

Servicios de Red
Práctica 5
Análisis del Nivel de Enlace RDSI. Q.921

Himar Alonso Díaz

15 de mayo de 2006

Contenido

1. Análisis teórico	2
1.1. El nivel de enlace	2
1.2. Tramas LAPD	2
1.3. Tipos de tramas en LAPD	3
1.4. Direccionamiento	4
2. Descripción del software	4
3. Cuestiones	5

1. Análisis teórico

El objetivo de esta práctica es el análisis del protocolo del *nivel de enlace* de una Red Digital de Servicios Integrados.

1.1. El nivel de enlace

Recordemos que la función del nivel de enlace es la del establecimiento y gestión de una conexión, así como su direccionamiento, reconocimiento (acuse de recibo), control de errores y control de flujo [1]. En RDSI estas tareas se llevan a cabo en el Canal D, reservando los canales B para la transmisión de la información (voz y datos).

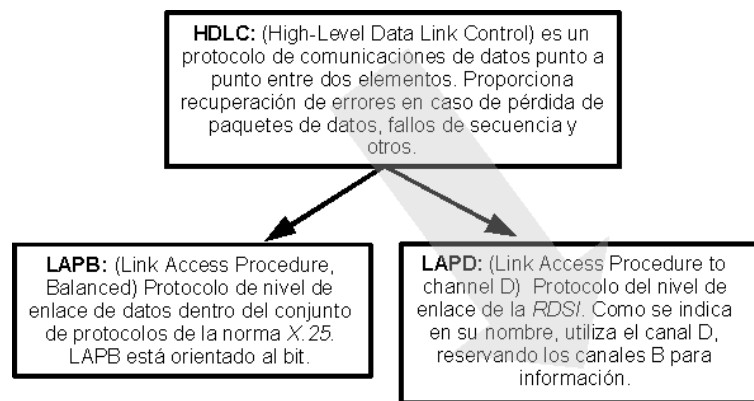


Figura 1: Esquema del nivel de enlace en RDSI. [1] [2] [3] [4]

El protocolo que define el comportamiento del nivel de enlace en RDSI está basado en HDLC, como se muestra en la Figura 1. Se denomina *Procedimiento de acceso al canal D - LAPD*, y está recogido en la Recomendación Q.921.

1.2. Tramas LAPD

La unidad de transmisión en el protocolo LAPD es una *trama* que comprende los siguientes campos [1]:

Bandera (o *Flag*) Formada por el patrón de bit $01111110_{(2)}$ (en adelante $7E_{(h)}$). Sirve para delimitar la trama, indica el comienzo y el final de la misma.

Dirección Identifica al dispositivo de usuario –y protocolo– que envía la trama, o pretende recibirla. Este campo siempre ocupa 2 bytes.

Control Identifica el tipo de trama y puede contener los números de secuencia y reconocimiento. Ocupará 1 o 2 bytes dependiendo del tipo de trama.

Información Contiene el *mensaje* del *nivel de red*. Tiene una longitud variable, pero debe tener *alineación de octetos*¹. No es un campo obligatorio, de hecho no está presente en todas las tramas.

FCS Es un campo de 2 bytes de longitud que contiene el CRC para detectar los errores.

¹Alineación de octetos: debe haber un número entero de octetos.

1.3. Tipos de tramas en LAPD

A continuación se describen los tres tipos de tramas que nos podemos encontrar en el protocolo LAPD [1]:

Tramas de información (I) Las tramas de información contienen datos de las capas superiores (señalización o datos de usuario). Los campos N(S) y N(R) contienen los números de secuencia de la trama actual y de la siguiente que se espera recibir, respectivamente. La estructura de la trama es la siguiente:

8	7	6	5	4	3	2	1	Número de octeto
N(S)							0	4
N(R)							1	5

Tramas de supervisión (S) Las tramas de supervisión controlan el intercambio de tramas de tipo I. Son utilizadas para enviar acuse de recibo (ACK), indicaciones de control de flujo, y recepción de tramas I fuera de secuencia. Aunque las tramas S no llevan numeración, sí tenemos el campo N(R) que nos indica el número de secuencia de la próxima trama I que se espera recibir. Los bits de supervisión (S S) indican el tipo de trama S. La estructura de la trama es la siguiente:

8	7	6	5	4	3	2	1	Número de octeto
x	x	x	x	S	S	0	1	4
N(R)							P/F	5

Tipos de trama S:

Nombre de trama	Significado
RR	Preparado para recibir
RNR	No preparado para recibir
REJ	Rechazo

Tramas no numeradas (U) Se utilizan para establecer y liberar una conexión, y para intercambio de información no secuenciada; negocia parámetros de la capa de enlace de datos. El campo (M M M M M) indica el tipo de trama U. La estructura de la trama es la siguiente:

8	7	6	5	4	3	2	1	Número de octeto
M	M	M	P/F	M	M	1	1	4

Tipos de trama U:

Nombre de trama	Significado
SABME	Establecimiento el modo equilibrado asíncrono ampliado
DISC	Desconexión
UI	Información no numerada
UA	ACK no numerado
DM	Modo desconectado
FRMR	Rechazo de trama
XID	Intercambio de identificación

Los bits P y P/F que están presentes se utilizan como procedimientos de recuperación de errores.

1.4. Direccionamiento

El campo de dirección del protocolo LAPD tiene la siguiente estructura de bit [1]:

8	7	6	5	4	3	2	1	Número de octeto
SAPI						C/R	EA ₀	2
TEI							EA ₁	3

A continuación se describe el significado de cada uno de los campos:

SAPI Identificador de punto de acceso al servicio. Este campo de 6 bits se para distinguir el tipo de servicio que prestará a *nivel de red*. De los 64 SAPI posibles, la ITU sólo ha definido 4 de ellos:

Valor SAPI	Servicio
0	Procedimientos de control de llamada
1	Comunicaciones en modo paquete usando I.451
16	Comunicación de paquete usando X.25 PLP
63	Funciones de gestión del <i>nivel de enlace</i>

Los demás SAPI están reservados para una eventual normalización futura. No obstante, hay empresas que utilizan otros SAPI para implementaciones específicas.

TEI Identificador de equipo terminal. Es un campo de 7 bits que permite asignar un número de identificación a hasta 127 equipos en un único interfaz. La asignación de TEI está clasificada según la siguiente tabla, según se desee establecer un TEI manualmente, solicitarlo a la red, o bien para difusión de tramas en una red:

Valor TEI	Tipos de usuarios
0 - 63	Equipo de usuario de asignación TEI no automática
64 - 126	Equipo de usuario de asignación TEI automática
127	Asignación TEI de grupo (difusión)

C/R Bit de comando/respuesta. Se utiliza este bit para distinguir entre tramas *comando* y tramas *respuesta*. El enlace lógico se pondrá a 0 en los comandos en los comandos y a 1 en las respuestas. En el lado de la red se hace lo opuesto, se pone el bit a 1 en los comandos y a 0 en las respuestas.

EA_i Bit de extensión del campo de dirección. Este bit indica con un 0 la existencia de octetos adicionales. Puesto a 1, este bit nos indicará que es el último octeto del campo.

2. Descripción del software

Para el análisis de la capa de enlace hemos hecho uso del software informático *PAW*². Este software está diseñado para utilizarse con el emulador de RDSI *BRI 2000SP*, pero sólo utilizaremos el modo *Demo*, en el que analizaremos la secuencia de tramas al enviar un fichero desde un equipo (A) hasta otro (B), en una RDSI. En la Figura 2 puede observarse una captura con esta secuencia de tramas.

²Programa desarrollado por Juan José Noda Arencibia en su PFC.

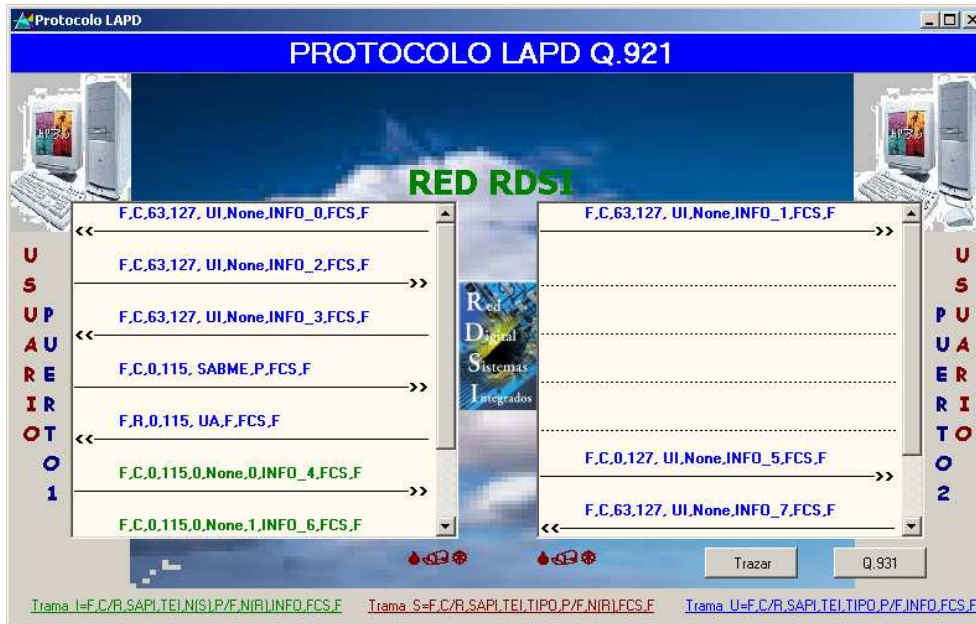


Figura 2: Captura de la secuencia de tramas a nivel de enlace con el PAW (I)

3. Cuestiones

1. ¿Qué es lo que sucede en el primer instante de tiempo, correspondiente al encendido del emulador? (Comentar TEI y SAPI)
 - Según la Figura 2, nada más conectar los equipos, la RDSI envía una trama de difusión para iniciar la comunicación. Sin embargo, de acuerdo con la bibliografía consultada [1], una vez conectado el equipo terminal es éste quien inicia la comunicación –y no la red³–, enviando una trama de difusión (TEI = 127) a la red para solicitar su propio identificador de equipo terminal (TEI). De modo que consideraremos que la comunicación comienza con la segunda trama que se observa en la Figura 2. Obsérvese que como el establecimiento de la conexión es una operación de control, las primeras tramas son de tipo U –no numeradas–.
2. ¿Qué TEI pertenece al ordenador A?
 - Después de la conexión inicial la RDSI asigna al Equipo 1 el TEI = 115. Este hecho se puede observar a partir de la tercera trama, donde el equipo terminal empieza a emitir tramas con ese nuevo TEI –en lugar de utilizar el 127–, y además la RDSI le contesta con el mismo TEI.
3. ¿Qué sucede durante el establecimiento de la conexión? Haz un dibujo mostrando el intercambio de tramas LAPD y explícalo.

³Sin embargo, es cierto que la red envía tramas de difusión no numeradas, para comprobar qué equipos están conectados a la red. Según esto, podemos entender que la primera trama se corresponde con uno de estos *sondeos*, pero no del establecimiento inicial de la conexión.

- En primer lugar, como indicamos anteriormente, se realiza la petición de asignación de TEI (dos primeras tramas de la Figura 3). A continuación el equipo terminal envía el comando de *establecimiento del modo equilibrado asíncrono ampliado* –SABME–, a lo cual la red responde con un *reconocimiento no numerado* –UA–. A partir de este momento se considera que la conexión está *establecida*, y puede comenzar el trasiego de tramas de información I.

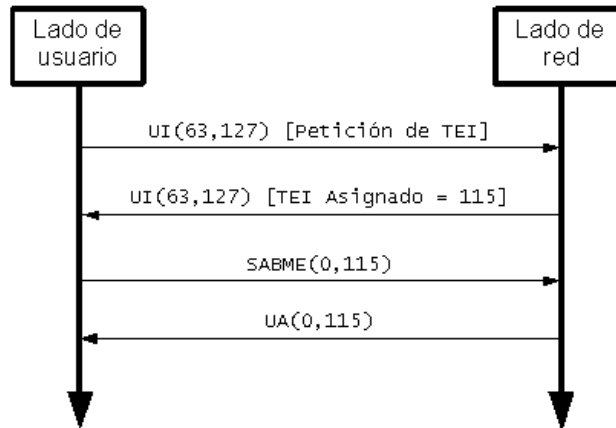


Figura 3: Intercambio de tramas LAPD para petición de asignación de TEI y establecimiento del enlace lógico

4. ¿Qué TEI pertenece al ordenador B?

- En la Figura 4 puede observarse el intercambio inicial de tramas del Equipo 2, a quien se le asigna el TEI = 116. Luego comienza el *establecimiento del modo equilibrado asíncrono ampliado*.

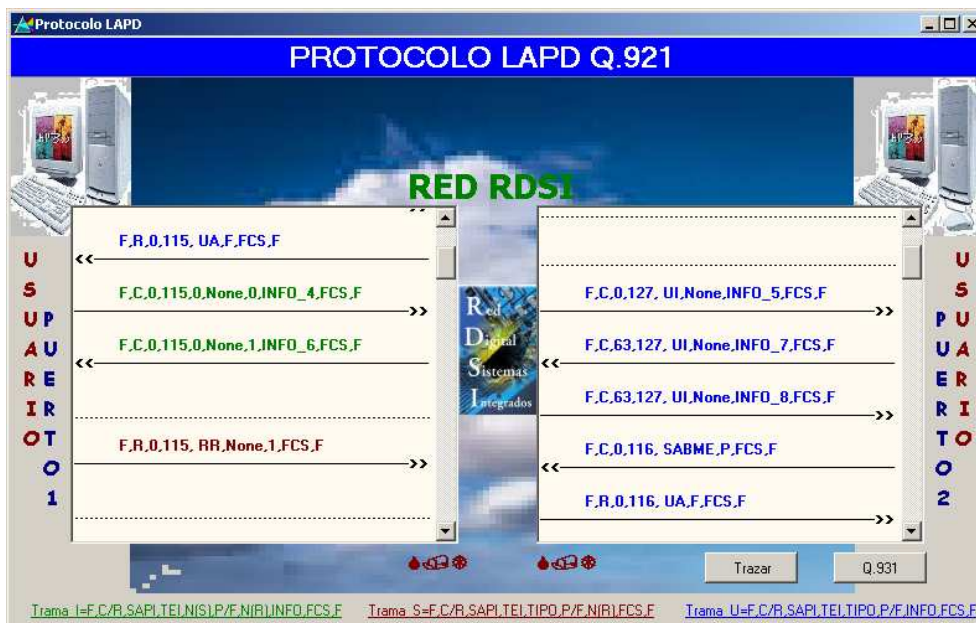


Figura 4: Captura de la secuencia de tramas a nivel de enlace con el PAW (II)

5. Dibuja el intercambio de tramas al producirse la desconexión.

- En el PAW, en su modo *Demo*, no se ejemplifica la desconexión de los equipos. Sin embargo, se puede intuir que seguiría una secuencia de tramas como la que se muestra en la Figura 5.

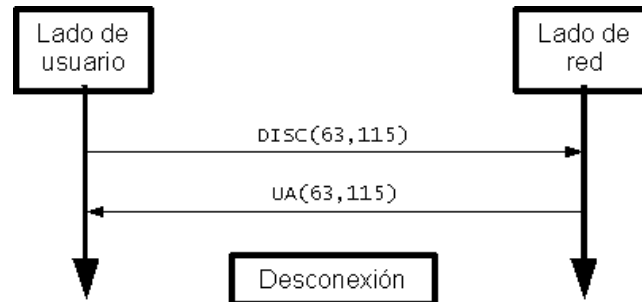


Figura 5: Intercambio de tramas LAPD para la desconexión

6. ¿Cómo se podría diferenciar qué tramas pertenecen al teléfono y cuáles a la transferencia del fichero? ¿Cómo reconoce el canal D a uno o a otro?

- Dado que tanto las llamadas de teléfono como la transmisión de datos se realiza de forma digital, a nivel de enlace *no* es posible distinguir qué tramas corresponden a cada servicio. Esta tarea deberá realizarse en las capas superiores.

7. ¿Qué tipo de servicios soporta LAPD?

- Quizá el término *servicios* pueda prestarse a confusión, ya que en una RDSI podemos hablar de servicios de “voz” y de “datos”. Sin embargo al hablar de LAPD tenemos que restringirnos al nivel de enlace (Q.921), que es el protocolo que se analiza en esta práctica. Así pues, podremos distinguir los servicios que presta el protocolo en función de los SAPI que se utilicen en cada trama:

Valor SAPI	Servicio
0	Procedimientos de control de llamada
1	Comunicaciones en modo paquete usando I.451
16	Comunicación de paquete usando X.25 PLP
63	Funciones de gestión del <i>nivel de enlace</i>

Referencias

- [1] *RDSI. Conceptos, funcionalidad y servicios*
Gary Kessler, Peter Southwick
McGraw-Hill, 2001
- [2] Wikipedia (Enciclopedia Libre):
<http://es.wikipedia.org/wiki/HDLC>
- [3] Wikipedia (Enciclopedia Libre):
http://es.wikipedia.org/wiki/Norma_X.25
- [4] Wikipedia (Enciclopedia Libre):
<http://es.wikipedia.org/wiki/LAPB>