



TEMA 13

MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONO, ATM.

13.1 Generalidades

- Surge con la misma filosofía que el Frame Relay de descargar el coste principal de control de flujo y de errores a las capas de superiores de transporte, basándose en la existencia de redes muy fiables (fibra óptica) y con pocos errores en las capas inferiores.
- Se usa con mucha frecuencia para tráfico en tiempo real como audio y vídeo.
- ATM es una arquitectura de protocolos diferente a las arquitecturas OSI y TCP/IP.
- ATM tiene funcionalidades de protocolo de red (enrutamiento o conmutación ATM, establece conexión extremo a extremo y no solo entre nodos como suele hacerse en la capa de enlace), aunque está por encima justo de la capa física.
- Está basado al igual que X.25 en tamaño de paquete fijo, llamado celda ATM de 53 octetos.
 - Esto repercute en un mejor aprovechamiento de la conmutación, al minimizar el coste de transmisión y el procesamiento interno de la red, por lo que se produce un encaminamiento de celdas mas rápido.
 - Permite manejar eficazmente las prioridades, al poder enviar celdas sin esperar a que finalice la transmisión de grandes paquetes.
- Al igual que X.25 y Frame Relay, la transferencia se lleva a cabo en trozos discretos y varias conexiones lógicas pueden multiplexarse sobre una única interfaz física.
- La capa ATM proporciona servicio orientado a conexión, pero no proporciona acuses de recibo. Sí proporciona entrega en orden. Se le da mas importancia a que llegue bien y en orden, que al hecho en sí de que las celdas lleguen. La subred ATM puede descartar celdas.
- Las velocidades de transferencia en la capa física van de 25'6Mbps hasta 622'08Mbps. La velocidad mas comunmente usada es a 155'52Mbps.

13.2. Conexiones lógicas ATM, y direccionamiento

- El direccionamiento en la red ATM, se produce de dos formas:
 - VCC: conexión de canal virtual, o conexión de circuito virtual. Se establece entre dos usuarios finales a través de la red, intercambiandose celdas de tamaño fijo a través de una conexión full-duplex y de velocidad variable. Una VCC también se usa para intercambios usuario-red y red-red.
 - VPC: conexión de camino virtual, o conexión de trayectoria virtual. Es un haz de VCC's con los mismos extremos (mismo nodo origen y destino), de manera que todas las celdas a través de las VCC de una misma VPC se conmutan conjuntamente.

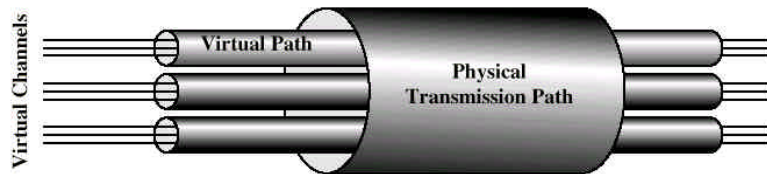


Fig. 13.1

- Conexión de canal virtual (circuito virtual). VCC
 - Permite que la capa ATM (que es la que lo implementa) ofrezca servicios orientados a conexiones.
 - Es una conexión de un origen a un destino, aunque puede gestionar multitransmisión. Son unidireccionales, aunque suelen crearse los circuitos de ida y de vuelta al mismo tiempo. Ambos sentidos se direccionan al mismo VCI de modo que el circuito virtual es dúplex integral. Las propiedades en los dos sentidos pueden ser muy diferentes.
 - Pueden existir conexiones de canal virtual conmutadas (se crean para cada conexión) y permanentes (se crean de forma permanente).
- Conexión de camino virtual (trayectoria virtual). VPC
 - El concepto de camino virtual (o trayectoria virtual) se desarrolla como respuesta a una tendencia en redes de alta velocidad donde el costo de control está alcanzando una elevada proporción del costo total de la red.
 - El camino virtual ayuda a contener el costo de control agrupando en una sola unidad conexiones que comparten caminos comunes a través de la red.
- Existe otro tipo de direccionamiento para el establecimiento de la conexión, identificando de manera única el origen y el destino. Se hace mediante direcciones ATM. Estas tienen tres formas:
 - Dirección de 20 octetos de longitud, donde:
 - 1er octeto indica cual de los tres formatos se está utilizando
 - octetos 2 y 3 indican un código de país.
 - Octeto 4 da el formato del resto de los bytes, que contiene una autoridad de 3 octetos, un dominio de 2 octetos, un área de 2 octetos y una dirección de 6 octetos.
 - Dirección de 20 octetos donde:
 - 1er octeto indica cual de los tres formatos se está utilizando
 - octetos 2 y 3 indican un código de organización.
 - Octeto 4 da el formato del resto de los bytes, que contiene una autoridad de 3 octetos, un dominio de 2 octetos, un área de 2 octetos y una dirección de 6 octetos
 - Dirección de 16 octetos donde:
 - 1er octeto indica cual de los tres formatos se está utilizando



- Número de 15 dígitos (octetos) similar al sistema RDSI. Este sistema de direccionamiento está obsoleto.

13.3. Arquitectura

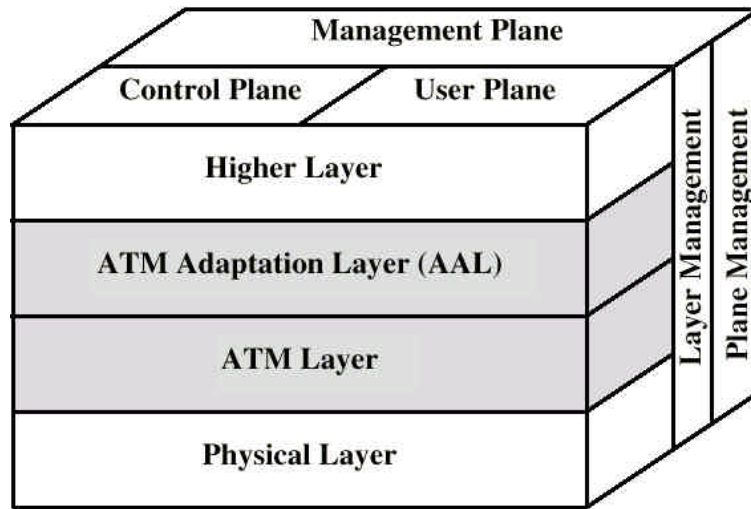


Fig. 13.2

- La arquitectura ATM está basada en la existencia de 2 capas fundamentales y 3 planos. Las capas son la capa ATM y la Capa de Adaptación ATM (AAL), y los planos son el plano de usuario, de control y de gestión.
- Los planos se pueden definir:
 - o Plano de usuario: permite la transferencia de información de usuario (transporte de datos) así como de determinados controles asociados a dicha transferencia como son el control del flujo y de algunos errores.
 - o Plano de control: realiza funciones de control de llamada y de control de la conexión. Es realmente el que se encarga del establecimiento y liberación de la conexión.
 - o Plano de gestión: se encarga de la gestión de las diferentes capas y planos y se relaciona con la administración de recursos.
- Capa ATM:
 - o Tiene la funcionalidad de una capa de red (modelo OSI), pues comprende enrutamiento, conmutación y circuitos virtuales terminal a terminal ya que se encarga de mover celdas de origen a destino por lo que se relaciona con protocolos y algoritmos de enrutamiento.
 - o Orientada a conexiones, pero no proporciona acuses de recibo
 - o Se distinguen 2 interfaces:
 - UNI (User-Network Interface): define la línea entre el usuario y el primer nodo de la red ATM.
 - NNI (Network-Network Interface): se aplica a la línea entre conmutadores ATM (en ATM el conmutador es el router)
 - o El formato de paquete (celda) entre ambas difiere muy ligeramente.
 - Tienen tamaño fijo: 5 octetos de control, 48 octetos de información.

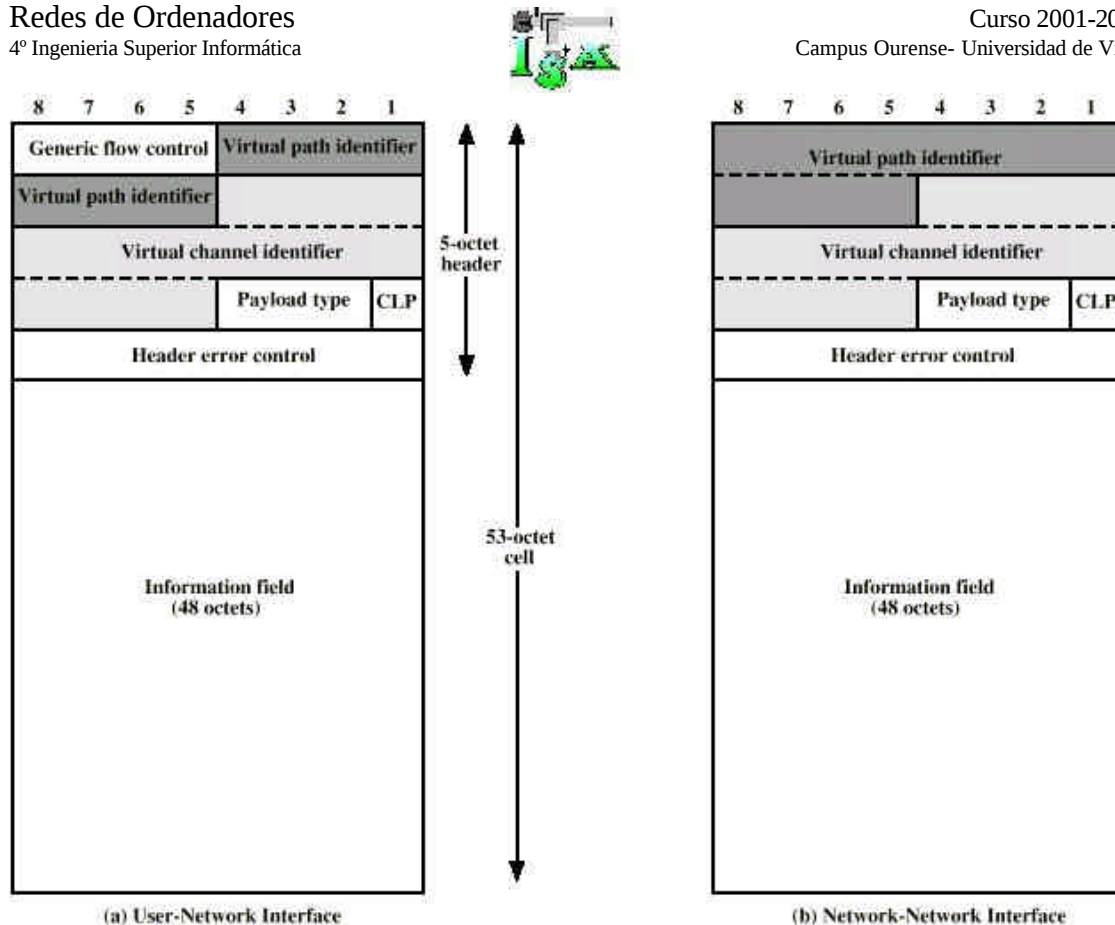


Fig. 13.3

- o El campo GFC sólo está presente en las celdas entre host y red (UNI) y se puede considerar un fallo del estándar pues es sobrescrito por el primer conmutador al que llega ya que este usa el formato NNI.
 - o El campo VPI es un entero pequeño que selecciona una trayectoria virtual (camino virtual).
 - o El campo VCI selecciona un circuito virtual (canal virtual) en concreto. La cantidad posible de circuitos virtuales es algo menor de las posibles (NNI: 65536, UNI: 4096) pues algunos se dedican a funciones de control.
 - o El campo PTI define el tipo de carga útil (ver figura 5-63, Tannenbaum), proporcionada por la capa de usuario y la información de congestión, proporcionada por la red, es decir, una celda enviada con PTI 000 podría llegar con PTI 010 para avisar al destino de posibles problemas.
 - o El bit CLP se establece para dar alta o baja prioridad a una celda.
 - o El campo HEC es la suma de comprobación de la cabecera
- Capa AAL (ATM Adaptation Layer), capa de adaptación ATM.
 - o Es necesaria para protocolos de transferencia no pensados para ATM. Sirve tanto para aplicaciones sobre IP como para aplicaciones directas sobre ATM (recordar VIDEOCONF).
 - o En voz PCM una aplicación genera una secuencia de bits a partir de una señal de voz. La capa de adaptación agrupa bits PCM en celdas para transmisión y cuando son recibidas las entrega de manera que se obtenga un flujo constante de bits.



- o Para minimizar el número de protocolos AAL diferentes, se definen cuatro clases de servicios que cubren un amplio rango de requisitos

Clases de servicio (obsoleto)	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
Relación de temporización origen y destino (retardo)	Requerido		No requerido	
Tasa de Bits	Constante	Variable		
Modo de conexión	Orientado a conexión			No conexión
Protocolo AAL	Tipo 1 AAL 1	Tipo 2 AAL 2	Tipo 3/4, Tipo 5 AAL 3/4, AAL 5	Tipo 3/4 AAL 3/4

Fig. 13.4

- o Las clases de AAL quedaron obsoletas tras lo cual se generaron los tipos AAL actuales.
- o Un ejemplo de clase A (AAL 1) es la emulación de circuitos (voz sobre ATM), de clase B (AAL 2) es la transmisión de vídeo a velocidad variable como la videoconferencia y las clases B y C (AAL 3/4 y 5) para transferencia de datos.
- o La capa AAL se organiza en dos subcapas físicas: la subcapa de convergencia (CS, dependiente del tipo de servicio) y la subcapa de segmentación y agrupación o ensamblado (SAR).
- o El usuario de AAL genera una SAP (Service Access Point) para conectarse a AAL en función del tipo de servicio (se conecta a CS).
- o La capa SAR divide en paquetes de 48 octetos y la capa ATM añade 5 octetos de cabecera.

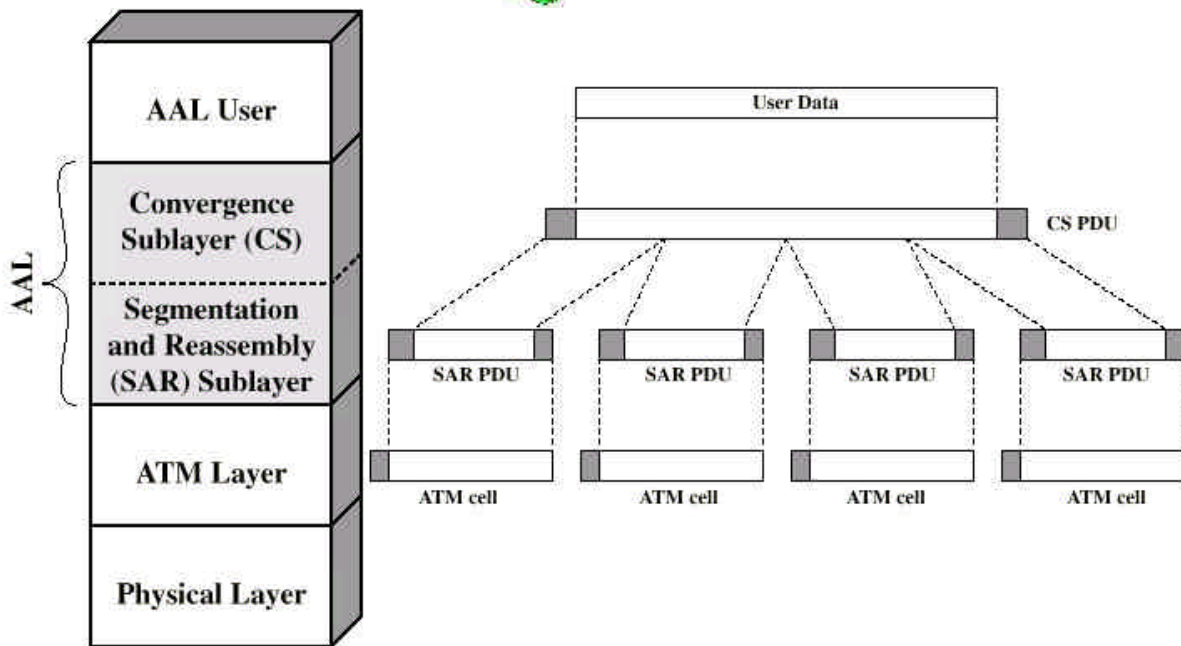


Fig. 13.5

13.4 Establecimiento de las conexiones

- Se describe inicialmente el establecimiento de los circuitos virtuales conmutados.
- Establecimiento de camino virtual.
 - Técnicamente el establecimiento de la conexión no es parte de la capa ATM sino íntegra del plano de control, usando un protocolo ITU (*International Telecommunication Union*) complejo llamado Q.2931.
 - El establecimiento de camino virtual se encuentra desvinculado del proceso de establecimiento de canal virtual.
 - El plano de control condiciona la obyencion de las rutas, la reserva de capacidad y el almacenamiento de información de estado de la conexión.
 - 1º. La capa de usuario solicita la conexión entre A y B (direcciones ATM). Esto se hace mediante diferentes tipos de mensajes como “Establecer”, “Conexión” etc
 - 2º. Como se necesita disponer de direccionamiento VCC (pues la capa ATM es el único que conoce junto al VPC) se reserva el VPI 0 y el VCI 5 para celdas que contienen una solicitud, si hay éxito, se abre otro VCI sobre el mismo VPI para el intercambio de solicitudes y respuestas de establecimiento de la conexión.
 - 3º. Se establece conexión:
 - Se asigna trayectoria virtual y su identificador (VPI) al host origen, desde el conmutador origen (en ATM, conmutador es lo mismo que router) al conmutador destino.
 - Si ya hay VPI que vaya del origen al destino, el host asigna los VCI's que necesite, entrando en el direccionamiento de canal virtual.
- Establecimiento de canal virtual



- o El establecimiento de canal virtual necesita de la existencia previa de un camino virtual hacia el nodo destino, además de que este camino disponga de la capacidad requerida. Esto lo controla el plano de control.
- o Será necesario además que se sirva la calidad de servicio requerida por la conexión, controlado también por el plano de control.
- o Una VCC puede tener como extremos, los usuarios finales, nodos o usuarios-nodos.
 - Usuario-usuario: para transporte extremo a extremo de datos de usuario.
 - Usuario-nodo (red): para señalización de control.
 - Nodo-nodo: para gestión de tráfico de red y encaminamiento

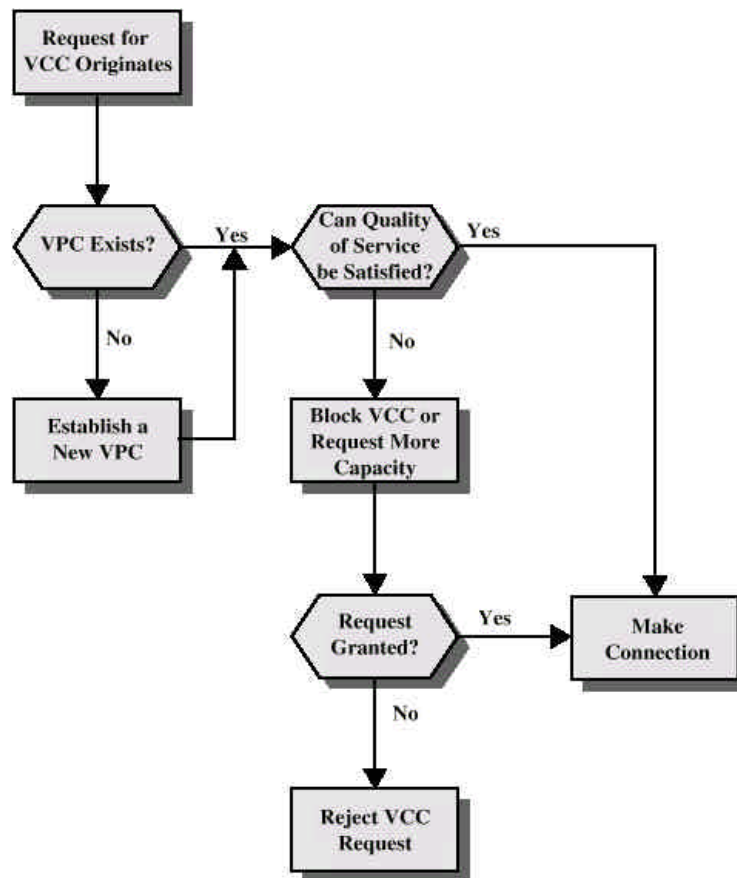


Fig. 13.6

- Características de camino y canal virtual y señalización de control.
 - o Características de canal virtual y camino virtual (ITU I.150)
 - Calidad de Servicio: especificada como tasa de pérdida de celdas y variación del retardo de celdas.
 - Conexiones de canales virtuales conmutados y semipermanentes.
 - Integridad de la secuencia de celdas
 - Negociación de parámetros de tráfico y supervisión de uso (velocidad media, velocidad de pico, tipo de ráfagas y duración de pico).
 - Restricción de identificador de canal virtual en una VPC: solo como característica de camino virtual. Es la posibilidad de no asignar VCI's por necesidad de reservarlos para el uso de la red.



indica cual de las 4 líneas de salida ha de usar y qué VPI debe poner en las celdas de salida:

Origen	Destino	Linea Entr	VPIe	Linea Sali	VPIs	Trayectoria
PO	LU	1	1	3	1	nueva
VG	C	1	2	4	1	nueva
PO	C	1	3	4	2	nueva
OU	FE	2	1	4	3	nueva
PO	LU	1	1	3	1	vieja
C	VG	4	4	1	4	nueva

Fig. 13.8

- o Cada una de las tablas full duplex (es decir, dada una solicitud de VPC se reservaría ya el VPC de vuelta), quedaría:

L.E. 1 (VG)			L.E. 2 (OU)			L.E. 3 (LU)			L.E. 4 (C)		
VPIe	L.S.	VPIs	VPIe	L.S.	VPIs	VPIe	L.S.	VPIs	VPIe	L.S.	VPIs
0			0			0			0		
1	3	1	1	4	3	1	1	1	1	1	2
2	4	1	2			2			2	1	3
3	4	2	3			3			3	2	1
4	4	4	4			4			4	1	4
5			5			5			5		

Fig. 13.9

13.5. Variación del retardo de celdas

- Para una red ATM, las señales de voz y vídeo pueden ser digitalizadas y transmitidas como una secuencia de celdas, por lo que se requiere un retardo pequeño y es recomendable conseguir una velocidad constante en las capas de usuario.
- D(i) retardo extremo a extremo de la celda i-ésima, la primera celda se recibe en t_0 , y se retarda un tiempo V_0 antes de enviarla a la aplicación. V_0 es una estimación del retardo que la aplicación puede tolerar.
- Las celdas siguientes se retardan de manera que las celdas llegan a la aplicación a una tasa constante de R celdas por segundo ($1/R$ tiempo entre tramas), la siguiente celda se retrasa un tiempo variable $V(1)$ de modo que:



- o $T_1 + V_1 = t_0 + V_0 + 1/R$, así
- o $V_i = V_{i-1} - [t_i - (t_{i-1} + 1/R)]$. Siendo $\delta = 1/R$, queda mas general:
- o $V_i = V_0 - [t_i - (t_0 + i\delta)]$

- El resultado es que los datos son enviados a la capa superior a una velocidad constante.

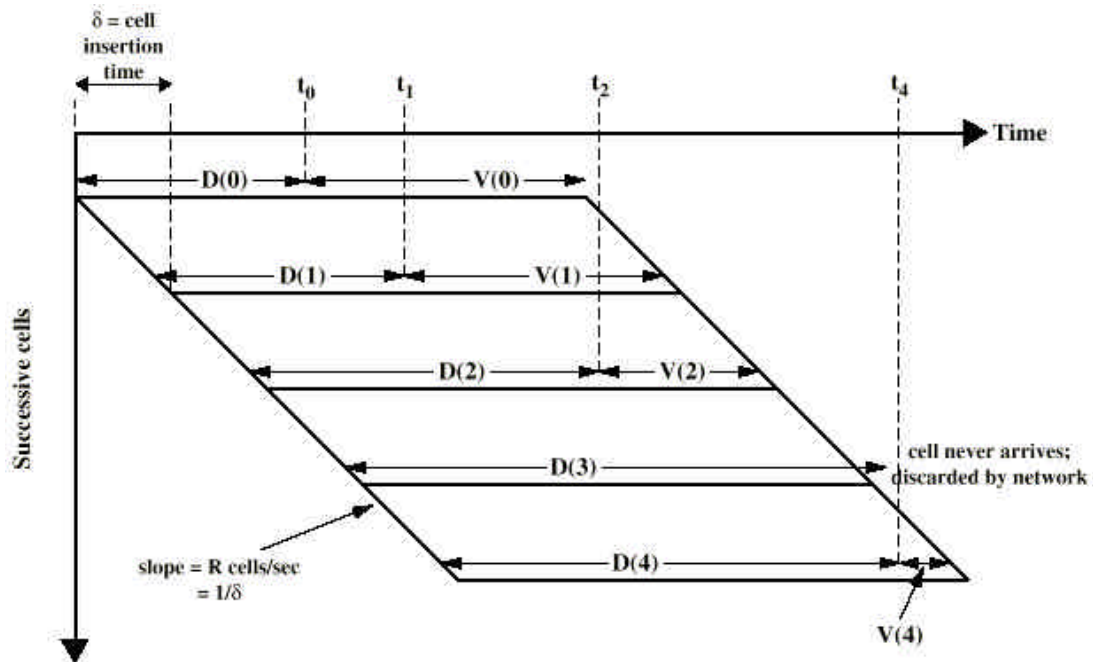


Fig. 13.10

Bibliografía:

Capítulos 11 y 12: W. Stallings "Comunicaciones y Redes de Computadores".
Capítulos 1, 5 y 6; Andrew S. Tanenbaum "Redes de Computadoras"