

Planeación de la Capacidad de una Red Pública de Datos

Marcelo Mejía Olvera y Alejandra Flores Mosri

Departamento Académico de Computación

Instituto Tecnológico Autónomo de México

marcelo@lamport.rhon.itam.mx

Resumen

Una de las tareas primordiales en el diseño de las redes de transmisión de datos actuales es el dimensionamiento de la capacidad de los enlaces. Este dimensionamiento debe optimizar el uso del costoso ancho de banda y al mismo tiempo evitar que se presenten situaciones de congestión que afecten el servicio ofrecido. En este artículo se describe un procedimiento heurístico utilizado para la planeación de la capacidad de los enlaces de la dorsal de una Red Pública Frame Relay en México y se presentan algunos resultados obtenidos con la ayuda de un simulador especializado.

Palabras clave: Redes de computadoras, Planeación de la capacidad.

Introducción

Los grandes avances tecnológicos en las áreas de Computación y Telecomunicaciones han alterado significativamente los sistemas de información en las corporaciones. El gran volumen de información intercambiado en un ambiente de negocios basado en aplicaciones cliente/servidor requiere que las comunicaciones se realicen con velocidades de transmisión altas y con retardos pequeños. Las redes locales satisfacen adecuadamente estos requerimientos de comunicación al interior de las empresas proporcionando velocidades que llegan ahora a los 100 Mbps.

La integración de las diferentes redes locales que existen geográficamente dispersas en las corporaciones puede realizarse utilizando líneas privadas El que proporcionan una velocidad de transmisión de 2.048 Mbps. Sin embargo, esta solución no es económicamente factible si la red corporativa incluye una gran cantidad de redes locales y de enlaces de larga distancia que se ocupan sólo un reducido porcentaje del tiempo. Para este tipo de aplicaciones, el uso de una red pública Frame Relay constituye una alternativa de bajo costo y alto desempeño [5].

Aunque las redes Frame Relay tienen ya seis años de operación exitosa en varias partes del mundo, en México apenas empiezan a ofrecerse a gran escala. El surgimiento en México de servicios eficientes de transporte de datos se ve impulsado por el fin del monopolio de telefonía de larga distancia de TELMEX en 1996 y la competencia consecuente por un mercado muy grande de transmisión de información [2]. En este contexto se crea la red de transmisión de datos UniNet, que inicia operaciones en enero de 1996 en un número reducido de ciudades y que se expande constantemente durante ese año hasta tener presencia local en las ciudades más importantes del país (figura 1).

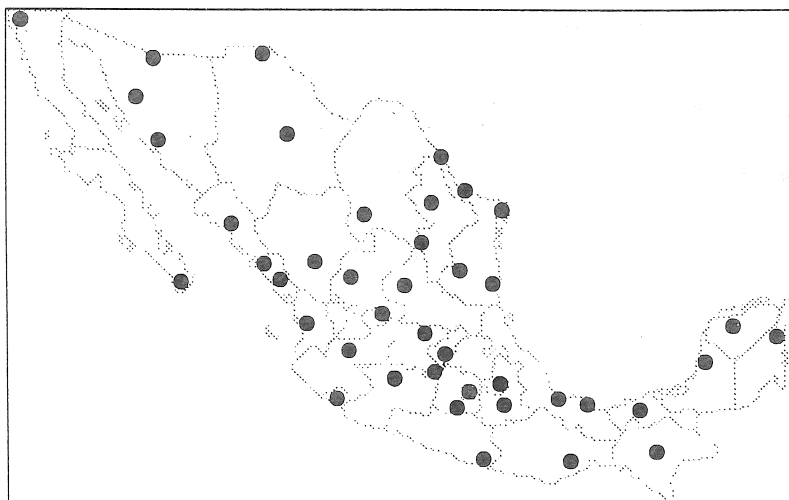


Figura 1. Cobertura geográfica de UniNet.

UniNet es una red de transporte Frame Relay que se utiliza para crear redes virtuales privadas basadas en X.25, Frame Relay e IP, y como la principal red de transporte para tráfico de Internet en México. UniNet es una red jerárquica basada en una dorsal (backbone) que incluye 9 ciudades y a la cual se conectan los demás puntos de presencia mediante enlaces E1. Dado que se espera que los servicios ofrecidos por UniNet se utilicen masivamente en 1997, el problema básico que se presenta en términos de costo y desempeño en el diseño de la red es dimensionar los enlaces de la dorsal, es decir, determinar el número de troncales E1 que debe existir en cada enlace.

A corto plazo, el objetivo de la planeación de la capacidad de una red es proporcionar un buen servicio minimizando los costos de operación. Al planear la capacidad de una red frecuentemente se sobredimensionan los enlaces para evitar situaciones de congestión. Sin embargo, este sobredimensionamiento es muy costoso en redes de área amplia debido a que las tarifas de larga distancia son muy elevadas y es necesario por lo tanto realizar un estudio que permita optimizar el uso del ancho de banda de los enlaces.

En este artículo se describe el procedimiento de dimensionamiento utilizado para calcular la capacidad de los enlaces en la dorsal de UniNet mes por mes durante 1997 y se presentan algunos resultados obtenidos. El procedimiento incluye dos aspectos básicos: el cálculo del tráfico existente entre las ciudades de la dorsal y la simulación de la red para obtener las capacidades de los enlaces que permitan soportar este tráfico bajo una topología preestablecida.

Cálculo del tráfico entre ciudades

Estimar el tráfico que existirá entre cada par de ciudades que conforman la dorsal de UniNet es una labor incierta, ya que 1997 es el primer año de operación comercial a gran escala de la red y no se cuenta con datos históricos que permitan conocer los niveles de tráfico generados por los usuarios ni sus posibles patrones de flujo. La única información que se tenía al iniciar el proceso de dimensionamiento eran el número y velocidad de los accesos que operaban a finales de 1996 y los pronósticos de ventas mensuales de accesos a la red para cada uno de los servicios de redes privadas virtuales (X.25, Frame Relay e IP) y para el acceso corporativo a Internet. Esta información nos proporciona un estimado del número de accesos totales por mes que tendrá UniNet, en equivalentes de 64 Kbps, pero no indica ni la distribución geográfica de los accesos ni la conectividad de las redes privadas.

Para estimar cómo se distribuyen los accesos totales a la red entre las ciudades de la dorsal se utilizó como factor de ponderación un indicador de la actividad económica y de telecomunicaciones de cada región del país: la densidad telefónica. Por ejemplo, dado que aproximadamente el 36% de los teléfonos instalados en el país se encuentran en la región correspondiente a la Ciudad de México, se consideró que este mismo porcentaje del total de

accesos a la dorsal de UniNet se tendrán en esta ciudad. Como resultado de esta estimación se obtuvo el número de accesos esperados a la red por mes y por ciudad.

Para determinar cuál es la distribución de los destinos del tráfico mensual consolidado de redes privadas virtuales generado por cada ciudad de la dorsal se tomó en cuenta una experiencia de trabajo previa en una red pública X.25 con cobertura nacional. De acuerdo con esta experiencia, el flujo de datos generado por una ciudad de la dorsal lo podemos dividir en: flujo local (destinado a ciudades que se conectan a la dorsal en el mismo punto de presencia), flujo hacia las tres ciudades más importantes del país (Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey) y flujo hacia otras regiones. Utilizando estos criterios y porcentajes de distribución que dependen de cada ciudad fuente particular, se construyeron matrices de tráfico [6] que indican el flujo de información perteneciente a redes privadas virtuales que existe entre cada par de ciudades en cada mes.

Para construir las matrices correspondientes al tráfico de Internet se consideró, después de monitorear el tráfico actual, que el flujo de datos de todas las ciudades en México se dirige a, y proviene de, las ciudades que cuentan con enlaces directos a Internet en Estados Unidos. Sumando en cada mes las dos matrices anteriores se obtiene una matriz de tráfico total que indica el flujo mensual máximo (en múltiplos de 64 Kbps) que puede existir entre cada par de ciudades de la dorsal (tabla 1).

A partir de la matriz de tráfico máximo calculada en base a las velocidades de acceso a la red se simula la dorsal de UniNet para dimensionar sus enlaces mes con mes (figura 2).

nX64 Kbps	Monterrey	Chihuahua	Hermosillo	Querétaro	Puebla	Mérida	Guadalajara	México	Tijuana
Monterrey	675	50	50	184	197	132	100	756	51
Chihuahua	122	0	36	36	36	36	61	245	130
Hermosillo	69	20	0	20	20	20	34	139	74
Querétaro	310	52	52	0	52	52	88	352	52
Puebla	339	57	57	57	0	57	96	385	57
Mérida	190	32	32	32	32	0	53	215	32
Guadalajara	92	46	46	46	46	46	368	184	203
México	1161	151	151	151	151	151	303	1212	151
Tijuana	133	133	93	39	39	39	223	265	212

Tabla 1. Matriz de tráfico total para el mes de diciembre de 1997.

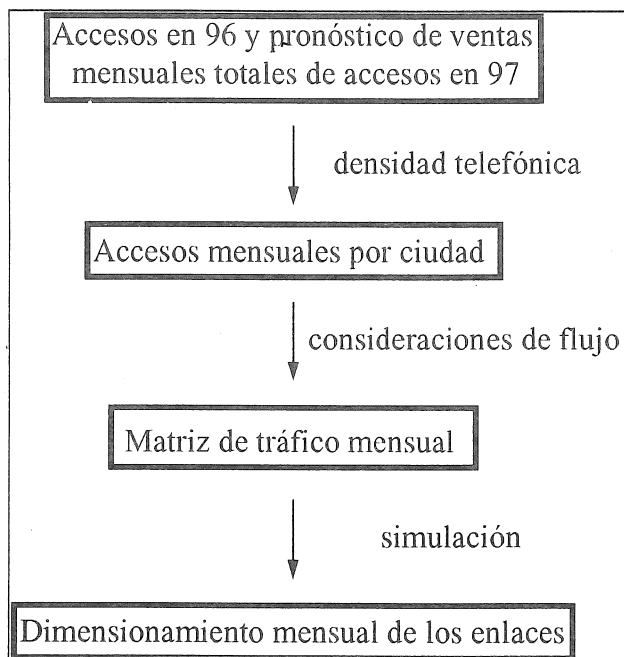


Figura 2. Procedimiento heurístico de dimensionamiento de UniNet.

Simulación de la red

El dimensionamiento mensual de UniNet se basa en la simulación del tráfico que fluye entre las ciudades de la dorsal. Como resultado de un estudio previo de evaluación de simuladores

[1] se determinó utilizar la herramienta NetMaker XA [4] para modelar y simular la dorsal de UniNet (figura 3). El modelo está compuesto por 9 switches, 13 enlaces y un punto de acceso a la red en cada switch por donde se inyecta el tráfico a la dorsal. Al igual que UniNet, el modelo de la red utiliza el algoritmo OSPF (mínimo número de saltos) para determinar la ruta que siguen los paquetes desde la ciudad fuente hasta la ciudad destino. La simulación se realiza en una estación de trabajo Sun SPARCstation 20, con 128 Mbytes de RAM y 1 Gbyte de disco, y su propósito es determinar la capacidad que deben tener los enlaces reales de la dorsal de UniNet.

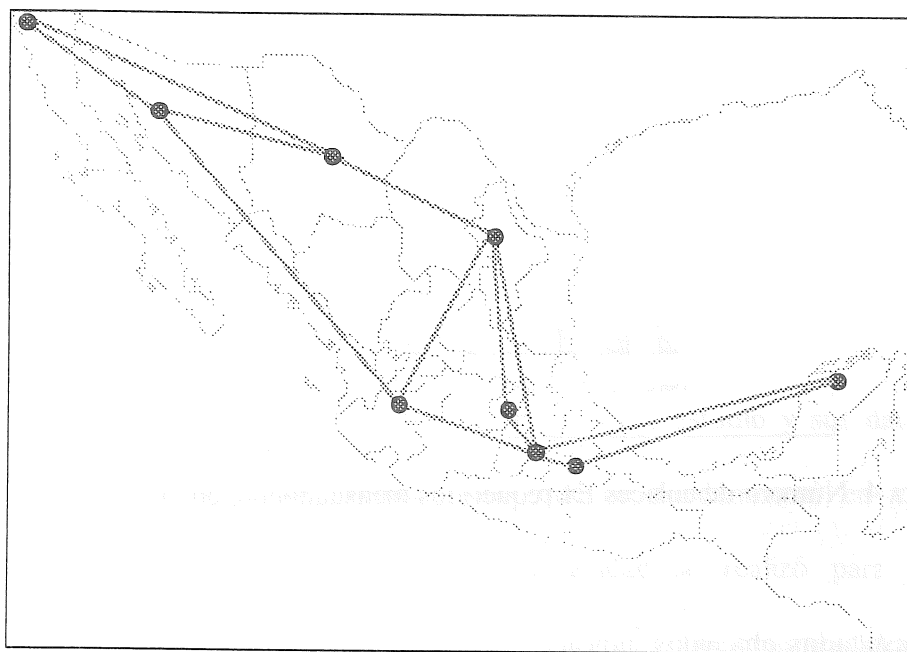


Figura 3. Topología de la dorsal de UniNet.

El tráfico que se inyecta en cada simulación se obtiene a partir de las matrices de tráfico total determinadas con anterioridad. El comportamiento estadístico de los usuarios en la transmisión de datos se aproxima utilizando generadores de tráfico con tiempo entre llegadas exponenciales, que es el modelo utilizado por NetMaker XA. Para determinar el valor esperado de la función de densidad se consideraron las velocidades de acceso dadas en las matrices de tráfico y el factor de sobresuscripción utilizado en UniNet.

Resultados

El módulo *Planner* de NetMaker XA se corre para cada uno de los meses del año utilizando las matrices de tráfico correspondientes. Para cada mes se obtiene un reporte que indica cuál debe ser la capacidad, en múltiplos de E1, de cada uno de los enlaces de la dorsal. Posteriormente los reportes se exportan a Excel para graficar la capacidad necesaria en cada enlace de la dorsal mes por mes y el número total de enlaces E1 requeridos mensualmente en 1997 (figura 4).

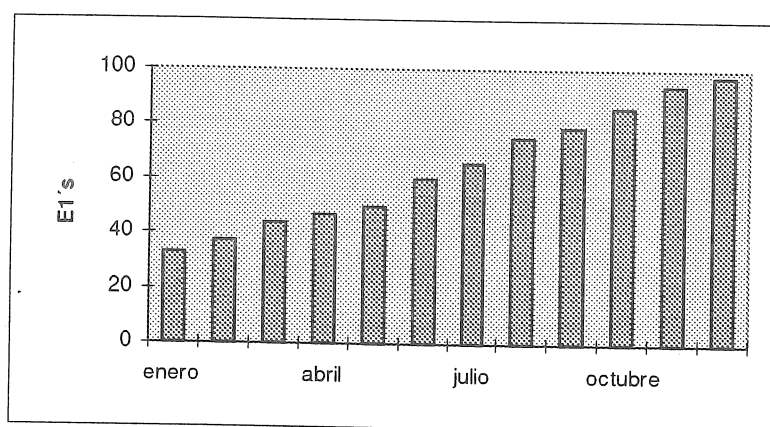


Figura 4. Número de enlaces E1 requeridos mensualmente en la dorsal de UniNet.

Los resultados obtenidos indicaron que la red estaba originalmente sobredimensionada y por lo tanto que sus costos de operación por concepto de renta de enlaces de larga distancia eran excesivos. Como consecuencia, se redimensionó la dorsal de UniNet dando de baja enlaces E1 a principios de 1997 y programando el crecimiento mensual de enlaces de la red. El dimensionamiento realizado permitió utilizar de manera óptima la capacidad total de UniNet, disminuyendo la capacidad en la mayor parte de los enlaces y aumentándola en algunas rutas críticas de la red.

En el cálculo de la capacidad de los enlaces no se consideró el desbordamiento de tráfico sobre rutas alternas en caso de falla de algún nodo o enlace. Esta consideración se basa en que la disponibilidad de la red es alta debido a que se cuenta con redundancia en los switches y en la infraestructura SDH. Además, estudios realizados con el módulo *Analyser* de NetMaker XA mostraron que para soportar completamente el tráfico de desborde debido a una sola falla, la capacidad requerida en la red aumenta en aproximadamente 120% y por lo tanto el costo de operación de la red sería demasiado alto. Cuando se llega dar una falla en un switch o en un enlace, los circuitos virtuales se reenrutan automáticamente y se acepta una potencial degradación temporal de la calidad de servicio (tramas pérdidas principalmente) debido a la insuficiencia de recursos.

Comentarios finales

Es interesante notar que las motivaciones del presente estudio y sus datos iniciales no tienen nada que ver con aspectos técnicos sino que se fundamentan en consideraciones económicas y comerciales. La planeación de la capacidad se realizó para propósitos de justificación de presupuesto y en este sentido cumplió su cometido de optimizar el ancho de banda de los enlaces y evitar tener una red sobredimensionada con altos costos de operación. El modelo de la dorsal se utilizará además como base para estudios de capacidad cuando se presenten aplicaciones muy grandes no contempladas en los pronósticos de ventas de 1997.

Los resultados obtenidos para los principales enlaces de la dorsal y la estructura tarifaria de las líneas punto a punto en México permiten planear la utilización de enlaces E3 (34.368 Mbps)

para fines de 1997 en UniNet. Sobre estos enlaces de alta capacidad se construirá una nueva dorsal basada en ATM.

El presente estudio contiene varios puntos que deben revisarse, como por ejemplo los flujos de información entre ciudades que se supusieron en la construcción de las matrices de tráfico y la naturaleza exponencial del tráfico de datos [3]. Estas revisiones se efectuarán en tiempo real de acuerdo a mediciones obtenidas de la utilización de los enlaces y permitirán contar con un modelo más confiable de la red que se utilice para hacer pronósticos certeros de crecimiento. En el contexto de operación de UniNet debe resaltarse la importancia de la utilización de una herramienta especializada para la planeación de la capacidad, el análisis de fallas y el diseño de la topología.

Referencias

- [1] Flores Ramiro, A.; *Propuesta de una Metodología para la Administración de Proyectos de Telecomunicaciones*; ITAM; Agosto 1997.
- [2] Hirsch, C.; *A Report on the New Telecommunications Environment in Mexico*; Global Communications Newsletter (in IEEE Communications Magazine); June 1996; p. 4.
- [3] Leland, W., et al; *On the Self-Similar Nature of Ethernet Traffic*; IEEE/ACM Transactions on Networking; Vol.2, No. 1, February 1994.
- [4] Make Systems; *Internetworks*; NetMaker XA, Release 2.5; Mountain View, CA., 1996.
- [5] Mejía, M. y Acosta, M.; *Frame Relay - Base de las redes de área amplia de los 90's*; Soluciones Avanzadas; Año 5, Número 40, Diciembre 1996; pp. 51-58.
- [6] Spohn, D.; *Data Network Design*; Second Edition, McGraw-Hill; 1996.