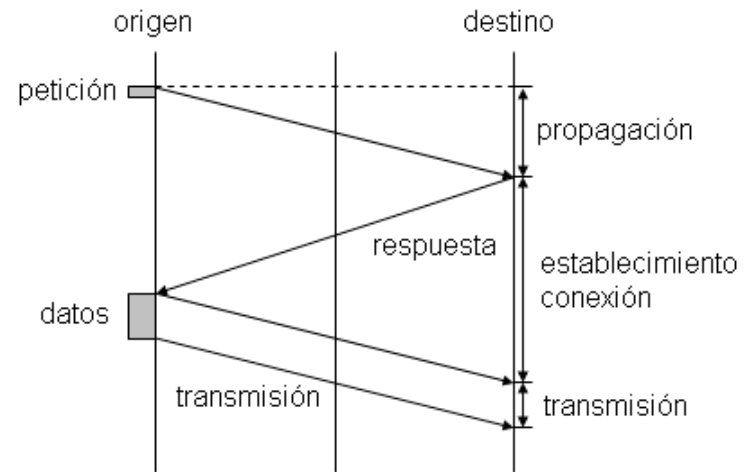
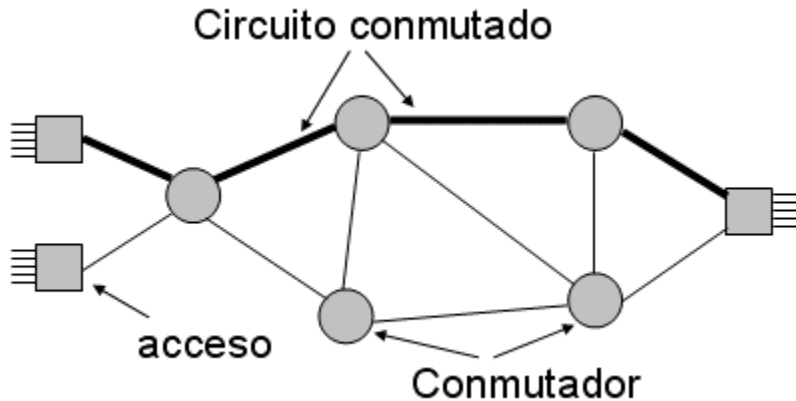


Formación de ráfagas para OBS

Paradigmas conmutación

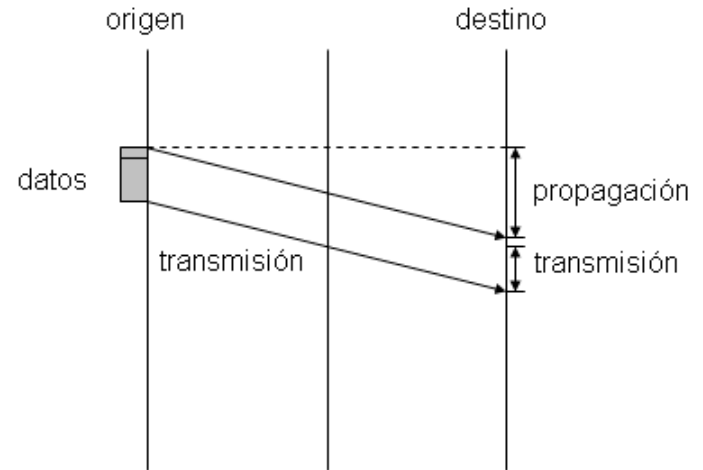
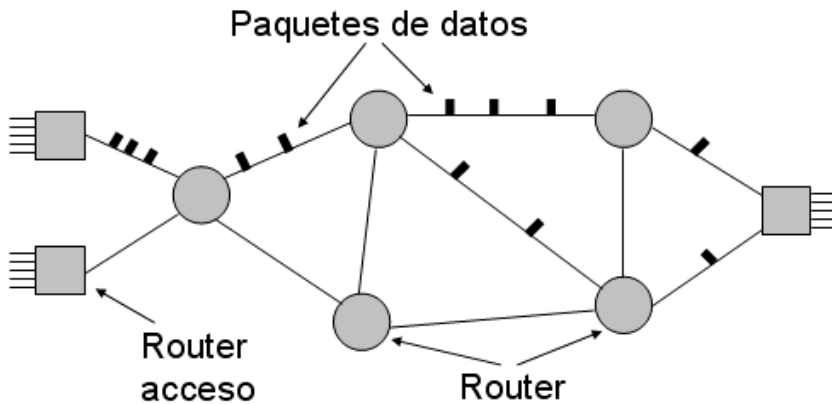
- Actualmente existen 2 paradigmas de conmutación para redes ópticas [25]:
 - Conmutación de circuitos
 - Conmutación de paquetes
- Bien conocidos ya que tienen sus análogos en redes electrónicas.

Conmutación de circuitos.



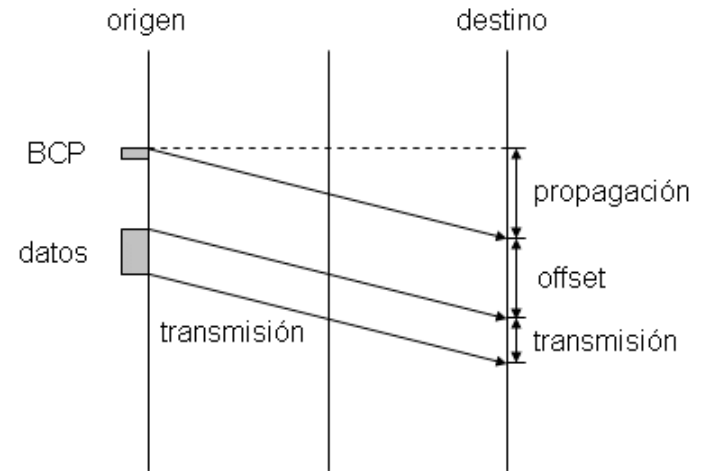
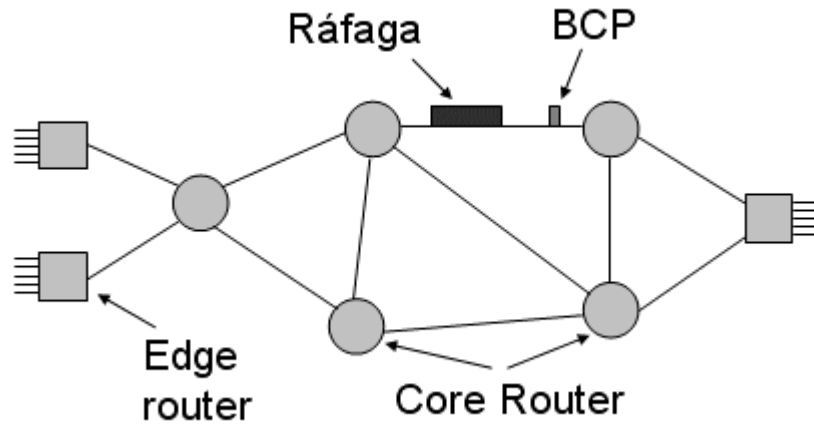
- 3 fases: Establecimiento conexión, transmisión, liberación conexión.
- Uso ineficiente BW con tráfico de datos.
- Alto sobre-aprovisionamiento longitudes de onda [1].
- Poco apto para el tráfico de Internet (a ráfagas [25]).
- Poca flexibilidad y capacidad de gestión [25].
- Sencillo de realizar.

Conmutación de paquetes



- Sin establecimiento de conexión.
- Uso eficiente BW con tráfico de datos.
- Apropiado para tráfico a ráfagas [9], conceptualmente ideal [4].
- Muy limitado tecnológicamente:
 - No existe RAM óptica.
 - Lógica óptica muy limitada.
 - Dispositivos de conmutación óptica muy “lentos”.

Conmutación de ráfagas



- One way reservation (fuera de banda).
- Multiplexación estadística.
- No requiere buffers ópticos.
- Se adapta a variaciones de tráfico [2].
- Transporte eficiente IP sobre WDM [9].
- Realizable tecnológicamente.

Comparación

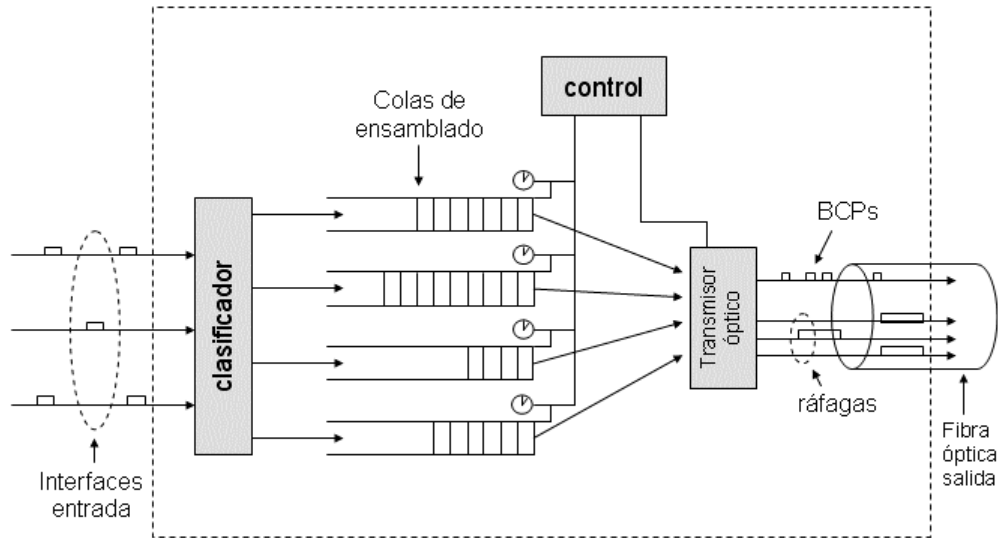
Optical switching	Bandwidth utilization	Latency (set-up)	Optical Buffer	Proc./Sync. overhead	Adaptativity (Traffic & fault)
Circuit	low	high	not required	low	low
Packet	high	low	required	high	high
Burst	high	low	not required	low	high

Comparación entre paradigmas de conmutación óptica [25].

Aspectos relevantes en OBS

- Reserva de recursos
 - Reserva / liberación.
 - TAG, IBT, JET, JIT, RFD ...
- Formación de ráfagas
 - Distintos métodos de formación.
- Channel scheduling
 - Resolución de conflictos, FDL, segmentación.
 - QoS.

Formación de ráfagas



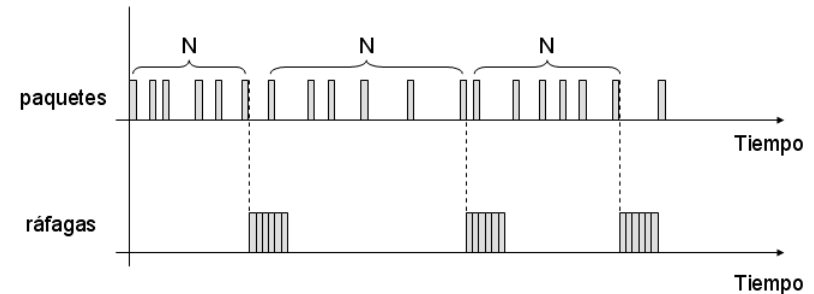
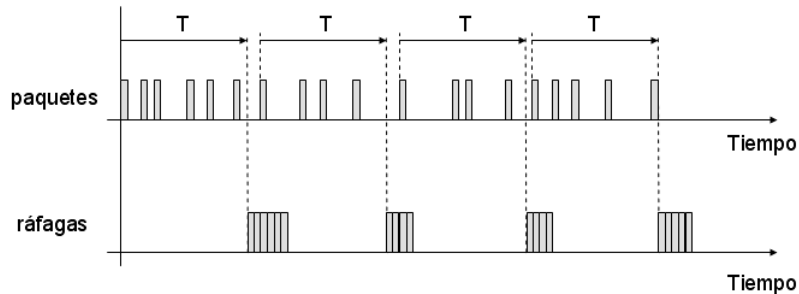
Esquema simple formador ráfagas

- Tráfico se ordena en función de destino y QoS.
- Unidad de control decide sobre la formación de las ráfagas.
- Ráfagas y BCPs transmitidos por fibra óptica de salida.

Métodos de formación de ráfagas

- Diversos métodos por la literatura.
- Tres grupos:
 - Básicos.
 - Sencillez de implementación.
 - Peores prestaciones.
 - Adaptativos.
 - Predictivos.
 - Mayor complejidad.
 - Mejores prestaciones.

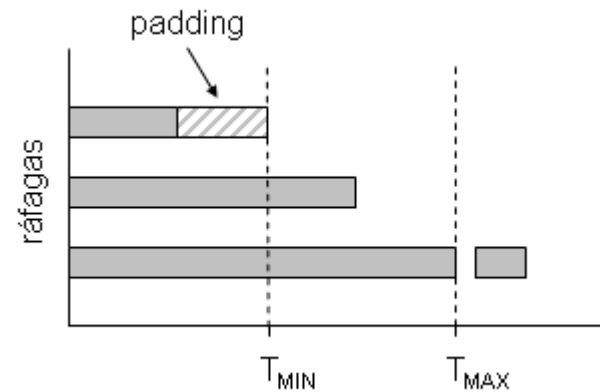
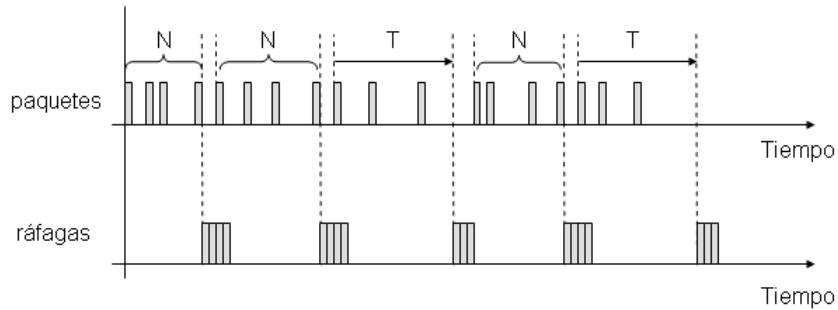
Métodos básicos (I)



- Tiempo de ensamblado fijo
 - Inicio timeout al llegar paquete a cola vacía
 - Forma ráfaga al expirar timeout
 - Garantiza retardo máximo
 - [1],[4],[12],[15],[16],[36],[39]

- Tamaño de ráfaga fijo.
 - Forma ráfagas con un número constante de paquetes (bytes)
 - No garantiza retardo máximo
 - Paquetes [15],[32],[36]
 - Bytes [12],[36]

Métodos básicos (II)

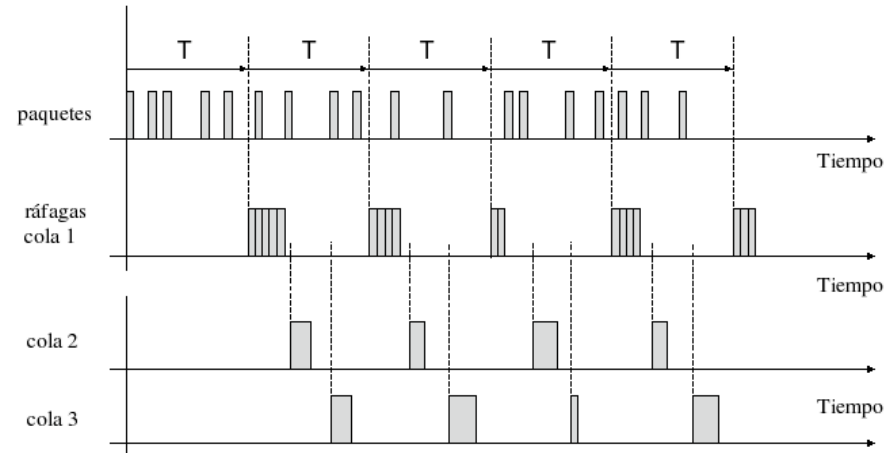
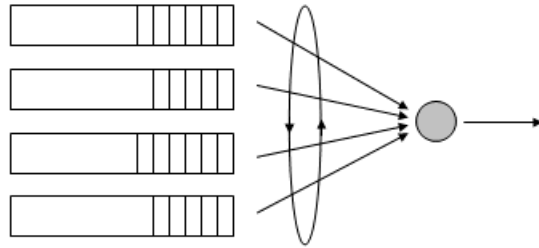


- Tamaño máximo/Timeout constante
 - Inicia timer al llegar paquete a cola vacía.
 - Forma ráfaga cuando expira timer **ó** alcanza tamaño máximo.
 - Se “controla” tamaño de ráfagas y retardo de ensamblado.
 - En algún caso se realiza padding hasta tamaño mínimo.
 - Timeout/Tamaño máximo/Tamaño mínimo - [31]
 - Timeout/Tamaño máximo - [4],[10],[15]
 - Timeout/Tamaño mínimo – [22],[31]

Métodos básicos (III)

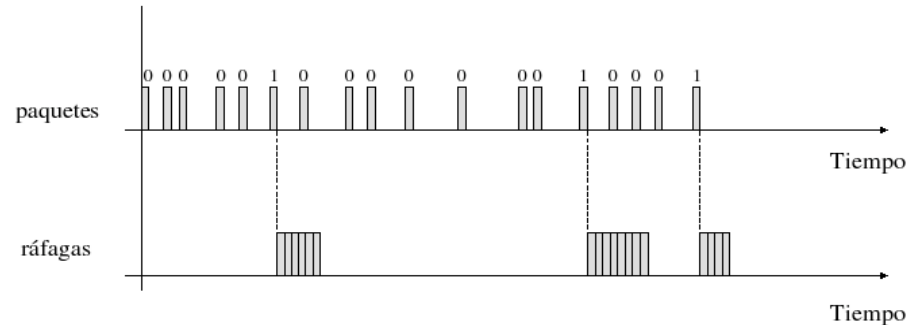
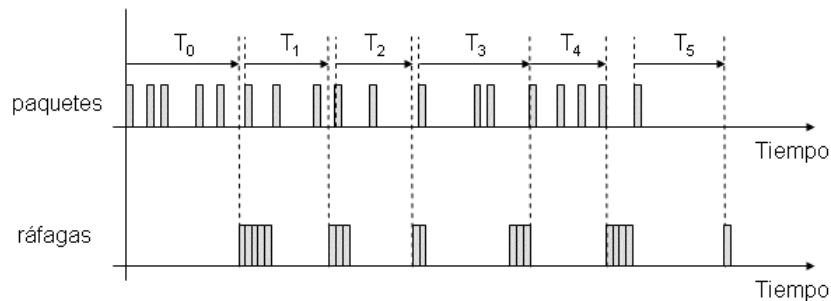
- Método general [14],[28].
 - N número de clases de paquetes entrantes;
 - M número de diferentes prioridades de ráfaga;
 - K número de tipos de ráfaga ($M \leq K \leq 2^N - 1$);
 - L_k^{MIN} longitud mínima de una ráfaga de prioridad k ;
 - L_k^{MAX} longitud máxima de una ráfaga de prioridad k ;
 - R_{jk}^{MIN} mínimo número de paquetes de clase j en una ráfaga de prioridad k ;
 - R_{jk}^{MAX} máximo número de paquetes de clase j en una ráfaga de prioridad k ;
 - $S_k = \{ j \mid R_{jk}^{\text{MAX}} > 0 \}$ conjunto de clases de paquetes que pueden ser incluidos en una ráfaga de prioridad k ;
 - Γ_k valor del timeout para crear una ráfaga de prioridad k ;
 - T_k tamaño umbral para crear una ráfaga de prioridad k ;
 - $C_k : C_k \subseteq S_k$ subconjunto de clases de paquetes sobre el cual es evaluado el threshold;
 - Se crea ráfaga cuando caduca timer ó $\text{SUM}_{j \in C_k} x_j \geq T_k$.
 - Paquetes de otras clases incluidas en S_k se agregan hasta alcanzar L_k^{MAX} .

Métodos básicos (IV)



- Round Robin [29].
 - Se recorren N colas de forma circular Round Robin
 - Cada cola se vacía cada T seg.
 - Introduce sincronía.
 - Pueden definirse T_{MAX} y T_{MIN}
 - Cabe riesgo de retardo de varios intervalos T.

Métodos adaptativos



- Adaptive Assembly Period [4]

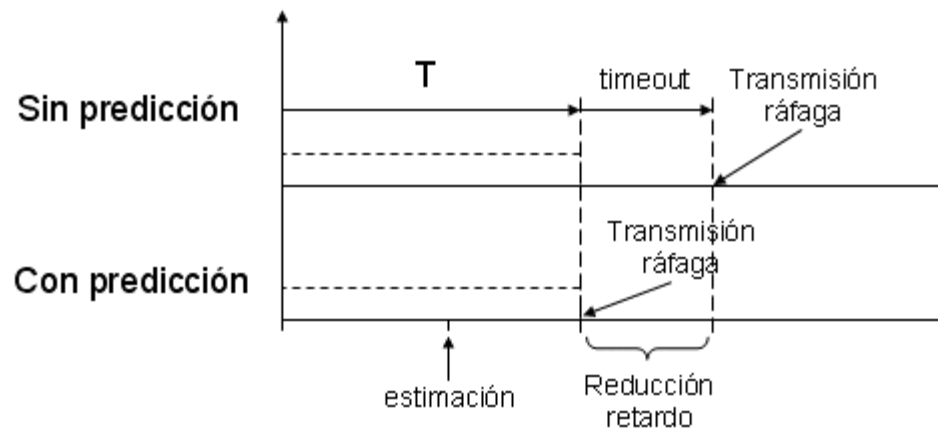
- Calcula T cada ráfaga
- En función de tamaños de ráfagas anteriores
- $T = a \frac{L_{avg}}{BW}$
- $L_{avg} = b L^{-1} + g L_{med}$

- Selección aleatoria [36]

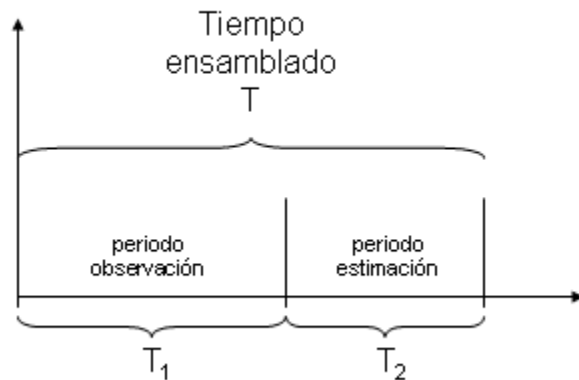
- Generador Bernoulli 1's 0's
- Asigna 1 o 0 a cada paquete
- Paquete asociado a 1 finaliza ráfaga
- Mantiene tiempo entre llegadas exponencial.

Métodos predictivos (I)

- Estiman tamaño de ráfaga antes de completarla.
- Se reduce retardo de ensamblado sufrido por tráfico.
- Estimaciones a la baja aumentan retardo.



Métodos predictivos (II)



$$C = (c^{-1}, c^{-2}, c^{-3}, c^{-4}, c^{-5}, \dots, c^{-N})$$

$$S = (s^{-1}, s^{-2}, s^{-3}, s^{-4}, s^{-5}, \dots, s^{-N})$$

$$S \times C = c^{-1} \times s^{-1} + c^{-2} \times s^{-2} + \dots + c^{-N} \times s^{-N}$$

- Predicción proporcional [7]

- Funcionamiento no periódico

$$\text{Tamaño} = a L \frac{T}{T - T_2}$$

a parámetro control

L tráfico recibido en T_1

- Predicción con polinomios [21]

- Funcionamiento periódico

- Se define vectores:

- C coeficientes

- S tráfico en periodos anteriores

- Tamaño = $S \times C$

Conclusiones

- Conmutación óptica de circuitos: poco flexible y eficiente para tráfico de datos [9].
- Conmutación óptica de paquetes : apropiada para tráfico de datos, pero no realizable.
- Conmutación óptica de ráfagas: apropiada para tráfico de datos y si realizable.

- Proceso de formación de ráfagas afecta a las características del tráfico.
- Tráfico de internet auto-similar \longrightarrow a ráfagas en toda escala de tiempo [25].
- [12]: la formación de ráfagas no reduce auto-similitud. Sólo en esquemas timer based al aumentar valor de timeout.
- [26]: la formación de ráfagas:
 - Reduce “short range dependence” de tráfico.
 - No afecta a “long range dependence”.
 - “long range dependence” no afecta a probabilidad de bloqueo en conmutadores.

Métodos simulados

- Tamaño umbral constante (byt/paq) [12],[15],[32],[36]
- Timeout constante [1],[4],[12],[15],[16],[36],[39]
- Timeout constante/Tamaño umbral constante (byt/paq) [4],[10],[15]
- Timeout constante/Tamaño mínimo [22],[31]
- Timeout constante/Tamaño umbral constante (byt/paq)/Tamaño mínimo [31]
- Round Robin (byt/paq) [29]
- Adaptive Assembly Period [4]
- Selección aleatoria Bernoulli [36]
- Predictivo en funcion de tráfico recibido en parte inicial del periodo [7]
- Predictivo en funcion de tráfico recibido en periodos anteriores [21]

En desarrollo

- Sistema simulador:
 - Número arbitrario de simulaciones en paralelo.
 - Acceso de usuarios con sistema de cuentas.
 - Simulaciones sobre tráfico capturado directamente de interfaz de red o de fichero con traza almacenada.
 - Analisis y presentación de resultados.

Bibliografía

- 1. E. Kozlovski, M. Duser, I. de Miguel and P. Bayvel, "Analysis of Burst Scheduling for Dynamic Wavelength Assignment in Optical Burst-Switched networks", IEEE Lasers and Electro-Optics Society, 2001. LEOS 2001, Vol. 1 , Pg. 161 -162, 2001.
- 2. M. Düser and P. Bayvel, "Analysis of Wavelength-Routed Optical Burst-Switched Network Performance", Optical Communication, ECOC '01, vol.1 , 2001, pp. 46 -47.
- 3. Mei Yang, S. Q. Zheng, and D. Verchere, "A QoS Supporting Scheduling Algorithm for Optical Burst Switching DWDM Networks", in Proc. IEEE Globecom 2001, vol. 1, pp. 86-91.
- 4. X. Cao, J. Li, Y. Chen, and C. Qiao, "Assembling TCP/IP Packets in Optical Burst Switched Networks", Proceedings, IEEE Globecom 2002, Taipei, Taiwan, November 2002.
- 5. K. Dolzer, "Assured Horizon - A New Combined Framework for Burst Assembly and Reservation in Optical Burst Switched Networks", Proceedings of the European Conference on Networks and Optical Communications (NOC 2002), Darmstadt, 2002.
- 6. M. Düser and P. Bayvel, "Bandwidth Utilisation and Wavelength Re-Use in WDM Optical Burst-Switched Packet Networks", Proceedings of the IFIP TC6 5th International Working Conference on Optical Network Design and Modeling (ONDM 2001), Vienna, February 2001.
- 7. T. Hashiguchi, X. Wang, H. Morikawa, and T. Aoyama, "Burst Assembly Mechanism with Delay Reduction for OBS Networks", Proceedings of Conference on the Optical Internet (COIN 2003), pp.664-666, Melbourne, Australia, July 2003.
- 8. Vinod Vokkarane, Guru P.V. Thodime, Venkata U.B. Challagulla, and Jason Jue, "Channel Scheduling Algorithms using Burst Segmentation and FDLs for Optical Burst-Switched Networks", submitted to, IEEE Conference, 2003.
- 9. C. Qiao and M. Yoo, "Choices, Features and Issues in Optical Burst Switching", Optical Networks Magazine, Vol. 1, No. 2, pp. 36-44, 2000.
- 10. Y. Xiong, M. Vanderhoute, and H.C. Cankaya, "Control architecture in optical burst-switched WDM networks", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 18, No. 10, October 2000, pp. 1838-185.
- 11. C. Gauger, "Dimensioning of FDL Buffers for Optical Burst Switching Nodes", Proceedings of Optical Network Design and Modeling (ONDM 2002), Torino, 2002.
- 12. G. Hu, K. Dolzer, and C. Gauger, "Does burst assembly really reduce the self-similarity?", Optical Fiber Communication Conference (OFC 2003), Atlanta, 2003.
- 13. K. Dolzer, C. Gauger, J. Späth, and S. Bodamer, "Evaluation of reservation mechanisms for optical burst switching", AEÜ International Journal of Electronics and Communications, Vol. 55, No. 1, January 2001.
- 14. Vinod Vokkarane, Qiong Zhang , Jason Jue, and Biao Chen, "Generalized Burst Assembly and Scheduling techniques for QoS Support in Optical Burst-Switched Networks", Proceedings, IEEE GLOBECOM 2002, Taipei, Taiwan, Nov 2002.
- 15. A. Zapata and P. Bayvel. "Impact of burst aggregation schemes on delay in optical burst switched networks".
- 16. A. Detti and M. Listanti, "Impact of Segments Aggregation on TCP Reno Flows in Optical Burst Switching Networks", Proceedings IEEE, INFOCOM 2002, New York, NY, June 2002.

Bibliografía

- 17. K. Chao, H. Balt, S. Michel, and D. Verchere, "Information model of an optical burst edge switch", Proceedings ICC 2002, vol. 5, pg. 2717–2721, 2002.
- 18. H. Buchta, E. Patzak, J. Saniter and C. Gauger, "Limits of Effective Throughput of Optical Burst Switches Based on Semiconductor Optical Amplifiers", In Proceedings of OFC 2003.
- 19. David Q. Liu and Ming T. Liu, "Modeling and Analysis of Differentiated Services Burst Scheduling Scheme in Optical Burst Switching WDM Networks", Proceedings of International Symposium on Performance Evaluation of Computer And Telecommunication Systems (SPECTS'02), July 2002.
- 20. K. Dolzer and C. Gauger, "On burst assembly in optical burst switching networks - a performance evaluation of Just-Enough-Time", Proceedings of the 17th International Teletraffic Congress (ITC 17), Salvador, September 2001.
- 21. D. Morato, J. Aracil, L.A. Díez, M. Izal, and E. Magana, "On linear prediction of Internet traffic for packet and burst switching networks", Proceedings, Tenth International Conference on Computer Communications and Networks, 2001, pp. 138 -143.
- 22. A. Ge, F. Callegati, and L.S. Tamil, "On optical burst switching and self-similar traffic", IEEE Communications Letters, Vol. 4, No. 3, March 2000, pp. 98-100.
- 23. M. Izal and J. Aracil, "On the Influence of Self-similarity on Optical Burst Switching Traffic", Proceedings, IEEE Globecom 2002, Taipei, Taiwan, November 2002.
- 24. W. Leland, M. Taqqu, M. Willinger and D. Wilson. "On the Self-Similar Nature of Ethernet Traffic". IEEE/ACM Transactions on Networking, 2(1):1-15, 1994.
- 25. C. Qiao and M. Yoo, "Optical Burst Switching - A New Paradigm for an Optical Internet", Journal of High Speed Networks, Special Issue on Optical Networks, Vol. 8, No. 1, pp.69-84, 1999.
- 26. X. Yu, Y. Chen, and C. Qiao, "Performance Evaluation of Optical Burst Switching with Assembled Burst Traffic Input", Proceedings, IEEE Globecom 2002, Taipei, Taiwan, November 2002.
- 27. I. Bernal, J. Aracil, D. Morató, M. Izal, E. Magaña, L.A.Díez, "Predicción de tráfico de Internet y aplicaciones", Proceedings of the Jitel 2001.
- 28. Vinod Vokkarane and Jason Jue, "Prioritized Burst Segmentation and Composite Burst Assembly Techniques for QoS Support in Optical Burst-Switched Networks", submitted to IEEE Journal, 2003.
- 29. T. Tachibana, T. Ajima and S. Kasahara, "Round-Robin Burst Assembly and Constant Transmission Scheduling for Optical Burst Switching Networks," IEEE GLOBECOM 2003, San Francisco, CA, USA, 1-5 December, 2003, pp.2772-2776.
- 30. A. Louridas, K. Panagiotidou and N.J. Gomes, "Simulation of Optical Burst Switching Protocol and Physical Layers", London Communication Symposium, LCS 2002, pp. 301-304 2002 September.
- 31. X. Yu, Y. Chen, and C. Qiao, "Study of traffic statistics of assembled burst traffic in optical burst switched networks", Proceedings, Optical Networking and Communication Conference (OptiComm) 2002, Boston, MA, July-Aug 2002.
- 32. Vinod Vokkarane, Karthik Haridoss and Jason Jue, "Threshold-Based Burst Assembly Policies for QoS Support in Optical Burst-Switched Networks", Proceedings, Optical Networking and Communication Conference (OptiComm) 2002, Boston, MA, July-Aug 2002.

Bibliografía

- 33. M. Yoo, C. Qiao, S. Dixit, "QoS Performance of Optical Burst Switching in IP-Over-WDM Networks", IEEE JSAC, vol. 18, no. 10, pp. 2062-2071, Oct. 2000
- 34. J.S. Turner, "Terabit burst switching", Journal of High Speed Networks, Vol. 8, No. 1, January 1999, pp. 3-16.
- 35. D. Wischik, "The capacity of a burst-switched network"
- 36. M. de Vega Rodrigo and J. Gotz. "An analytical study of optical burst switching aggregation strategies" Proceedings of Broadnets 2004, workshop on OBS, San Jose, California, 2004.
- 37. Yu X, J. Li, X. Cao, Y. Chen and C. Qiao. "Traffic statistics and performance evaluation in optical burst switched networks" IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology, 22(11):2722-2738, December 2004.
- 38. S Parveen, S A Paredes and T J Hall, "Evaluation of Burst Aggregation Method in an Optical Burst Switched Agile All-Photonic Network". January 2004. Ready for submission.
- 39. K. Leavens, "Traffic characteristics inside optical burst switched networks" Proceedings of Opticomm 2002, pages 137-148. 2002