereplő címke számszerű értéke, azonban az útvonal, és a címkék sorrendje állandó).
- **a kilépő (egress) csomópont** „kicsomagolja” az érkező csomagokat az LSP-ből, lekerül róluk a címke, és az eredeti csomag az érvényes routing protokoll szerint folytatja útját.

7. Milyen címkeműveleteket végezhetnek a címkekapcsolt routerek (LSR-ek)?

- **Label Push:** ekkor az érkező csomagra egy új címkét helyez a router (tehát a címkék száma növekszik). Ez alapesetben az Ingress Router feladata, de hierarchikus MPLS hálózatokban a beágyazott tartomány határán; vagy védelmi útvonalak esetén is előfordulhat.
- **Label Swap:** ekkor a beérkező csomag (legfelső) címkéjét eltávolítja, és egy másik, új címkével helyettesíti (tehát a címkék száma nem növekszik). Ez a Transit LSR tipikus viselkedése, a beérkező csomagot a címke alapján kezeli: megfelelő címkét helyez rá és továbbítja.
- **Label Pop:** ekkor a beérkező csomag (legfelső) címkéjét eltávolítja, és utána többszintű MPLS hálózat esetén a következő címke alapján kezeli, ha pedig a csomag elhagyta az MPLS hálózatot, akkor a csomag típusától függő (pl. IP) routing protokollt követve továbbítja.

8. Mire való az RSVP-TE protokoll, hogy működik?

Az útvonal felépítése során az Ingress Router egy PATH üzenetet küld az útvonal vége (Egress Router) felé. A PATH üzenetben megadhatóak a felépítendő útvonal minőségi (QoS) paraméterei, mint pl. az igényelt sáv szélesség. Az útvonal mentén minden Transit Router regisztrálja a kérést, és amennyiben rendelkezésre áll, lefoglalja kért sáv szélességet – ellenkező esetben értesíti az Ingress Router-t, hogy a foglalás sikertelen volt, és más útvonal keresésére kényszeríti. Ha a PATH üzenet sikeresen elérte az Egress Router-t, akkor az visszaküld egy RESV üzenetet: ez tartalmazza az útvonal mentén használandó címkéket.

9. Hogyan és mire használhatjuk az élszínezés (Link Coloring) eljárást?

Az élszínezés eljárása lehetővé teszi, hogy 32 féle „szín” jellemző valamelyikét rendeljük egy adott linkhez (akár egyszerre többet is). Az élszíneket mint a link többi attribútumát terjeszti is a hálózat, csakúgy mint pl. a sáv szélességét. Az útvonalak keresésénél (CSPF) ezeket sokféleképpen használhatjuk, pl. letilthatunk bizonyos színeket, vagy épp ellenkezőleg: bizonyos színekre korlátozhatjuk a használható élek halmazát.

10. Mi a CSPF algoritmus, hogyan/mire használjuk MPLS hálózatokban?

A hagyományos routing protokollok a cél felé vezető legrövidebb útvonalat határoznák meg, ami vagy a legkevesebb ugrásból álló útvonal, vagy élsúlyok használata (pl. OSPF) esetén a legkisebb súlyú útvonalat jelenti. Az MPLS-TE által használt CSPF algoritmus lényege, hogy további megkötéseket fogalmazhatunk meg az elfogadható útvonallal szemben, például megadhatjuk a minimális igényelt sávszélességet, a maximális elfogadható késleltetést, a maximális hop-számot, vagy akár megadhatjuk az engedélyezett / tiltott csomópontok halmazát. A CSPF ezek után kizárja a feltételeknek nem megfelelő útvonalakat, és a legrövidebb, megfelelő útvonalat fogja választani.

11. Írjon le legalább kétféle, MPLS hálózatokban alkalmazott hibavédelmi eljárást!

- **Link Protection:** ebben az esetben az LSP mentén minden router nyilvántart egy elkerülő utat a sorban következő router felé; így ha a két routert összekötő link kiesne a hálózatból, az ismert kerülőúton elérhető marad a „next hop”
- **Node-link Protection:** ebben az esetben az LSP mentén minden router nyilvántart egy elkerülő utat, a soron következő router utáni router felé, így biztosítva, hogy akár a következő link, akár a következő router kiesése esetén legyen hova átkapcsolni
- **MPLS Fast Reroute (Juniper specifikus implementáció):** az LSP mentén minden router keres és nyilvántart egy elkerülő utat az LSP végpontja felé, amely elkerüli az LSP következő linkjét és csomópontját. Hiba esetén a forgalom ide kapcsolható.
- **Secondary LSP:** az LSP két végpontja között egy teljes második, az LSP-től független védelmi utat (LSP) tartunk nyilván, és az út bármely pontján fellépő hiba esetén erre kapcsoljuk a forgalmat.

12. Mi az az SRLG (shared risk link group)?

Gyakran előfordul, hogy a routing során látott „logikai” hálózat mögött álló fizikai topológiában egyes linkek pl. azonos kábellevegben vagy útvonalon futnak. Ezért egyes hiba-események egyidejűleg több link meghibásodását okozzák. A szaknyelvben Shared Risk Link Group-nak (közös kockázatú csoportnak) nevezik ezeket. A védelmi utak meghatározásánál fontos lehet, hogy ne csupán a logikai topológia szintjén független védelmi út jöjjön létre, hanem az egy SRLG-be tartozó élek is kizárják egymást. Erre az MPLS lehetőséget is kínál, egy hálózati tartományon belül különböző SRLG azonosítókat hozhatunk létre, és az egyes éleket ehhez rendelhetjük hozzá.