

Algoritmo de cálculo de la carga atendida para redes digitales multiservicio de banda angosta

Julio Carlos Delgado Hernández

Universidad del Valle de México Plantel Lomas Verdes,
Departamento de Tecnociencias
Paseo de las Aves No. 1, Naucalpan, Estado de México, 53220
jcdelgado@uvmnet.edu

Resumen. A fin de elaborar un algoritmo de enrutamiento dinámico para las redes multiservicio de banda angosta basado en el análisis del estado de la red y de cada uno de los arcos de unión entre sus nodos, se vuelve necesario elaborar una metodología dirigida a calcular la capacidad de transmisión existente entre los nodos que conforman la subred de transmisión. En este artículo se describe un algoritmo capaz de calcular la capacidad de transmisión de los arcos de la red. El algoritmo contempla la existencia de diferentes clases de usuarios, y determina la forma del cálculo de las probabilidades de bloqueo para cada una de ellas.

1 Introducción

La tendencia a la digitalización de las redes de comunicación observada en los últimos 35 años, conllevó a la creación de Redes Digitales de Servicios Integrados (RDSI). La integración de servicios que dichas redes presentan está basada en la unificación de principios científicos, técnicos, metodológicos y organizacionales [1].

Las redes digitales de servicios integrados son objetos de telecomunicación de estructura compleja, caracterizados principalmente por su estructura topológica, sus algoritmos de funcionamiento, los parámetros del medio en el cual desarrollan su funcionamiento y por las respuestas que ofrecen ante estímulos exteriores. El principal problema a resolver en el momento de su diseño lo constituye la evaluación de la efectividad de su funcionamiento y una implementación racional de la misma [2].

2 Método probabilístico

La magnitud de carga atendida por un nodo de conmutación puede ser determinada de diferentes formas, una de las cuales se basa en la distribución matemática del número total de canales ocupados.

Con éste fin, es posible determinar la distribución matemática del número de canales ocupados a un mismo tiempo en un sistema ($[x]$), haciendo uso de la siguiente expresión [7]:

$$[x] = \frac{\frac{1}{x!} \prod_{j=1}^x \mu(j-1) \sum_{i=1}^u A_i}{\sum_{k=0}^v \frac{1}{k!} \prod_{j=1}^k \mu(j-1) \sum_{i=1}^u A_i} \quad (1)$$

donde A_i simboliza la carga atendida por cada uno de los canales de salida del nodo i , y k el número total de canales con que cuenta el nodo en observación. Otro método de cálculo de la carga total atendida por un grupo de canales se basa en el uso del concepto de esperanza matemática, como se desprende de la siguiente expresión [3]:

$$Y = [x] \cdot x = \sum_{x=0}^v \frac{\frac{1}{(x-1)!} \prod_{j=1}^x \mu(j-1) \sum_{i=1}^u A_i}{\sum_{k=0}^v \frac{1}{k!} \prod_{j=1}^k \mu(j-1) \sum_{i=1}^u A_i} \quad (2)$$

Si, paralelamente, se introduce un mecanismo de reserva de canales para ciertas clases de abonados en los arcos de cada uno de los nodos que conforman la red [5], con miras a alcanzar niveles predeterminados de calidad de servicio, entonces en la fórmula (1) deberán de ser introducidos cambios en el tipo de distribución de probabilidad de ocupación de canales. De acuerdo a modelos conocidos de reserva de canal, tenemos que

$$[x] = \frac{\frac{1}{x!} \prod_{j=1}^x \mu(j-1) \sum_{i=1}^u A_i \tau(T_i - x)}{\sum_{k=0}^v \frac{1}{k!} \prod_{j=1}^k \mu(j-1) \sum_{i=1}^u A_i \tau(T_i - k)}, \quad x = \overline{0, V}, \quad (3)$$

donde

$$\tau(c) = \begin{cases} 0, & \text{si } c < 0 \\ 1, & \text{si } c \geq 0 \end{cases} \quad (4)$$

Para un tipo de conexión del módulo de conmutación sin restricciones, tenemos que

$$\mu(i) = 1, \quad i = \overline{0, V}.$$

3 Método determinístico

Otra forma posible de determinar la magnitud de la carga atendida consiste en expresarle como una función de vectores de probabilidades de pérdida, cargas de entrada del sistema y coeficientes de tipos de abonado determinados de antemano. Esta forma de representación de la carga atendida por un sistema es relativamente sencilla de determinar si se representa como una intensidad de carga convertida a bits para cada tipo de abonado.

La magnitud de carga por abonado de esta manera expresada se define por medio de la siguiente expresión [4]:

$$y_i = \text{Mark}_i \cdot A_i \cdot \frac{(1 - P_i)}{V}, \quad (5)$$

donde Mark_i representa un coeficiente de uso de canal para cada tipo de abonado, y P_i representa la probabilidad de pérdida para el abonado i , definida de acuerdo con la siguiente expresión:

$$P_i = \sum_{x=V - \text{Mark}_{i+1}}^V [x]_i, \quad i = \overline{1, u}. \quad (6)$$

Así, es posible determinar la magnitud total de la carga atendida total haciendo uso de la expresión siguiente:

$$Y = \sum_{i=1}^u y_i. \quad (7)$$

Por otro lado, la velocidad de transmisión de bits resultante en el grupo de canales de salida puede ser representada por medio de una variable cualquiera C , y la velocidad de transmisión utilizada por cada tipo de usuario por medio de la variable C_i . Podemos entonces expresar tenemos que

$$C_i = \text{Mark}_i \cdot C. \quad (8)$$

Consideración especial merece el hecho de que la velocidad de transmisión de bits resultante puede interpretarse como la velocidad de transmisión entre dos nodos de conmutación de la subred.

A fin de convertir la intensidad de carga atendida a intensidad de carga entrante expresada en bits para cada tipo de abonado de la red, se deberá hacer uso de la expresión siguiente:

$$\alpha_i = \frac{C_i}{C} \cdot A_i, \quad i = \overline{1, u}. \quad (9)$$

Al sustituir (9) en (5), puede replantearse la ecuación de la carga normalizada para cada tipo de abonado, expresada en bits, como sigue:

$$\rho_i = \frac{C_i}{C} \cdot A_i \cdot \frac{(1 - P_i)}{V} \quad (10)$$

Es obvio que esta variable tendrá como condición que

$$0 \leq \rho_i \leq 1 \quad (11)$$

De manera semejante se determina la carga atendida normalizada total en el arco de transmisión, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\rho = \sum_{i=1}^u \rho_i \quad (12)$$

Las relaciones (8 – 12) permiten evaluar la capacidad de transmisión restante del recurso de canal (V) en cada arco de transmisión según la siguiente expresión:

$$C_r = V \cdot (1 - \rho) \quad (13)$$

En caso de precisarse la introducción de un mecanismo de reserva de canales para ciertas clases de usuarios, la expresión (6), que representa la probabilidad de pérdida para el abonado i tomará la forma siguiente:

$$P_i = \sum_{x=T_i - \text{Mark}_i + 1}^V [x] \quad (14)$$

donde la variable T_i representa los niveles de reserva adoptados para cada tipo de abonado que así lo requiera.

El algoritmo aquí desarrollado permite calcular la capacidad de transmisión existente entre los nodos de una subred de transmisión basado en su conversión a velocidad de transmisión de bits, lo que permite eliminar de sus fórmulas de determinación complejas fórmulas matemáticas, sin afectar el resultado final de los cálculos.

Este algoritmo, que se basa en el manejo de coeficientes predefinidos de participación por tipo de usuario en la carga total que ingresa al sistema, permite además contemplar la reserva de canales para ciertas clases de usuarios, en dependencia de su prioridad en el sistema, y elimina la división de la carga total de manera homogénea entre todos los canales del sistema, a diferencia del primer algoritmo detallado, lo que le acerca aún más al funcionamiento de las redes reales.

Referencias

1. Gvozdenko A.A., Osipov G.B. Redes Digitales de Servicios Integrados. En Radioelectrónica extranjera (en ruso), No.9, Vol. XXXIV, Moscú, (1989) 23 – 29.
2. Delgado J. C. «Valuación de la calidad de servicio en los nodos de las redes multiservicio». En: Cuadernos de Investigación del Instituto de Investigaciones Científicas de la UTCIM, Moscú, (2001) 2 – 8.
3. Ershov V. A., Kuznetsov N. A. «Fundamentos teóricos de la construcción de Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN)» (en ruso). Instituto de problemas de transmisión de la información, Academia de Ciencias Rusa, Moscú (1995).
4. Delgado J. C. «Investigación y desarrollo de un método de enrutamiento para las RDSI de banda angosta» (en ruso). Disertación de grado doctoral, Universidad Técnica de Comunicaciones e Informática de Moscú, Moscú (2002).
5. Ershov B. A., Ershov D. B. «Gestión del recurso de canal de las RDSI con reservación de canales». En: Electrocomunicaciones No. 12, Vol. XLII, Moscú (1994) 11 – 17.
6. Weber A., Fischer W., Huber M. N. Multichannel Circuit Switching – Performance Evaluation of Switching Networks. IEEE Journal on selected areas in communications. Vol. 9, N 2, Feb. 1991
7. Pinski E.A. Simple approximation for the Erlang loss function. Performance evaluation, No. 5, 1990, pp. 131- 136.