

Editorial

Ingeniería de Tráfico en Internet

Internet Traffic Engineering

Line Yasmin Becerra Sánchez, PhD.

Actualmente con las tecnologías emergentes que cada vez más requieren la conexión de objetos remotos y la transferencia de información sobre Internet, evitar congestión en las redes IP sigue siendo un gran desafío para los investigadores. Es por esto, que la ingeniería de tráfico en Internet se encarga de la optimización y evaluación del desempeño de redes IP en operación. Esta definición es proporcionada en una de las primeras recomendaciones de la IETF, la RFC 3272[1] publicada en 2002. El objetivo de la ingeniería de tráfico en Internet es mejorar el rendimiento de la red mediante la optimización de los recursos y el tráfico con la aplicación de tecnologías y principios científicos que permitan, la caracterización, modelado y control de tráfico para evitar la congestión en Internet[1].

Conjuntamente a las recomendaciones de la IETF, varias propuestas se han realizado buscando evitar la congestión y proporcionar ingeniería de tráfico en Internet. Una de las propuestas más aceptadas ha sido MPLS (*Multiprotocol Label Switching*). El concepto de ingeniería de tráfico basada en MPLS fue introducido en [2] y en la RFC2702[3], las especificaciones de MPLS se detallan en la RFC3031[4]. MPLS puede proporcionar un paradigma eficiente para la optimización del tráfico por su capacidad de enrutamiento explícito, el uso de algoritmos de enrutamiento basados en restricciones y división arbitraria del tráfico, que es altamente flexible tanto para fines de optimización de enrutamiento como de reenvío.

Existen otras propuestas con diferentes enfoques, por ejemplo, algunas se centran en el ajuste de pesos de enlace de protocolos de puerta de enlace interior o IGP (Interior Gateway Protocols). La primera solución fue propuesta por Fortz et al., en [5]–[7]. Los principales objetivos de su enfoque eran establecer los pesos de enlace de los protocolos de puerta de enlace interior (IGP), como OSPF (*Open Shortest Path First*)[8] e IS-IS (*Intermediate System or Intermediate System*)[9], de acuerdo con la topología de red dada y la demanda de tráfico para controlar el tráfico dentro del dominio y cumplir los objetivos de ingeniería de tráfico. Luego muchas propuestas fueron publicadas las cuales se encuentran condensadas en [10], [11].

Por otro lado, LISP (*Locator/ID Separation Protocol*) es una estrategia completamente diferente a MPLS. Las Especificaciones LISP están contempladas en RFC6830[12]. LISP es un protocolo basado en la capa de red que permite la separación de direcciones IP en dos nuevos espacios de numeración: Localizadores de enrutamiento (*RLOCs, Routing Locators*) e Identificadores de punto final (*EIDs, Endpoint Identifiers*). Algunos documentos relacionados con el soporte de ingeniería de tráfico de LISP incluyen[13]–[18].

Otra propuesta es el enrutamiento por segmento (SR, Segment Routing), la cual aprovecha las ventajas del paradigma de enrutamiento por el origen. La IETF proporciona las recomendaciones en la RFC8402[19]. SR se puede aplicar directamente a la

arquitectura MPLS sin cambios en el plano de reenvío. SR se puede aplicar a la arquitectura IPv6[20] con un nuevo tipo de encabezado de enrutamiento.

Finalmente, existen otras propuestas que no necesitan de MPLS y aprovechan la etiqueta de flujo y otros beneficios de la arquitectura de IPv6 como 6LSA [21], [22], IPngls [23] y PSA-TE6[10]. Actualmente se sigue trabajando en el tema, por tanto el grupo de trabajo de la IETF está proponiendo la actualización de la RFC3032 con el draft de internet en [24], al igual que con LISP en [25].

REFERENCIAS

- [1] Awduche D.; Chiu A.; Elwalid A.; Widjaja I.; and Xiao X., "Overview and Principles of Internet Traffic Engineering," *IETF RFC3272*, 2002.
- [2] Awduche Daniel O., "MPLS and Traffic Engineering in IP Networks," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 37, no. 12, pp. 42–47, 1999.
- [3] Awduche D. et. al., "Requirements for Traffic Engineering Over MPLS," *IETF RFC2702*, 1999.
- [4] Rosen E.; Viswanathan A. and Callon R., "Multiprotocol Label Switching Architecture," *IETF RFC3031*, 2001.
- [5] Fortz B. and Thorup M., "Internet Traffic Engineering by Optimizing OSPF Weights," *Proc. IEEE INFOCOM*, pp. 519–528, 2000.
- [6] Fortz B.; Rexford J. and Thorup M., "Traffic Engineering with Traditional IP Routing Protocols," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 40, no. 10, pp. 118–124, 2002.
- [7] Fortz B., "On the evaluation of the reliability of OSPF routing in IP networks," 2002.
- [8] Ishiguro K.; Manral V.; Davey A. and Lindem A., "Traffic Engineering Extensions to OSPF Version 3," *IETF RFC5329*, 2008.
- [9] Harrison J.; Berger J. and Bartlett M., "IPv6 Traffic Engineering in IS-IS," *IETF RFC6119*, 2011.
- [10] L. Y. Becerra and J. J. Padilla, "An approach to support traffic engineering in IPv6 networks based on IPv6 facilities," *Telecommun. Syst.*, pp. 1–17, 2019, doi: <https://doi.org/10.1007/s11235-018-00543-7>.
- [11] Becerra L.Y.; Bañol J.L. and Padilla J.J., "Un estudio sobre algoritmos basados en restricciones: objetivos ingeniería de tráfico y calidad de servicio," *Entre Cienc. e Ing.*, vol. 11, no. 21, pp. 103–111, 2017.
- [12] Farinacci D.; Meyer D.; and Lewis D., "The Locator/ID Separation Protocol (LISP)," *IETF RFC6830*, p. 70, 2013.
- [13] Saucez D.; Donnet B.; Iannone L. and Bonaventure O., "Interdomain Traffic Engineering in a Locator/Identifier Separation Context.," *IEEE Internet Netw. Manag. Work.*, 2008.
- [14] Li K.; Wang S. and Wang X., "Edge Router Selection and Traffic Engineering in LISP-Capable Networks," *IEEE J. Commun. Networks*, vol. 13, no. 6, pp. 612–620, 2011.
- [15] S. and W. Li, K., Wang, S., Xu, "ERMAO: an Enhanced Intradomain Traffic Engineering Approach in LISP-capable Networks.," *IEEE Glob. Telecommun. Conf. - GLOBECOM*, 2011.
- [16] Herrmann D.; Turba M.; Kuijper A. and Schweizer I., "Inbound Interdomain Traffic Engineering with LISP.," *39th Annu. IEEE Conf. Local Comput. Networks*, pp. 458–461, 2014.
- [17] Jeong T.; Liy J.; Hyun J.; Yoo J. H. and Hong J. W. K., "Experience on the development of LISP-enabled services: An ISP perspective," *Proc. 2015 1st IEEE Conf. Netw. Softwarization*, pp. 1–9, 2015.
- [18] Nguyen H. D. D. and Secci S., "LISP-EC: Enhancing LISP with Egress Control.," *IEEE Conf. Stand. Commun. Netw.*, 2016.
- [19] Filsfils C.; Previdi S.; Ginsberg L.; Decraene B.; Litkowski S. and Shakir R., "Segment Routing Architecture," *IETF RFC8402*, p. 32, 2018.
- [20] Deering S.; and Hinden R., "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification," *IETF RFC8200*, p. 40p, 2017.
- [21] Chakravorty S., "Challenges of IPv6 Flow Label implementation," *Proc IEEE MILCOM2008*, 2008.
- [22] Chakravorty S.; Bush J. and Bound J., "IPv6 Label Switching Architecture," *Work Prog.*, 2008.
- [23] Balbinot L.; Andrade M.; De Tarouco L. and Roesler V., "IP Next Generation Label Switching," *IEEE Work. IP Oper. Manag.*, pp. 21–25, 2002.
- [24] A. Farrel, "Overview and Principles of Internet Traffic Engineering," *Draft Internet*, [Online]. Available: [draft-ietf-teas-rfc3272bis-22](https://datatracker.ietf.org/draft-ietf-teas-rfc3272bis-22).
- [25] P. L. D. Farinacci, M. Kowal, "LISP Traffic Engineering Use-Cases," *Draft Internet*, [Online]. Available: [draft-ietf-lisp-te-12](https://datatracker.ietf.org/draft-ietf-lisp-te-12).

Line Yasmín Becerra Sánchez. Es Ingeniera Electrónica, Especialista en Telecomunicaciones. Magíster en Ingeniería. Doctora en Ingeniería, en el área Telecomunicaciones de la Universidad Pontificia Bolivariana. Es docente de la Universidad Católica de Pereira y pertenece al Grupo de Investigación Entre Ciencia e Ingeniería. Sus áreas de interés son: Telecomunicaciones, Ingeniería de tráfico, Enrutamiento, Internet, IPv6, MIPv6, HMIPv6. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0514-3919>.