

# Aplicación y adaptación del método end to end para mejorar el uso de los recursos y el desempeño de redes de cómputo

Marchena M. Misael, Domitsu K. Manuel y Solís G. Ricardo T.

**Resumen.**—¿Qué sucede cuando se presentan los problemas de desempeño en la red? máxime cuando ya hemos agotado todos los recursos disponibles para aislar el fallo y hemos fracasado, sin duda alguna es una situación que se nos ha presentado, sobre todo en las redes complejas de hoy en día que no se limitan a la infraestructura local o propia. A través de esta investigación se analizó dicha problemática adaptando el método “end to end” para ser aplicado en el equipo del usuario final de red, método propuesto por algunas de las compañías de monitoreo y análisis de configuración, fallos y desempeño en redes actuales. La principal aportación de la investigación radica en la adaptación del método end to end, con el fin de utilizarlo para mejorar el uso de los recursos de red y dar así solución a problemas comunes que afectan el desempeño de la red.

**Palabras clave.**—Método end to end, redes de computo

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las redes de cómputo experimentan un crecimiento sin precedentes en el ámbito mundial, la aparición del Internet y las necesidades de desarrollo de sistemas de información, bases de datos más eficientes y el vertiginoso crecimiento del poder de cómputo en las PC, han llevado a las redes de área local, al límite de sus capacidades en cuanto a su rendimiento.

Esto demanda el trabajo constante por parte del administrador de red y su equipo de trabajo, ya que si la red no proporciona los servicios de manera oportuna y eficiente no justifica su razón de ser.

En este contexto el presente proyecto de investigación se plantea como objetivo principal, aplicar el método end to end adaptado para la medición de parámetros de desempeño de red en el equipo del usuario final, con el fin de detectar y resolver diversos tipos de fallos que limitan la eficiencia en los equipos y de esta forma contribuir en la mejora del desempeño de la red, en

su función como herramienta de soporte a las principales actividades de la comunidad universitaria, así mismo suplir, a través de este proceso de una útil, novedosa y eficaz herramienta para la administración de fallos, configuración y desempeño de redes.

## II. DESARROLLO

Hoy en día las redes de cómputo ayudan a los integrantes de una organización a lograr un flujo de información más oportuno y menos costoso, aunque se conoce que el óptimo funcionamiento de las redes depende directamente de una buena administración de los recursos disponibles y particularmente del monitoreo de su desempeño, de no ser así se incurre en periodos prolongados de ineficiencia en los cuales el trabajo de las organizaciones se ve claramente afectado, ésta es una tendencia que se agudiza a medida que las redes de cómputo se han tornado más extensas y por lo tanto más complejas (Robles, 2000) [1].

El proceso de administrar redes de cómputo es conceptualizado de manera diferente para diversas organizaciones, ya que para algunos implica, a un individuo solitario que supervisa la actividad de la red con un analizador de protocolos, para otros puede ser una base de datos distribuida, o un auto sondeo de dispositivos de conectividad y estaciones de trabajo, que generan gráficas estadísticas en tiempo real de los cambios de la topología y el tráfico de la misma.

En general se puede inferir que a todo ese conjunto de herramientas, acciones, aplicaciones, y dispositivos, operados por individuos que proporcionan este servicio se le denomina proceso de administración de redes, el cual podemos clasificar en diversos modelos, entre los más importantes tenemos el modelo TMN (Telecommunications Management Network) de la ITU y el modelo OSI-NM (Network Management). Ambos modelos dividen la administración de una red en áreas funcionales definiendo de esta forma una estructura organizacional con tareas bien definidas, coincidiendo ambos modelos en una clasificación de cinco áreas que son:

- Administración de la configuración.
- Administración de fallos.
- Administración del desempeño.
- Administración de la seguridad.
- Administración de la contabilidad.

Aunque de todas estas áreas depende directamente el buen funcionamiento de las redes de cómputo actuales, en esta investigación abordamos la administración del desempeño, configuración y fallos, con el fin de indagar los principales

Manuscrito recibido el 4 de Julio de 2006 Este trabajo fue respaldado por el departamento de Ing. Eléctrica y Electrónica del Instituto Tecnológico de Sonora

Solís T. Ricardo hasta la fecha se ha de desempeñado como Coordinador de Carrera del Instituto Tecnológico de Sonora en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Instituto Tecnológico de Sonora; Ave. Antonio Caso S/N Col. Villa ITSON; Ciudad Obregón, Sonora, México; C.P. 85138; C.P. 85130; Tel: (644) 4109000, ext. 121; Fax: (644) 4109001.(e-mail [rsolis@itson.mx](mailto:rsolis@itson.mx))

Domitsu k. Manuel hasta la fecha se ha de desempeñado como Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Sonora en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Instituto Tecnológico de Sonora; Ave. Antonio Caso S/N Col. Villa ITSON; Ciudad Obregón, Sonora, México; C.P. 85138; C.P. 85130; Tel: (644) 4109000, ext. 101; Fax: (644) 4109001.(e-mail [jperez@itson.mx](mailto:jperez@itson.mx))

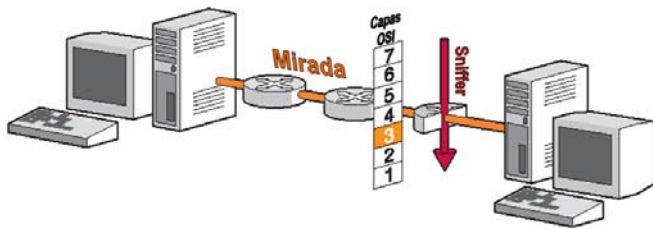


Fig. 1 Comparación del método end to end y métodos tradicionales de monitoreo.

parámetros que influyen en el desempeño de las redes actuales, para poder medirlas y ponerlas a disposición del administrador de redes, el cual las analizará y tomará las acciones necesarias para que el funcionamiento de la red se pueda mantener a un nivel aceptable (Ford y Kim, 1998) [2].

Algunos ejemplos de estas variables de desempeño que se plantean con valores mínimos en los requerimientos establecidos en los manuales de operación del sistema de telefonía sobre IP de la red ITSON (Avaya communications, 2001) [3] son:

- El retardo, delay o latencia que tiene que ver con el tiempo requerido para enviar un paquete entre dos puntos de la red.
- La variación del retardo o jitter.
- El throughput o la tasa de transmisión real que depende del ancho de banda y el porcentaje de utilización del mismo entre otros.

Por este motivo los parámetros seleccionados para medir el desempeño de la red en esta investigación son:

- Throughput.
- Latencia.
- Paquetes perdidos.
- MTU máximo.

Estas variables describen de manera general el desempeño de redes de convergencia (voz, datos y video) como lo es la red ITSON.

#### Métodos de monitoreo de redes

En los modelos de monitoreo tradicionales más utilizados actualmente (esto incluye Sniffers, SNMP, entre otros) el proceso de detección de fallas está basado sólo en herramientas que incluyen para su análisis una muestra de tráfico en un punto de la red conocido con el término anglosajón pinpointing, el cual incluye el barrido de las 7 capas del modelo OSI de manera vertical desde la capa de aplicación hasta la capa física como se muestra en la Figura 1 en color rojo, esto implica una gran cantidad de datos si este proceso se realiza en tiempo real, es por eso que regularmente estos métodos realizan capturas discretas, para generar a partir de esto el análisis requerido, sobre todo cuando necesitamos conocer el estado que guarda un enlace de comunicación de alta velocidad (Apparent Networks, 2003)[5].

Una tendencia en las técnicas de monitoreo modernas es el utilizar la método end to end para el análisis del desempeño de todo tipo de redes, el cual utilizamos en el desarrollo de una investigación adaptándolo a través del uso de software de

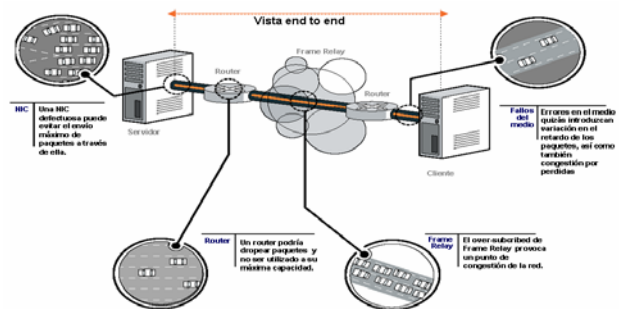


Fig. 2 Elementos que afectan la vista horizontal de la ruta end to end.

monitoreo y configuración de parámetros de red como:

NetDoppler de la compañía WildPackets, IPNetTuner de la compañía Sustentable Softworks, 3Com 3C90X NIC Diagnostic Program Test de la compañía 3Com, y TCP Optimizer de la compañía Speed Guide Inc.

El método end to end utiliza una visión holística del proceso de monitoreo, ya que realiza las mediciones con la red en operación, observando la red de la misma forma en que la aplicación mira la infraestructura de red instalada, esto es, de forma horizontal registrando el flujo de datos de todas las operaciones que suceden entre el programa del nodo que envía los datos por medio de una interfaz de programación (API) y el otro programa del nodo que recibe los datos por medio de una API como se puede observar en la Figura 1 en color naranja.

Algo que se puede destacar es que el método permite encontrar y diagnosticar problemas de desempeño de manera rápida y remota, sin necesidad de dispositivos o agentes remotos, sin impactar significativamente el desempeño de la red, aunque ésta no sea una red propia (como lo es el caso de las redes públicas como Internet). Esto se debe a que los algoritmos de análisis del método están basados en mediciones de capa 3 como se muestra en la Figura 1 en color naranja.

Medir en la capa IP, permite al método el acceso completo a la ruta de red end to end. Esta vista end to end está definida por la máquina del usuario final en un extremo de la red, la cual es conectada de manera continua por la ruta de capa 3 que incluye muchos dispositivos físicos y el mismo medio. Por lo cual podemos decir que es la misma red que la aplicación utiliza en su proceso de transmisión de paquetes, la cual comienza por la API del sistema operativo conectado a la red, continúa hacia abajo a través del controlador de la NIC; viaja por el medio físico, pasando a través de los hubs, conmutadores, y compuertas (cada uno con sus NIC, controladores conectores y cables); para finalmente llegar al host destino, donde camino arriba, pasa a través de la NIC, el controlador y sistema operativo de la aplicación destino.

Cada elemento de esta ruta puede ser una limitante potencial que influya en el pobre desempeño, por ejemplo, un controlador de NIC obsoleto o con bugs puede causar la pérdida de paquetes, un cable de red hecho con mala calidad puede provocar que sea más vulnerable al ruido electromagnético causando retardos y paquetes perdidos, como se muestra en la Figura 2.

Algunos de los efectos negativos más comunes encontrados en la red con esta metodología de monitoreo son:

- Desajuste dúplex.
- Conflictos MTU.
- Mala configuración de pila de protocolos TCP/IP.
- Bajo desempeño en NICs.

### Metodología de la investigación

La metodología utilizada en este proyecto se basa en la aplicación y adaptación del método de monitoreo y medición de redes end to end, resaltándose las siguientes fases del proceso:

Proponer al Departamento de Tecnologías y Servicios de Informática (DTSI) del ITSON Aplicar la adaptación del método end to end para detectar diversos tipos de fallas que limitan la eficiencia de los equipos del usuario final en el Centro de Informática y Servicios de Cómputo (CISCO) como una prueba piloto y realizar el análisis preliminar de la red.

Obtener toda la información disponible de características y configuración de parámetros de red definidos en el equipo del usuario final, así como las características generales y la configuración en la que están operando los dispositivos de interconexión de red que estén relacionados con los nodos de usuario final analizados.

Elaborar las pruebas bajo el método a adaptado para determinar el estado actual de desempeño entre pares nodos de red, específicamente en la red CISCO, así como comprobar la confiabilidad del método adaptado en la detección de problemas de red.

Determinar y analizar en base a los datos obtenidos los posibles tipos de fallos que comúnmente provocan que los recursos del equipo del usuario final de la red no sean utilizados al 100% de la capacidad instalada.

Implementar alternativas para corrección de fallos que sean aplicables a las problemáticas diagnosticadas en los pares de nodos analizados.

Elaborar de nuevo las pruebas bajo el adaptación del método propuesto, para determinar el estado final de desempeño entre los mismos pares nodos de la red procurando registrar condiciones similares de tráfico en la red.

Evaluar y sustentar el método end to end adaptado en base a los resultados obtenidos, para determinar si esta herramienta es efectiva para la administración de configuración, fallos y desempeño, que permita detectar y solucionar problemas que impacten en la mejora del desempeño de los equipos del usuario final en el CISCO y por consecuencia sea factible aplicarlo en otras áreas de la red ITSON.

Determinar en base al desarrollo de la metodología de investigación y los resultados obtenidos en la aplicación de la adaptación del método end to end a los equipos del usuario final del CISCO, cuales fueron las principales mejoras en el desempeño de los equipos y el impacto que se obtendría al aplicar la metodología en otras áreas de la red ITSON.

Para las diferentes etapas de adaptación la metodología end to end, se utilizó el software NetDoppler de WildPackets, IPNetTuner de Sustentable Softworks, y el TCP Optimizer de Speed Guide, los cuales realizan mediciones de los parámetros de red seleccionados utilizando para ello la capa 3 del modelo de referencia OSI.

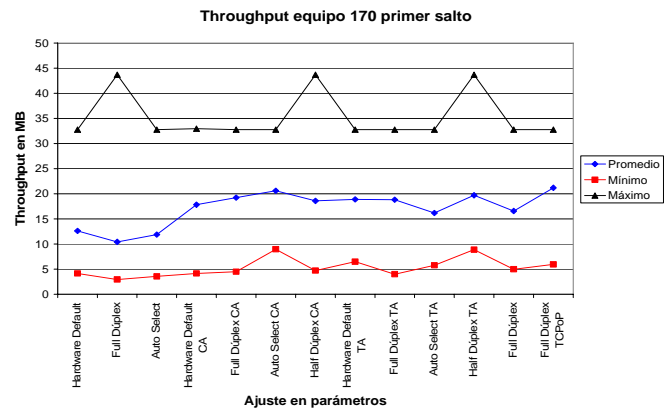


Fig. 3 Gráfica de incremento en el throughput equipo 170 primer salto.

### Resultados observados en la aplicación del método end to end adaptado.

El método se aplicó en una prueba piloto en equipos del Centro de Informática y Servicios de Cómputo del ITSON los cuales presentan las siguientes características:

- Equipo de prueba 1
- Marca Lanix.
- Sistema operativo Windows 98 SE.
- Procesador Intel Pentium III de 450 MHz.
- Memoria RAM de 256 MB.
- NIC 3Com EtherLink 10/100 modelo 3C905C-TX montada en bus PCI.

#### Equipo de prueba 2

- Marca Lanix.
- Sistema operativo Windows XP Profesional.
- Procesador Intel Pentium III de 450 MHz.
- Memoria RAM de 512 MB
- NIC 3Com EtherLink 10/100 modelo 3C905C-TX montada en bus PCI.

Para el caso del primer equipo que opera en la plataforma Windows 98 SE, el primer salto que dan los paquetes del equipo de prueba a la compuerta de salida, el parámetro throughput registró un incremento de 68% en relación a su estado inicial, una vez aplicada la el método end to end adaptado, como se muestra en la gráfica de la figura 3.

La configuración de parámetros utilizada para cada medición recavada en las gráficas son las siguientes:

- Hardware Default: la configuración corresponde a la establecida por omisión y representa el estado inicial de los parámetros a medir con respecto a los parámetros throughput y latencia.
- Full Duplex: en configuración full dúplex se realizan las mediciones modificando los parámetros de configuración dúplex a modo full, vía las opciones permitidas por el sistema operativo de red utilizado.
- Half Duplex: en configuración half dúplex se realizan las mediciones modificando los parámetros de configuración dúplex a modo half, vía las opciones permitidas por el sistema operativo de red utilizado.

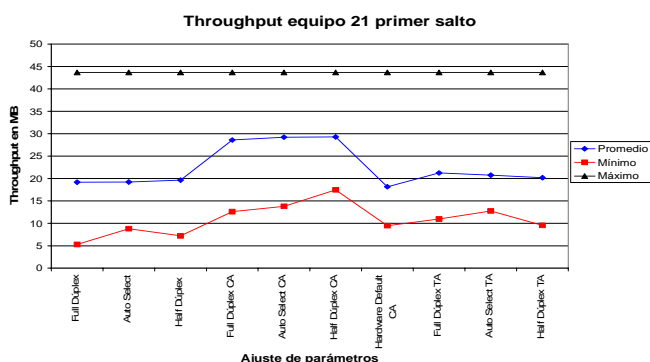


Fig. 4 Gráfica de incremento en el throughput equipo 21 primer salto.

- Auto Select: en la configuración Auto Select se efectúan las mediciones modificando los parámetros de configuración dúplex en modo auto seleccionado, vía las opciones permitidas por el sistema operativo de red utilizado.
- Full Dúplex TCPoP: es la medición que se efectúa una vez modificados los parámetros TCP/IP a través del software TCPOptimizer.

Todas las mediciones de parámetros se repiten para actualización de controladores de NIC, configuración de parámetros de NIC a nivel físico y configuración de parámetros TCP, como se observa en las gráficas. Para el caso del parámetro latencia se observó que los cambios realizados a través de la aplicación de la metodología no afectaron de forma significativa a los valores que comúnmente se tienen el parámetro latencia. En el segundo salto del primer equipo, de manera similar al primer salto se observó un incremento en el parámetro throughput del 40% en relación a su valor de inicio y el parámetro latencia no mostró variación significativa.

Para el caso del segundo equipo en plataforma Windows XP, en el primer salto a la compuerta de salida el throughput mostró un incremento menor que el equipo en plataforma Windows 98 SE, el cual fue de 5% en relación a su estado inicial una vez aplicada la metodología end to end, como se muestra en la gráfica de la figura 4.

Para el caso de la latencia se observó que los cambios realizados a través de la aplicación de la metodología no afectaron de forma significativa a los valores que comúnmente se tienen de latencia.

En el segundo salto al servidor DNS del segundo equipo de manera similar al primer salto se observó un pequeño incremento en el throughput del 10% en relación a su valor de inicio y la latencia no mostró variación significativa.

### III. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

De manera específica y concreta la principal aportación de este trabajo de investigación radica en la adaptación del método end to end, con el fin de utilizarlo para mejorar el uso de los recursos de red y dar así solución a problemas de desempeño de la red.

En los que respecta a la hipótesis de investigación que se planteó, se encontró que la optimización de parámetros de configuración de los recursos de red en el equipo del usuario final, a través de la detección y solución de fallos auxiliado por el método end to end adaptado, impacta de manera significativa en el rendimiento efectivo del equipo del usuario final de la red.

Generándose para los casos analizados en la investigación un mayor impacto a través de:

- En primer término, en la actualización de controladores de red, ya que en todos los casos analizados los equipos mostraron una mejora significativa al realizar los ajustes correspondientes.
- En segundo término, la configuración de parámetros TCP/IP. Es importante mencionar que existe la posibilidad de lograr un mayor impacto a través de la manipulación individual de cada uno de los parámetros de la pila TCP/IP, ya que en esta investigación sólo se utilizó la propuesta de mejora sugerida por el software TCP Optimizer como configuración óptima.
- En tercer término, la configuración dúplex a nivel de hardware y software. Para el caso específico de este ajuste podemos comentar que no se registraron desajustes dúplex en la configuración de la infraestructura de red del Centro de Informática y Servicios de Cómputo, las variaciones registradas fueron provocadas por el mismo ajuste en la configuración de pruebas lo que fue suficiente para mostrar las repercusiones negativas de este tipo de fallas, y no se descarta encontrarla en otras áreas de la red.

El parámetro que registró la variación más significativa fue el throughput, los demás se mantuvieron razonablemente constantes por lo cual, se puede considerar como el parámetro a monitorear en futuras investigaciones en la red del ITSON.

Es importante destacar a manera de resumen los principales beneficios de la aplicación del método end to end en los equipos del usuario final del Centro de Informática y Servicios de Cómputo, los cuales se listan a continuación:

1. Mejora significativa en los sistemas propietarios, como lo es el caso de las aplicaciones manejadas a través de la intranet ITSON, al contar en algunos casos con un throughput final de más del doble del valor inicial.
2. Posibilidad de conocer el rendimiento real de los equipos del usuario final y los equipos de conectividad, que puede influir en la toma de decisiones como:

Mejoras en los procesos de administración de la red sobre todo en la configuración, fallos y desempeño de la misma.

### REFERENCIAS

- [1] Robles, A. "Análisis de desempeño de una Intranet en una red corporativa", Tesis de maestría. Universidad de los Andes, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Año 2000, 8 p.
- [2] Ford Merilee y Kim Lew, H. "Tecnologías de interconectividad de redes", Cisco Press. Año 1998.
- [3] Avaya communications, "ECLIPS Technical Training, Installation Student Guide", Año 2001, pp 7-8.
- [4] Tanenbaum, Andrew S. "Redes de Computadoras", 4ta edición. Prentice Hall. Año 2002.



- [5] Apparent Networks. "The Apparent Network: Concepts & Terminology. Technical White Paper Series", Año de 2005, 8 p.



**Marchena M. Misael** Coordinador de la carrera de Licenciado en Diseño gráfico del Instituto Tecnológico de Sonora. Últimos estudios: Maestría en Ingeniería en Administración de la Tecnología Eléctrica. Área de trabajo: Soporte Técnico de hardware de computadora y redes de 1995 – 1999 en el Instituto Tecnológico de Sonora, Coordinador del Centro de Informática Servicios de Cómputo (CISCO) de 1999 – 2001 en el Instituto Tecnológico de Sonora, y Maestro Auxiliar del Departamento de Ingeniería Eléctrica de 1999 – 2005 en el Instituto Tecnológico de Sonora.



**Domitsu K. Manuel** tiene el grado de Maestro en Ciencias Computacionales en el del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y el Grado de Maestro en Administración en el Instituto tecnológico de Sonora. De 1976 a 1983 y de 1989 a la fecha se ha desempeñado como Profesor – Investigador de Tiempo Completo en el Instituto tecnológico de Sonora. Ha participado en algunos proyectos de desarrollo de software, entre ellos el software de Recepción de Imágenes del Satélite Metereológico GOES y un Programa de Procesamiento de Imágenes. Sus principales intereses son el Desarrollo de Software y los Sistemas Distribuidos.



**Solís G. Ricardo** obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Electrónica y Telecomunicaciones con especialidad en Telecomunicaciones del CICESE en 1998 en la ciudad de Ensenada, BCN, México. Es maestro de tiempo completo de la carrera de Ingeniero en Electrónica del Instituto Tecnológico de Sonora desde 1988, fue coordinador de la misma del 2000 al 2005 y actualmente es maestro investigador y responsable del programa. Sus líneas de interés son las telecomunicaciones y redes de computadoras. El M.C. Solís es miembro de la IEEE, pertenece al cuerpo académico de Tecnología Eléctrica en el Instituto Tecnológico de Sonora y es Evaluador del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI).