

Análisis y gestión de QoS en pequeñas y medianas instalaciones de salud cubanas. Analysis & management of QoS on small and medium size cuban health facilities.

Autores:

-Ing. Juan Carlos Pujol García.

Ingeniero en Máquinas Computadoras.

Especialista Superior en Informática del Grupo de servicios remotos de Softel.

Profesor Auxiliar.

Maestrante de Telemática.

Empresa Softel – Soluciones Informáticas.

Dirección: Carretera a San Antonio Km. 2 ½ UCI, Infraestructura Productiva, La Lisa, Ciudad Habana.

Teléfono: 835-8258.

E mail: juanca @ softel_dot_cu.

-Dayrel Almaguer Chávez.

Estudiante de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Facultad # 7. Universidad de las Ciencias Informáticas.

Dirección: Carretera a San Antonio Km. 2 ½ UCI, Infraestructura Productiva, Lab. # 303, La Lisa, Ciudad Habana.

Teléfono: 835-8258.

E mail: dalmaguer @ estudiantes_dot_uci_dot_cu.

-Ing. Abel Llerena Fariñas.

Ingeniero en automática.

Especialista en Informática del Grupo de servicios remotos de Softel.

Empresa Softel – Soluciones Informáticas.

Dirección: Carretera a San Antonio Km. 2 ½ UCI, Infraestructura Productiva, La Lisa, Ciudad Habana.

Teléfono: 835-8258.

E mail: abelll @ softel_dot_cu.

-Ing. Marla Rosa del Castillo Martín.

Ingeniera en Sistemas automatizados de dirección.

J' Unidad de servicios de Softel.

Maestrante de Gestión de proyectos informáticos.

Empresa Softel - Soluciones Informáticas.

Dirección: Carretera a San Antonio Km. 2 ½ UCI, Infraestructura Productiva, La Lisa, Ciudad Habana.

Teléfono: 835-8258.

E mail: marla @ softel_dot_cu.

Resumen.

Análisis, caracterización de la conectividad de las pequeñas y medianas instalaciones de salud en Cuba. Caracterización de las aplicaciones informáticas que existirán en ellas a corto y mediano plazo y que utilizan los canales arrendados de esas instalaciones. Se hace una definición general de los flujos de información típicos, volumen, importancia y necesidad de inmediatez. Propuesta de una solución para gestionar tráfico (calidad de servicio / QoS / Quality of Service) utilizando software libre. Factibilidad de extensión de la solución a instalaciones de salud mayores.

Palabras claves: "gestión ancho banda", telemática, teleinformática, pyme, "software libre", "calidad servicio", "instalaciones salud cubanas".

Abstract.

Analysis and characterization of connectivity on small and medium size Cuban medical facilities. Characterization of informatics' medical applications, according to bandwidth use. Definition of "information flows". Solutions using QoS techniques and free software. Solutions in wider deployment.

Keywords: QoS, quality of service, open source, health applications, cuban health facilities bandwidth management.

Introducción.

El canal de acceso a la red, de una institución de salud puede, (en términos de ancho de banda y expresado en kbits/s) ser pequeño o grande, considerando que, al evaluar el tamaño, este es siempre relativo, pero sea cual fuere su ancho de banda, si su uso o tráfico se deja "no regulado", este (el canal), más temprano que tarde, se satura, colocando en condiciones de competencia a aplicaciones, individuos y/o procesos, que deberían estar priorizados. Las consecuencias pueden ser desde leves molestias e incomodidad, hasta no funcionamiento adecuado o funcionamiento nulo de servicios necesarios.

Por tanto, para garantizar un funcionamiento adecuado de servicios que usan el enlace de red, es necesario aplicar técnicas de regulación de tráfico, gestión de ancho de banda o más conocidas en el lenguaje de redes como técnicas QoS (Quality of Service) - calidad de servicio en español -.

Cuba, ha mostrado interés en las soluciones informáticas utilizando software libre y de código abierto, ha prestado atención, además, a las soluciones que le den independencia tecnológica. Las soluciones que se plantean aquí son implementadas utilizando precisamente esto último, es decir productos como el sistema operativo Linux, una aplicación llamada Iproute2 [1, 2].

La gestión de ancho de banda QoS, tema relativamente poco utilizado en Cuba pero con buena cobertura en softwares como el Iproute2 y una amplia teoría en el mundo de las redes [3-6], sirve para proteger este valioso y escaso recurso.

Las soluciones planteadas, aunque se hicieron pensando especialmente en instituciones de salud cubanas, pudieran ser en general, aplicables a otros tipos de *pymes* (pequeñas y medianas empresas).

Clasificación de las aplicaciones médicas cubanas.

Los autores analizaron las características generales, arquitectura y funcionamiento respecto a la red de la amplia mayoría de las aplicaciones informático-médicas desplegadas o de próximo despliegue en el sistema de salud Cubano; siendo un alto por ciento de ellas (en número y en grado de despliegue), las pertenecientes a la empresa Softel y a la Facultades 7 y 6 de la UCI, (instituciones de los autores), también aplicaciones de Cedisap (MINSAP / Ministerio de Salud Pública), Centro de Biofísica Médica (CBM) de Santiago de Cuba (pertenece a Universidad de Oriente), ICID (Instituto Central de Investigaciones Digitales), Centro de Neurociencias, CENIC (Centro Nacional de Investigaciones Científicas), etc.

Las múltiples aplicaciones informáticas de propósito médico que existen en Cuba, pueden ser clasificadas por varios criterios, pero se analizará solo aquellos que pueden interesar a los objetivos de este trabajo. En una primera aproximación se obtendría:

Según clasificación # 1. Qué manejan y su uso.

- Información del paciente.
- Información de gestión médica y/o administrativa de salud.
- Embebidas en equipos médicos.
- Información científico - técnica y docente. "Contenidos".
- Comunicaciones y servicios de red.
- Otros

Según su uso de la red:

- No usan la red local de forma imprescindible.
- Interna de una institución, utilizan la LAN (*Local Area Network*).
- Interna de una institución y colaboran con otras aplicaciones centrales.
- Aplicación central o distribuida.
- Uso intensivo de la red privada del MINSAP.
- Uso ligero de la red privada de MINSAP pero con interactividad.
- Uso ligero de la red privada de MINSAP sin interactividad.

Características de las aplicaciones informáticas en las pequeñas y medianas instalaciones de salud cubanas.

Desde el punto de vista que interesa analizar, para este trabajo, las categorías de aplicaciones informáticas que habrá en una primera etapa de desarrollo serán:

1. Aplicaciones de gestión cliente servidor (con arquitectura de dos capas) procesando información médica y/o de gestión médico-organizativa, fundamentalmente almacenada en un servidor de bases de datos local a la institución y con acceso ocasional a bases de datos centrales externas vía servicios de red. Por ejemplo el sistema "*Galen Banco de Sangre*" [7]. Su nivel de uso de la red externa es medio-bajo, no es interactivo.
2. Aplicaciones médicas de gestión, centralizadas en el nodo central del país, y a las que se accede vía red desde la instalación de salud, con arquitectura descrita en [8, 9], como por ejemplo el "*Registro de personal de la salud*" [10]. Su uso de la red externa es medio-bajo y sí es interactivo.
3. Aplicaciones de visualización, almacenamiento y *TxD* de imágenes médicas. Son principalmente locales para una instalación pero cuando se relacionan con otras instituciones remotas sí utilizan un gran volumen de ancho de banda. Si no son de tiempos reales e interactivas, constituyen un tráfico regulable. Por ejemplo el sistema *Imagis* y el sistema *Cassandra*.
4. Aplicaciones que en el *momento actual* no tienen interacción con la red externa a la instalación de salud. Ejemplo: El sistema "*Galen Lab*" [11].

En desarrollos a mediano y largo plazo, aparecerán más aplicaciones de tres capas, servidores de BD más "cargados" y potentes, habrá mayor interrelación entre las aplicaciones locales y las remotas e irán variando la proporción de equipos con software libre a favor de este último.

Caracterización de la conectividad y seguridad de las pequeñas y medianas instalaciones de salud de Cuba.

Las pequeñas y medianas instalaciones de salud (asistenciales) en Cuba (en general casi todas), están en estos momentos en un proceso inversionista de crecimiento en cuanto a la cantidad de equipamiento informático instalado, su conectividad interna o cubrimiento de sus redes locales, el software o aplicaciones que utilizan y su conectividad a la red privada WAN (*Wide Area Network*) del MINSAP.

En una etapa “cero” de este desarrollo los policlínicos docentes, por ejemplo, se puede decir que poseen solo un enlace vía PPP (*Point to Point Protocol*) telefónico conmutado, o un sencillo enlace arrendado, con 2 a 4 PCs en un solo local, comúnmente, en la biblioteca.

Un prototipo típico de pequeña o mediana instalación de salud cubana, (a corto y mediano plazo) podría ser un policlínico docente común, por ejemplo: de dos a cuatro decenas de PCs conectadas en red, bien sea cableada o bien inalámbrica, dos servidores, uno de ellos de bases de datos, *switch(s)* (conmutadores) capa 2 no administrable(s) y una conexión por *modem-router* a la red privada del MINSAP con protocolo de la familia *xDSL* o con *Frame relay*. En ese enlace arrendado las velocidades de acceso típicas por ahora, varían entre 64 y 512 kbit/s.

Definición de los flujos de información, volumen, importancia y necesidad de inmediatez.

Los “flujos” de información previstos por los canales arrendados, son los generados por las aplicaciones informáticas anteriormente descritas, además, los provocados por el trabajo asistencial, docente e investigativo diario de médicos y técnicos de salud, no recogidos en el funcionamiento de las anteriores aplicaciones, como puede ser: navegación (nacional e internacional) para búsqueda de información científico - técnica, acceso de red a la universidad virtual, correo electrónico, (con posible envío de imágenes médicas), descarga de files vía red o ftp, etc.

La mayoría de las sesiones TCP (*Transmission Control Protocol*) serán originadas desde adentro de la instalación local, lo que en cierta medida simplifica la colocación de reglas tipo QoS.

Para realizar la gestión del ancho de banda (GAB) conviene antes identificar los diferentes “flujos” que pueden circular por el canal arrendado, con vistas clasificarlos por diferentes criterios, agruparlos y aplicarles prioridades.

Identificación de principales flujos típicos por canal arrendado.

(Nótese que no son protocolos, ni similares y si “flujos de datos” o tráfico)

#	Flujos típicos
01	Navegación nacional ordinaria.
02	Navegación internacional directa desde Proxy de institución.
03	Navegación en webmail Infomed.
04	Navegación internacional a través de Proxy de Infomed.
05	FTP con Infomed y descarga de files vía http.
06	Email tipo SMTP / pop3.
07	TxD de imágenes.
08	Cliente de <i>web-services</i> local a servidor <i>web</i> central.

09	Navegación en aplicación web central.
10	Tráfico administrativo SSH y otros.
11	Tráfico de gestión de <i>servers</i> BD (SQL / MySQL / PostgreSQL)
12	Tráfico de replicación de bases de datos.
13	Tráfico de actualización de parches y antivirus. (centralizado)
14	Tráfico de actualización de parches y antivirus. (individual)
15	Publicación <i>web</i> (u otros) de servicios de la institución.
16	Todo el resto del tráfico no especificado previamente.

Tabla # 1 - Principales flujos en instalaciones de salud.

Ejemplo de los tipos de tráfico existentes por tipos de instituciones.

- Un banco de sangre no tiene tráfico de imágenes.
- Un banco de sangre sí conecta su aplicación interna con una base de datos central mediante *web services* (servicios de red).
- Un hospital que tiene servidor e mail propio no debería tener tráfico http (*hiper text transfer protocol*) al webmail en Infomed, pero sí tiene tráfico tipo SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) y pop3 (Post Office Protocol).
- Una institución pequeña que no tiene completado el plan de seguridad informática no está aun preparada para navegar en la Internet, por tanto, no posee tráfico de red internacional.
- Una institución que tiene equipos médicos generadores de imágenes y da servicio a externos puede tener tráfico de imágenes fuerte. Igualmente un "consumidor" de esas imágenes, o un centro consultor (de diagnósticos).
- Un policlínico puede tener un tráfico web a aplicaciones centrales como el acceso al sistema APS (Atención Primaria de Salud) que posiblemente no serán voluminosas en tráfico pero que si requieren inmediatez o interactividad alta.

Algunos de estos flujos deberán circular por canales encriptados o con algún tipo de protección criptográfica, otros no lo necesitan y el hacerlo aumentaría el volumen de tráfico innecesariamente.

Propuesta de una solución.

Se propone realizar la GAB utilizando el software *lproute2* [1, 12], colocado en el mismo dispositivo de protección y acceso perimetral diseñado por Softel [13, 14]. Dentro del *lproute2*, se utiliza, como técnica fundamental, el mecanismo de colas con clases llamado HTP (*Hierarchichal Token Bucket*). Se preparan grupos de *scripts* de *lproute2*, que implementan la política que se decida.

Se agrupan los flujos por escalas de prioridades y se le ponen límites mínimos y máximos de ancho de banda que pueden usar. Se implementa préstamo de ancho de banda entre los grupos de flujos.

Como política, priorizar los flujos que en cada tipo de instalación se consideren más importantes, sin "estrangular" a ninguno, tomando por regla general, como los más importantes a los interactivos y a los de las aplicaciones

puramente médicas, otorgando menos prioridad a aquellos como e mail y navegación ordinaria. Se puede, de esta forma, garantizar el funcionamiento regulado del canal de acceso de la institución.

Se programaron grupos de *scripts*, a modo de plantillas, patrones o modelos, que responden a "soluciones tipificadas" por clases o tipos de instituciones, es decir, policlínicos, hospitales sin imágenes, hospitales con imágenes, bancos de sangre, etc. Estas "plantillas" sirven como base de partida para implementar la solución a una instalación de salud determinada, de acuerdo con las necesidades planteadas por la dirección local de cada centro.

En cada instalación se realizará un levantamiento de requisitos y se hará un diseño específico para ella, de reglas de filtraje (cortafuego Iptables / Netfilter) y de reglas de GAB, basado en el patrón de su tipo.

Se pretende, que después de un análisis, se le presente a la dirección de cada institución el listado de los flujos de tráfico existentes y/o previstos y se le proponga un agrupamiento de los mismos (ya preelaborado por la plantilla), dejando la posibilidad de que el propio usuario (director de la instalación) defina los mínimos y máximos de sus anchos de banda para cada grupo y la interrelación entre ellas, solo habría entonces que realizar pequeñas variaciones a los patrones, al asignar cifras a los mismos.

Propuesta de una forma general de priorizar: Prioridades en cascada.

#	Categoría de prioridad de flujo	Siglas	Notas
1	Absolutamente priorizado	AP	No habitual.
2	Importante.	IM	Habitualmente usado.
3	Sobrante.	SB	No habitual, ni recomendado

Tabla # 2 - Ejemplo de categorías de agrupación de flujos para priorizar.

Prioridades de las categorías anteriores entre sí: lo que queda del primero se deja al segundo y lo que queda del segundo se deja al tercero.

Internamente en los "Importantes" es donde se realiza la otra priorización, la "fina", real o efectiva.

Agrupamientos, de los flujos "Importantes": se agrupan y se le asignan segmentos de ancho de banda (AB) a cada uno, y normalmente se permite "préstamo" de AB (Ancho de Banda) sobrante entre ellos.

En general, tipos de reglas que se pueden implementar (con técnicas HTB):

1. Priorizar flujos de uno(s) por encima de otro(s) de forma absoluta.
2. Asignación de AB (ancho de banda) a los flujos o grupos de flujos (AB mínimo. y AB máximo.)
3. Préstamo de AB si hay sobrante.
4. Cambiar el esquema en diferentes horarios.

Los flujos, pueden ser agrupados, o desagrupados a necesidad:

1. Clasificar por prioridades (importancia para la institución).
2. Clasificar por necesidad de inmediatez o interactividad.
3. Clasificar por volumen.
4. Clasificar por horarios.
5. Pertenencia o no a las llamadas aplicaciones de misión crítica.

Es necesario: Identificación del ancho de banda real del canal. Para que todo el esquema de GAB propuesto, funcione correctamente es imprescindible, identificar correctamente el ancho de banda real que posee el canal

de la institución, que no siempre coincide exactamente con el nominal contratado con el proveedor de conectividad o el otorgado.

Implementación de la QoS.

Por ejemplo, visto en un contexto global de red, un dispositivo para la gestión de ancho de banda de un policlínico cubano, quedaría aproximadamente como se muestra en la figura 1. El "dispositivo GAB" está representado con el icono que usualmente representa a un *firewall* (pared de fuego / cortafuego), pues como se explicó anteriormente y en [13], el dispositivo GAB coexiste en el mismo equipo en que se encuentra el *cortafuego*.

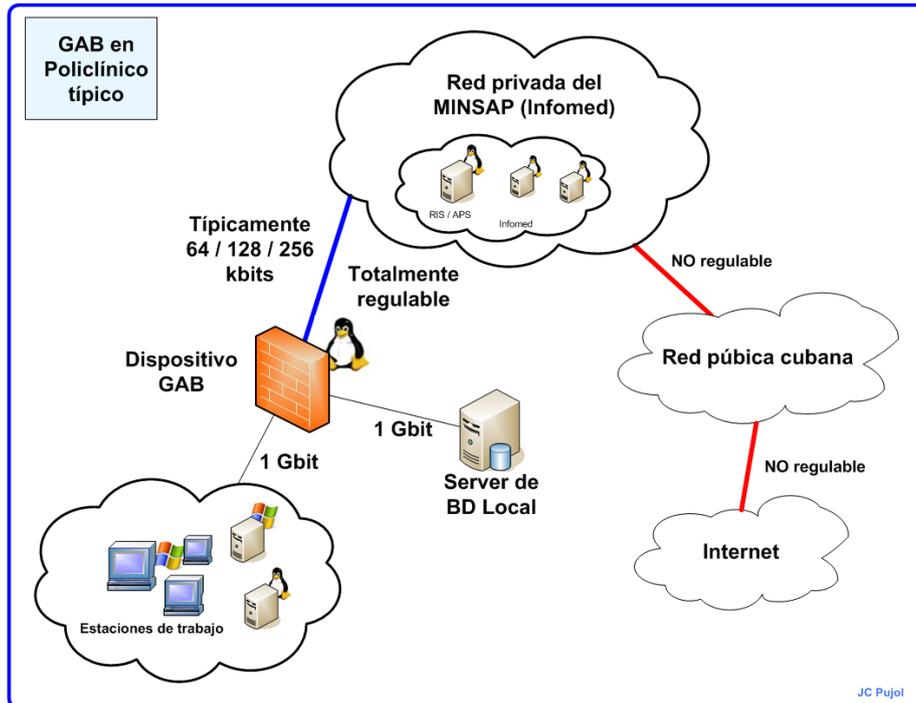


Figura # 1 - QoS en un policlínico típico cubano.

Nótese, respecto a la figura 1, que: la institución de salud sí forma parte de la red privada del MINSAP, pero en el esquema se separó, para dar claridad, pues lo que se regula es el canal de acceso a esta, y como no regulable queda (al menos no en manos de los administradores de la instalación) el ancho de banda total de acceso a la red pública cubana y al resto de la Internet. La tercera interface del equipo perimetral, de cara al servidor de bases de datos local, no es importante en nuestro análisis, pues existe por motivos diferentes al de GAB.

Estado actual de desarrollo.

La solución [13] (maqueta) ha sido probada exitosamente en muchas simulaciones diversas en un laboratorio con máquinas virtuales y principalmente con máquinas reales. En fase posterior se pasó a probarla en condición de piloto en el banco de sangre de 23 y 2 en el Vedado. (Instalación pequeña-mediana)

Se trabaja actualmente en:

1. Incorporarle gestión de ancho de banda adicional a nivel del proxy. (Delay pools).
2. Búsqueda de mejores herramientas (open source), métodos de medición y análisis de los anchos de banda por flujos y por segmentos de red.
3. Probar o refutar su utilidad en grandes instalaciones de salud (gran hospital)

4. Despliegue masivo en los policlínicos y bancos de sangre en donde se encuentran instaladas las soluciones informáticas de Softel.

Conclusiones.

Se desarrolló una solución GAB basada en software libre, y equipamiento (PC) relativamente barata, adaptada a las características de las instalaciones de salud cubanas. Su versión "rudimentaria" está en fase de prueba piloto en instalaciones reales, para utilizarlo en redes medianas y pequeñas de centros de salud cubanos. Contar con un equipo de esta naturaleza puede ser de mucha utilidad en lo que respecta a la seguridad y el control de ancho de banda.

No obstante se necesita cierto nivel de conocimientos para administrar eficientemente. También se demuestra como Internet puede ser una alternativa muy eficaz en la búsqueda de soluciones para impulsar el proceso de informatización en nuestro país.

Referencias bibliográficas.

1. Hubert, B., et al. *Linux Advanced Routing & Traffic Control HowTo*. 2003 [cited 2006 january]; Available from: <http://lartc.org/lartc.pdf>.
2. Gómez, F.D. *Control de tráfico utilizando Linux*. 2005 [cited 2007 january]; Available from: <http://greco.dit.upm.es/~david/TAR/trabajos2002/05-Contro-Trafico-Linux-Fernando-David-Gomez-res.pdf>.
3. Tanenbaum, A.S., *Computer Networks*. Fourth Edition ed. 2003: Prentice Hall.
4. Brown, M.A. *Traffic control Howto*. 2006 [cited 2006 December]; Available from: <http://www.ibiblio.org/pub/Linux/docs/HOWTO/other-formats/pdf/Traffic-Control-HOWTO.pdf>.
5. Cisco_Corporation, *Chapter 49 - Quality of Service Networking.*, in *Internetworking technology handbook*, Cisco_Corporation, Editor, Cisco Systems. p. 32., 2007
6. Comer, D.E., *Redes globales de información con internet y TCP-IP. Principios básicos, protocolos y arquitectura*. Vol. 1. 1996: Prentice Hall. p 828.
7. Softel. *Manual de usuario del Galen Banco de Sangre*. 2005 [cited 2007 august].
8. Softel. *Arquitectura de Software para los componentes a emplear por el Sistema de Información para la Salud*. 2006 [cited 2007 september].
9. Softel. *Arquitectura, normas y tecnologías para el desarrollo de aplicaciones informáticas para la Salud Pública en Cuba*. 2007 [cited 2007 october].
10. Softel. *Manual de usuario del Registro de Personal de la Salud*. 2006 [cited 2007 september].
11. Softel. *Manual de usuario del Galen Lab*. 2004 [cited 2007 june].
12. Marsh, M.G. *IPROUTE2 Utility Suite How to*. 2001 [cited 2007 october]; Available from: <http://www.policyrouting.org/iproute2.doc.html>.

13. Pujol García, J.C., A. Llerena Fariñas, y D. Almaguer Chávez. *Seguridad y eficiencia en comunicaciones informáticas en pymes cubanas.* in *5ta Semana Tecnológica de Fordes-MIC de abril 2007.* 2007. Ciudad Habana.: Fordes - MIC.
14. Llerena Fariñas, A. y J.C. Pujol García. *Equipos perimetrales para instalaciones de Salud.* en *Uciencia 2007.* 2007. Ciudad Habana: UCI.