

BALANCEO DE CARGA EN REDES DE CONMUTACIÓN DE ETIQUETAS CON RSLB Y TLSB

Luis Alejandro Beltrán Castañeda

Estudiante Ingeniería Electrónica
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
alejandro.beltranc@setcolombia.com
Bogotá, Colombia

Danilo Alfonso López Sarmiento

Magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones
Docente planta de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas
dalopezs@udistrital.edu.co
Bogotá, Colombia

Octavio José Salcedo Parra

Magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones
Docente planta de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas
osalcedo@udistrital.edu.co
Bogotá, Colombia

Tipo: Artículo de investigación

Fecha de Recepción: Junio 12 de 2012

Fecha de Aceptación: Agosto 9 de 2012

LOAD-BALANCING WITHIN A LABEL-SWITCHING NETWORK USING RSLB AND TLSB

ABSTRACT

A relevant subject of study in current communication-networks research is the so called traffic engineering (TE), which allows optimizing resources and improving network operation. Within the field of TE, special attention is drawn to load-balancing, which is a set of techniques intended to find existing parallel routes between various pairs of ingress and egress nodes so that different information flows are suitably distributed throughout the network. Such techniques contribute to reducing link congestion by routing and controlling traffic based on the available resources of a given backbone environment. The present paper summarizes research results obtained from integrating two load-balancing algorithms (namely TLSB and RSLB) in an MPLS network, involving TE in terms of functionality and capacity.

Key words: load balancing, traffic engineering, MPLS, RSLB, TLSB.

RESUMEN

Un aspecto importante en el estudio y la investigación actual a nivel de redes de comunicaciones, es el relacionado con la Ingeniería de Tráfico (TE), ya que posibilita la optimización en el uso de los recursos y mejora la operabilidad de la red. Un tema considerado por la TE dada su importancia y aplicabilidad es el Balanceo de carga, el cual utiliza rutas paralelas existentes entre nodos de ingreso y egreso para distribuir los flujos de información transmitidos en la red, lo que contribuye a la disminución de la congestión a través del ruteo y control de tráfico de acuerdo a los recursos existentes en los entornos backbone. Este artículo presenta los resultados encontrados al integrar los algoritmos de balanceo TLSB y RSLB en una red MPLS incluyendo TE a nivel de rendimiento y funcionalidad.

Palabras claves: balanceo de carga, ingeniería de tráfico, MPLS, RSLB, TLSB.

1. INTRODUCCIÓN

La demanda de mayores anchos de banda gracias a las nuevas tecnologías de comunicación convergente para usuarios domésticos y empresariales de todo tipo ha llevado a los operadores y proveedores de enlaces de datos a incrementar la cantidad de canales de comunicación y las capacidades de transmisión de los mismos haciendo imprescindible la utilización de sistemas y protocolos que permitan la aplicación de esquemas de gestión y manejo de flujos de datos.

MPLS es una solución común y estándar para el transporte de información en backbone para redes [5] ya que incluye aspectos relacionados con la evaluación y optimización del desempeño de las redes IP operativas [1] y que se relacionan con la TE. Paralelamente la distribución adecuada del tráfico que ingresa a la red, es una de las tareas mas importantes desde el punto de vista de la TE [4].

Este proceso se conoce como balanceo de carga el cual contribuye notablemente a la reducción de problemas de congestión de la red y a utilizar de forma mas apropiada los enlaces disponibles dentro del core. El hecho de combinar todas estas características puede llegar a generar nuevos modelos y estructuras que soporten la distribución adecuada y equilibrada de tráfico con garantías de calidad de servicio obteniendo de esta manera caminos más óptimos a destinos. Este artículo propone la integración de técnicas de balanceo ofrecido por algoritmos con MPLS para que sea evaluado por la comunidad científica.

2. ALGORITMOS DE BALANCEO DE CARGA

La gran mayoría de los inconvenientes presentes en las redes actuales que impiden lograr un adecuado balanceo de carga tienen relación con el algoritmo de enrutamiento que utilizan, el cual fundamentalmente es el algoritmo del camino más corto (shortest path). Con este algoritmo, cada paquete que entra en la red buscará el camino de menor número de saltos que

le permita alcanzar el destino, el cual regularmente para todos los paquetes es el mismo, así existan en la red otros caminos con mayor número de saltos pero mucho mas rápidos. Esto degrada el funcionamiento de la red en aspectos como: la congestión que se produce sobre el enlace de la ruta mas corta; la sobre utilización de unos enlaces en tanto otros están sub utilizados; y la disminución del throughput efectivo de la red [7].

Dentro de las propuestas de balanceo de carga con el fin de hacer una distribución más equitativa del flujo a través de la red se encuentran RSLB y TLSB los cuales están basados en comparaciones de variables referentes a la topología y recursos disponibles sobre el dominio de la red [2] (que para este caso es MPLS).

2.1. Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo que se modelaron para la inclusión de TLSB y RSLB en entornos MPLS se aprecian a continuación:

2.1.1. TLSB (Topology-based static load balancing algorithm) + MPLS

En este caso lo primero que se debe conocer es la información de las rutas o LSPs [6] disponibles sobre el dominio en un arreglo de datos, además de la capacidad de ancho de banda disponible de cada uno e información sobre el requerimiento de utilización de canal para el envío del flujo de datos.

El algoritmo TSLB valida el requerimiento de canal para la transmisión de la información y lo compara con la capacidad disponible del primer LSP del arreglo; en caso de que la capacidad de este satisfaga la necesidad de ancho de banda para la transmisión, el trafico se enruta a través de dicho camino de acuerdo al flujograma mostrado en la figura 1. Es importante destacar que los algoritmos de balanceo de carga se aplican en los enrutadores o LER de ingreso donde se realiza el procesamiento de la información que ingresa a la nube MPLS.

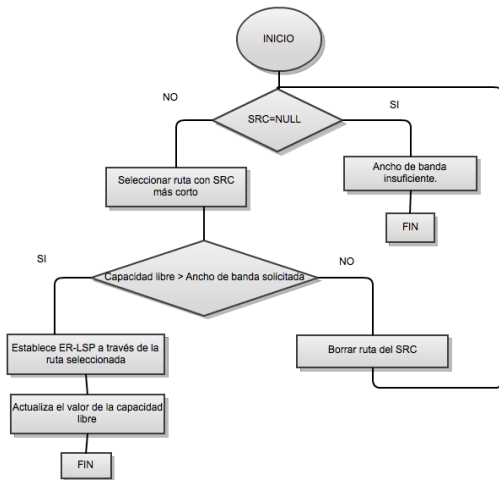


Figura 1. Flujoograma TSLB.

2.1.2. RLSB (Resource-based static load balancing algorithm)+MPLS

En esencia manejan la misma secuencia lógica de comparación entre requerimiento de canal para la transmisión de datos y la capacidad disponible en cada una de las posibles rutas con la diferencia que RSLB selecciona las rutas en orden ascendente de tamaño, con el fin de elegir una ruta con una capacidad disponible cercana al requerimiento de tráfico en aras de mantener los canales con mayor capacidad disponibles para posibles envíos de grandes cantidades de información. Los pasos lógicos implementados se muestran en el flujoograma de la figura 2.

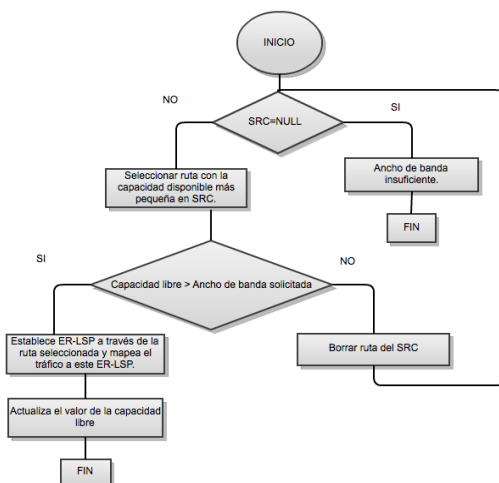


Figura 2. Flujoograma TSLB.

3. APLICACIÓN DE LOS MODELOS, ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la simulación de los modelos propuestos se usó la topología de red de la figura 3 haciendo uso de NS-2. Se obtuvieron datos cuantitativos que dan una visión del comportamiento a nivel de eficiencia, practicidad, rendimiento y beneficios.

En las simulaciones se generó tráfico tipo CBR (rata de bits constante) y se definieron procedimientos en los cuales se aplica la lógica de RSLB [3] y TSLB de acuerdo a las figura 1 y 2.

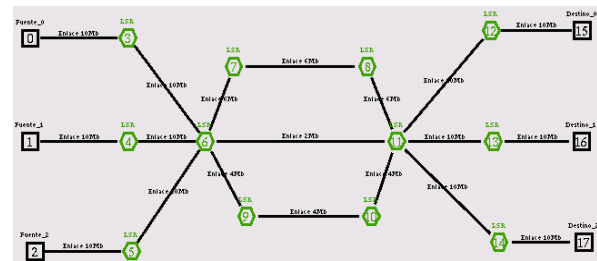


Figura 3. Topología de la simulación.

Una vez conocida la ruta devuelta por el algoritmo de balanceo de carga se uso la definición de rutas.

Específicamente se diseño la red de forma que pudieran evaluarse al menos cuatro escenarios bien definidos:

1. Envío de datos SIN TE (con perdida de datos).
2. Envío de datos con TSLB y perdida de datos debido al método de asignación de rutas propia del algoritmo.
3. Envío de datos con TSLB sin perdida de datos ni saturación en la red gracias a la manipulación de la secuencia de envío.
4. Envío de datos con RSLB SIN perdidas de datos en todas las secuencias posibles de generación de trafico.

Puntualmente se enfatizó el análisis de resultados en las variables: Jitter y Throughput sin aplicar y aplicando balanceo de carga.

Debido a su arquitectura TSLB y RSLB permi-

ten una mejor utilización de los canales disponibles evitando así pérdidas de paquetes y por ende aumentando el Throughput efectivo en los nodos destino y reduciendo la demora promedio en la transmisión de la información no solo debido a la eliminación de esperas en recepción de datos por efectos de encolamiento (por saturación) y re-transmisión, sino por la mejor asignación de los canales disponibles.

Los valores de Jitter son interesantes para analizar el rendimiento de estos algoritmos de balanceo de carga pues da la métrica sobre la variación en tiempo de transmisión y llegada de paquetes. Revisando los resultados de Distribución de la variación del retardo y variación del retardo vs tiempo para el esquema de transmisión de información sin ingeniería de tráfico (figura 4 y 5) se puede ver un fenómeno algo curioso pero completamente predecible: el Jitter para transmisión sin TE es el mas bajo, alcanzando en sus picos máximos un valor inferior a los 3,5ms.

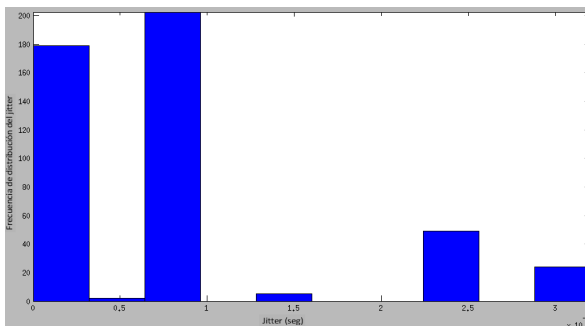


Figura 4. Distribución de jitter sin TE.

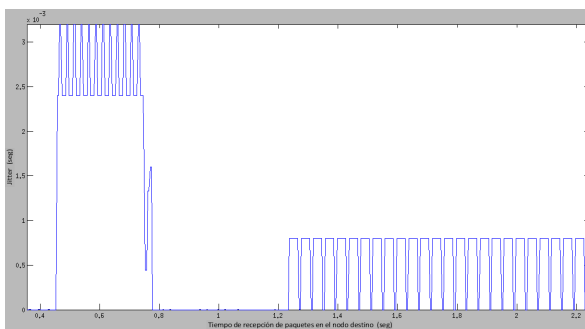


Figura 5. Jitter vs tiempo sin TE.

Este fenómeno se debe a que todos los paquetes de datos en este escenario se envían por la

ruta más corta de la red [8] y aún cuando existen pérdidas de datos exageradamente altas, los paquetes recibidos mantienen una distribución uniforme en cuanto a las diferencias de tiempo entre cada paquete y la variación en el tiempo de transmisión y recepción de datos es mínima pues todos los flujos se envían por el mismo camino.

Ahora bien, al momento de realizar aplicación de algoritmos de ingeniería de tráfico y balanceo de carga sobre la red el Jitter empieza a aumentar de forma considerable, y es allí donde se debe analizar cual de los algoritmos y en cual escenario es el más eficiente en cuanto a Jitter se refiere.

Revisando el esquema de balanceo con TSLB en un entorno con pérdidas de datos (figura 6 y 7) se observa un valor máximo de Jitter por encima de los 0,17s; revisando la distribución la mayoría de los bloques transmitidos mantienen este valor.

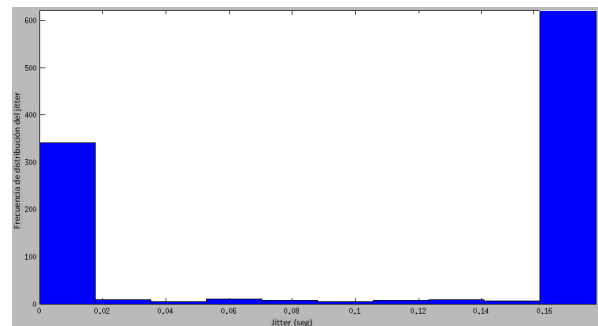


Figura 6. Distribución de jitter en TSLB con pérdidas.

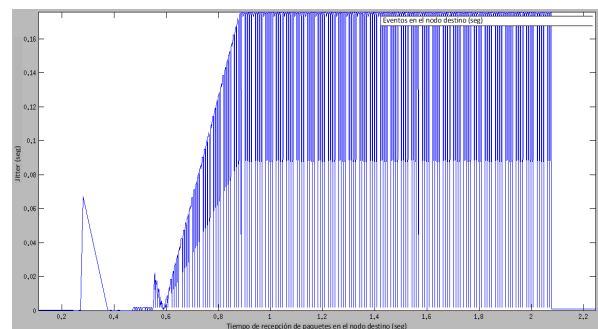


Figura 7. Jitter vs tiempo en TSLB con pérdidas.

Se puede ver la tremenda diferencia de estos valores comparados con una transmisión sin

TE (mas de 48 veces por encima) pero este resultado era de esperar pues en este caso ya se esta aplicando el algoritmo para distribuir las cargas por los canales haciendo que los bloques de datos recorran rutas diferentes.

Ahora analizando el Jitter en la transmisión con TSLB sin perdidas de datos, se observa un cambio tanto en la distribución como en Jitter contra tiempo (figura 8 y 9), aquí se detalla como el valor pico se reduce hasta los 0,066s aproximadamente y adicionalmente la distribución muestra una inclinación pronunciada hacia valores muy bajos (0,002s) haciendo que el promedio del Jitter sea mínimo, en comparación con el mismo algoritmo en casos de perdida de paquetes por asignación ineficiente de rutas.

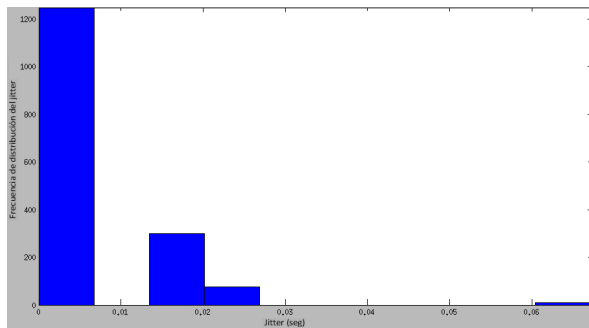


Figura 8. Distribución de Jitter en TSLB.

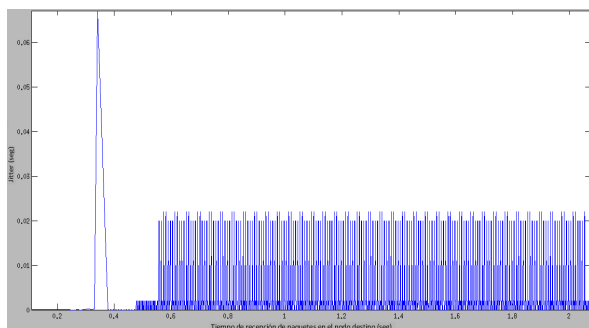


Figura 9. Jitter vs tiempo en TSLB.

Aún más interesante es la distribución de Jitter y su comportamiento en el tiempo (figura 10 y 11) para RSLB con cualquier orden en la generación de tráfico. Aquí se concluye que los valores máximos bajan hasta los 0,045s y la distribución se inclina hacia valores muy bajos (0,004s) y valores intermedios (0,02s) llevando así el valor promedio de Jitter al nivel mas

bajo entre los 3 escenarios de balanceo de carga, acercándose incluso a los valores encontrados en el esquema de transmisión de datos sin ingeniería de trafico en la red.

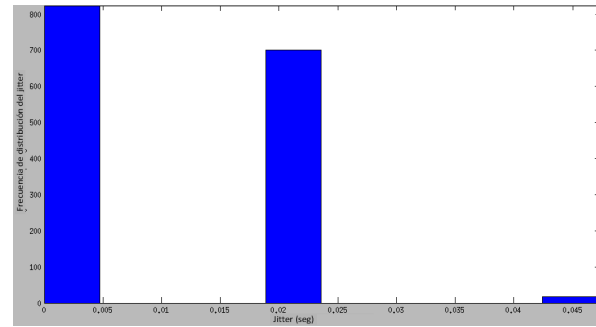


Figura 10. Distribución de Jitter en RSLB.

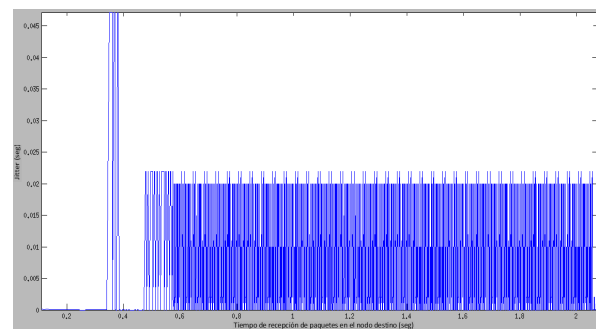


Figura 11. Jitter vs tiempo en RSLB.

En el caso de TSLB con perdidas de datos vemos como debido a la incorrecta asignación de rutas, el trafico mas grande presenta un Throughput efectivo de 2Mb/s correspondiente a la capacidad máxima de la ruta asignada por el algoritmo, en cambio en RSLB el mismo flujo de datos presenta 5Mb/s, es decir el 100% del tráfico generado.

Por último revisando el Throughput (figura 12 y 13) como la cantidad de información efectiva recibida en los nodos destino, se observa el efecto de tener una asignación mas eficiente de las rutas, el cual se traduce en el aumento del Throughput, de hecho en los escenarios simulados el balanceo de carga aplicando el algoritmo TSLB y RSLB el Throughput en los nodos de llegada alcanza los valores máximos esperados, mostrando un 100% de efectividad en el envío de datos.

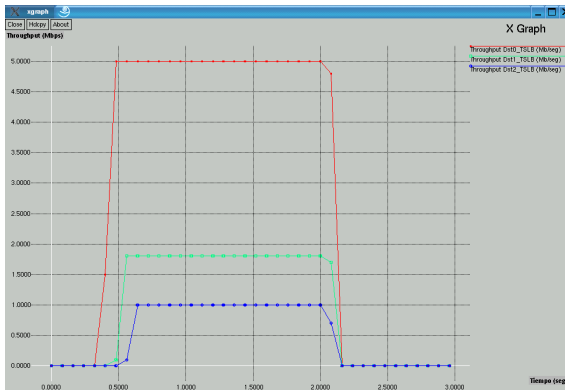


Figura 12. Throughput vs tiempo en TSLB.

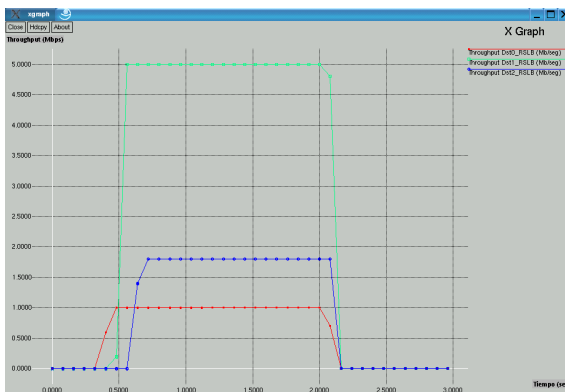


Figura 13. Throughput vs tiempo en RSLB.

4. CONCLUSIONES

Las pruebas realizadas y las simulaciones ejecutadas demuestran la importancia de utilizar

algoritmos de balanceo de carga para aumentar de la eficiencia de la red en cuanto a utilización de recursos y mejoramiento de las variables de la red.

Es claro que RSLB presenta el mejor comportamiento en cuanto a asignación eficiente de rutas y mejoramiento de parámetros y tiempos sobre la red MPLS en comparación con TSLB que claramente presenta falencias en la asignación adecuada de los LSPs.

Aun con TSLB y RSLB como aproximaciones acertadas al balanceo eficiente de cargas en redes MPLS, existen otros algoritmos que podrían tener ventajas considerables y que podrían aumentar aun más la eficiencia de la red y eliminar perdidas de datos debido a saturaciones o asignaciones erróneas en las rutas sobre el dominio MPLS, haciendo uso de herramientas de análisis de información mas complejas y procedimientos de división de trafico que no existen en TSLB y RSLB como lo es MATE el cuál será tema de trabajo en próximas investigaciones.

TSLB y RSLB son dos algoritmos que pueden llegar a ser implementables a nivel real en redes MPLS, donde una de las ventajas sería los bajos costos de procesamiento y posibilidad de aplicación en entornos con pocos recursos de cómputo y procesamiento.

Referencias Bibliográficas

- [1] D. Awduche y otros cuatro Autores, Overview and principles of Internet traffic engineering, RFC 3272. [En línea], consultado en Mayo 10 del 2011, disponible en: <http://tools.ietf.org/html/rfc3272>.
- [2] J. Arco, A. García, J. Carral, G. Ibáñez; BSO algoritmo de reparto de tráfico para MPLS-TE. [En línea], consultado en Marzo 10 del 2011, disponible en https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof28259/publicaciones/jitel%2007.pdf.
- [3] Y. Gang, C. Yunqing, W. Yueming, N. Shizhong; A distributable traffic-based MPLS dynamic load balancing scheme, IEEE Communications, p.p: 684-689, 2005.
- [4] L. Keping, Z. Zhongshan, C. Shiduan; Load balancing algorithms in MPLS traffic engineering, high performance switching and routing, IEEE Workshop, p.p: 175-179, 2001.
- [5] S. Kuribayashi, S. Tsumura; Optimal LSP selection method in MPLS networks, Communications, Computers and Signal

- Processing, IEEE Communications, p.p: 371-374, 2007.
- [6] L. Kyeongja, T. Armand, R. Ahmed; Hybrid multipath routing algorithm for load balancing in MPLS based IP network, AINA'06, Vol. 1, p.p:165-172, 2006.
- [7] D. Radu, D. Sanda; Provinding quality of service to Internet applications using multiprotocol label switching, Grado Doctor School of Electronic Engineering – DCU, Faculty Engineering, 2006.
- [8] S. Schnitter, T. Morstein, M. Horneffer; Combining LDP measurements and estimation methods for traffic matrices in IP/MPLS networks, IEEE Telecommunications Network, p.p: 1-5, 2006.