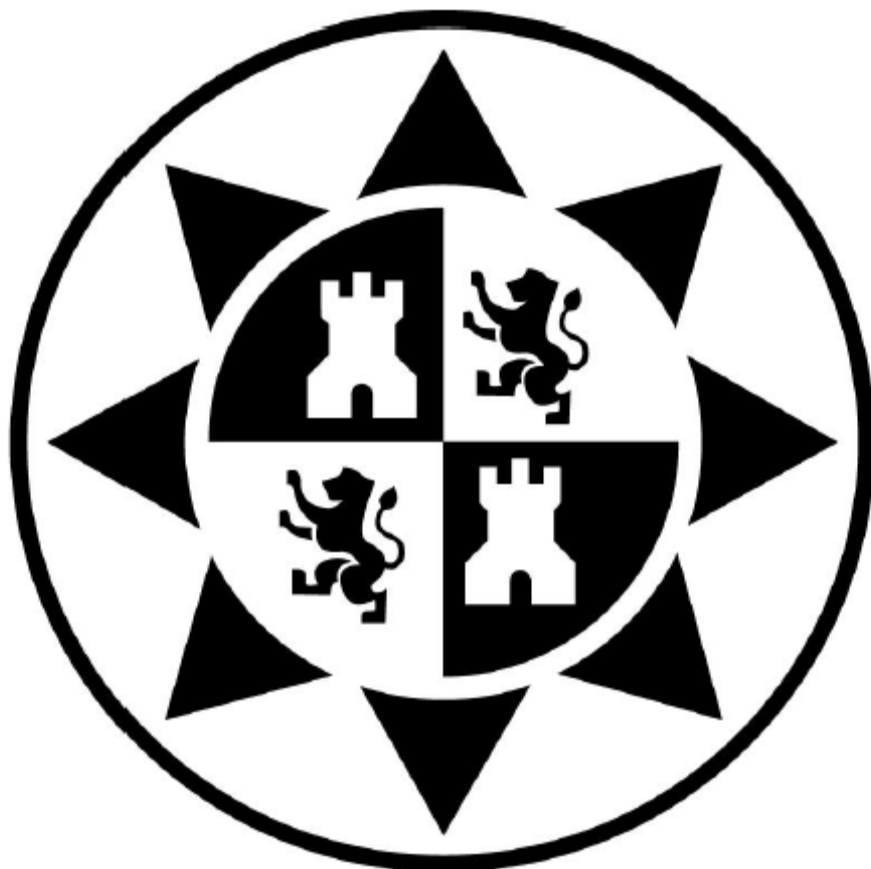


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE
TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**



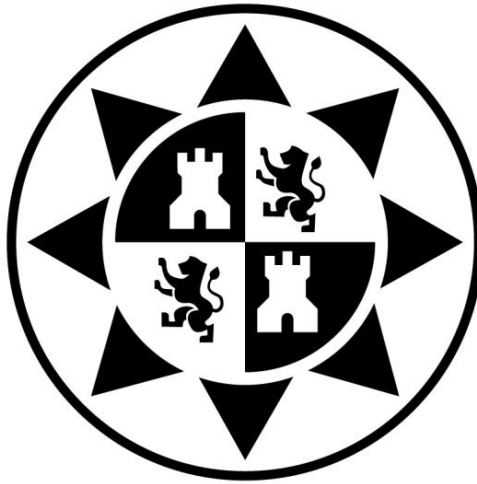
Proyecto Fin de Carrera

Applet didáctico para estudio del nivel físico RDSI



Autor: Jose Antonio Bernal Piñera
Director: Francesc Burrull i Mestres

septiembre de 2014



Autor	Jose Antonio Bernal Piñera
E-Mail del autor	Joseantoniobernal0082@gmail.com
Director	Francesc Burrull i Mestres
E-Mail del director	francesc.burrull@upct.es
Título del PCF	Applet didáctico para estudio del nivel físico RDSI
Descriptores	Simulador: Applet didáctico
<p>Resumen Se plantea el desarrollo de una herramienta didáctica para la docencia de Fundamentos de Telemática, donde una de las prácticas a desarrollar en el laboratorio consiste en el estudio del nivel físico de una trama RDSI. Hasta el momento se da al alumno un enunciado de prácticas, y éste las realiza en laboratorio con instrumentos reales. Se pretende dotar de una alternativa con instrumentos virtuales (simulados) y el valor añadido de una ayuda contextual integrada.</p>	
Titulación	Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones
Intensificación	Telemática
Departamento	Departamento de Tecnologías de Información y Comunicaciones
Fecha de Presentación	

Índice General

1. Introducción	8
2. Objetivos	9
3. Análisis y Diseño	10
3.1.Práctica4:Estudio del Nivel Físico en RDSI.....	10
3.1.1.Elementos que intervienen.....	10
3.1.2. RDSI.....	10
3.1.2.1. Introducción.....	10
3.1.2.2 Estructura de la transmisión.....	12
3.1.2.3 Tipos de acceso a RDSI.....	12
3.1.2.4 Agrupaciones funcionales, puntos de referencia y topologías.....	12
3.1.2.5. Servicios.....	15
3.1.2.6. Numeración.....	16
3.1.2.7. Protocolos.....	16
3.1.2.7.1. Nivel Físico.....	16
3.1.2.7.2. Nivel de Enlace de Datos.....	17
3.1.2.7.3. Comunicaciones con Reconocimiento.....	19
3.7.2.2 Funciones de Gestión.....	20
3.7.2.3. Nivel de Red.....	20
4. Ámbito de aplicación	22
4.1 Elección del lenguaje de desarrollo.....	22
4.1.1. C.....	22
4.1.2. C++.....	22
4.1.3. Java.....	22
4.1.4. Elección asumida.....	23
4.2 Elección del entorno de desarrollo.....	23
4.2.1. JBuilder.....	23
4.2.2. Kawa.....	23
4.2.3. NetBeans.....	24
4.2.4. Eclipse.....	24
4.2.5. Elección asumida.....	25
5. Implementación de la aplicación	26
5.1. Página de Inicio.....	26
5.2. Clases de la práctica 4.....	28
6. Uso académico de la aplicación	53
6.1. Introducción.....	53
6.2. Historia.....	53
6.3. Definiciones.....	54
6.4. Estructura general de la RDSI.....	55
6.5. Estructura genérica del acceso de usuario.....	56
6.6. Topologías del acceso básico.....	58
6.7. Canales del acceso en la RDSI.....	59
6.8. Tipos de acceso comercializados.....	59
6.9. Servicios.....	61
6.10. Acceso a Internet por RDSI.....	67
6.11. RDSI en la estructura OSI.....	68

7. Conclusiones y líneas futuras.....	85
8. Pasos para realizar un archivo “.jar”.....	86
Anexo A.....	87
Manual de usuario.....	87
A. Introducción.....	87
B. Objetivos.....	87
C. Página Principal.....	87
D. Página práctica 4.....	87
Anexo B.....	90
E. Trabajo a realizar por el alumno.....	90
Bibliografía.....	91

1. Introducción

Se plantea el desarrollo de una herramienta didáctica para la docencia de Fundamentos de Telemática, donde una de las prácticas a desarrollar en el laboratorio consiste en el estudio a nivel físico de una trama RDSI.

Hasta el momento se da al alumno un enunciado de prácticas, y éste las realiza en el laboratorio con instrucciones reales. Se pretende dotar de una alternativa con instrumentos virtuales (simulados) y el valor añadido de una ayuda contextual integrada.

En este proyecto se ha realizado un simulador didáctico para el estudio a nivel físico de una trama RDSI, herramienta que servirá para la docencia en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación (ETSIT) DE LA universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) disponiendo además del código fuente de la herramienta.

Dicho simulador es un Applet de Java (JApplet), que consiste en una aplicación ejecutable desde un navegador web, lo que hace que sea independiente de la plataforma en la cual se quiera ejecutar sin ningún problema. El simulador se encuentra incrustado en un código HTML y es representado por una pequeña pantalla gráfica dentro del navegador.

2. Objetivos

El objetivo del proyecto es obtener un applet simulador para estudiar a nivel físico una trama RDSI y poder completar el cuestionario de la práctica de la asignatura Fundamentos de Telemática. Con todo esto se pretende en un futuro la mejora del aprendizaje del alumno respecto a la asignatura:

- Facilitar la comprensión del programa mediante una aplicación Web que ayudará al alumno a poder usar dicha herramienta cuando lo necesite, viendo así la utilidad y la función de todos los componentes del programa.
- Modernización: se ha realizado una interfaz gráfica (applet), haciendo más agradable el entorno visual del alumno.
- La portabilidad del programa: éste consistirá en un archivo tipo ".jar", que se podrá utilizar en cualquier plataforma, como Windows, Linux,.....etc.
- El software está diseñado en la propia Universidad Politécnica de Cartagena, sin tener que pagar ningún tipo de licencia o tener problemas con ésta, y al ser software de la propia Universidad, estará en español, para facilitar la comprensión del alumno.
- Conocer con detalle y analizar el nivel físico de la RDSI. El conocimiento del nivel físico es fundamental para una buena comprensión del sistema global y en especial de los protocolos que se emplean a nivel de enlace. La comprensión de los mecanismos de acceso al medio y los métodos de resolución de contienda pasa inevitablemente por el conocimiento de la topología de las redes y sus niveles físicos.
- El conocimiento detallado del nivel físico de RDSI debe permitir al alumno verificar el funcionamiento de accesos básicos de RDSI y su instalación y puesta en marcha, así como detectar errores de instalación. Para ello se hará uso de un aparato diseñado para estos propósitos, el IBT-5, de un osciloscopio digital y de un POD que nos permitirá escuchar la línea RDSI.
- El código se dejará abierto para posibles modificaciones que se puedan realizar sobre éste.

3. Análisis y Diseño

A continuación se hará una breve descripción de la práctica 4 (Estudio del nivel físico en RDSI), con los aspectos fundamentales para una buena comprensión de la misma.

3.1. Práctica 4: Estudio del nivel físico en RDSI

3.1.1. Elementos que intervienen

- 2 pcs con tarjeta RDSI.
- 1 osciloscopio digital
- 1 IBT-5
- 1 POD para conexiones a través de RJ-45.
- Latiguillos para conexión para RJ-45.



POD RJ-45



ITB-5

3.1.2. RDSI

3.1.2.1. Introducción

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) es una evolución de la Red Digital Integrada, que a su vez nace a partir de la Red Telefónica Básica. En la RTB tanto la transmisión como la conmutación se realiza sobre señales analógicas a través de un par de cobre, siendo susceptible a ruidos y limitando la velocidad de transmisión de datos.

Además la conmutación de las llamadas telefónicas en las centrales analógicas se realizaba por medio de relés (dispositivo mecánico). Como un primer paso evolutivo, se comienza a transmitir entre centrales por medio de señales digitalizadas tipo MIC o PCM (Pulse Code Modulation) a 64 Kbps, naciendo la necesidad de introducir conversores Analógico/Digitales entre centrales.

En la siguiente fase nacen las centrales digitales en las que la conmutación se realiza mediante circuitos integrados, más pequeños, fiables, veloces y económicos que los dispositivos analógicos, dejando tan sólo al bucle de abonado con transmisión analógica. A este tipo de red se la bautizó como

Red Digital Integrada. Por último, con la RDSI se realiza una conectividad digital extremo a extremo, lo que proporciona un aumento considerable de la calidad y de los servicios ofrecidos al usuario (voz, datos, teleconferencia, ...). Ver figura 3.

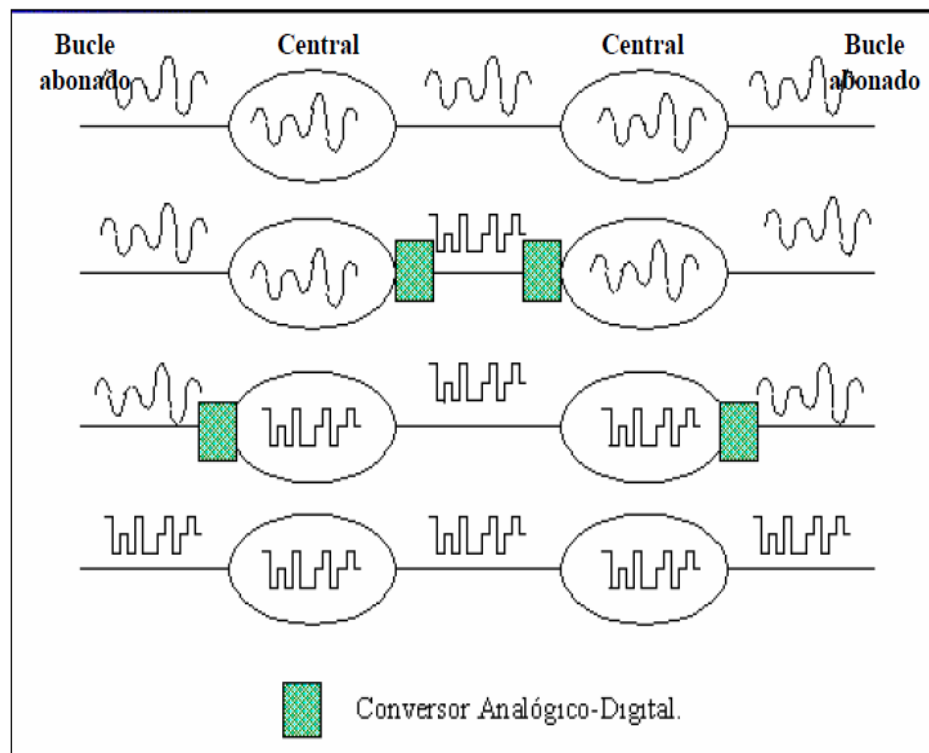


Fig. 3. Evolución de la Red de Conmutación

En un principio se pensó que la RDSI funcionara como una superestructura que albergue en su interior las redes ya existentes, permitiendo el interfuncionamiento con estas, de modo que el usuario pueda acceder a todos los servicios proporcionados por estas redes a través de un mismo interfaz físico y una única señalización independientemente de la naturaleza de la información y del equipo terminal que lo genere. El tipo de señalización utilizado se denomina Sistema de Señalización por Canal Común N°7 (SSCC N°7), y tiene como principal característica que la señalización asociada con un conjunto de canales de voz se transmite por un único canal dedicado, es decir, separada físicamente de los canales de voz.

Finalmente hay que señalar que se puede hablar de dos tipos de RDSI: de Banda Estrecha, en la que no se puede ofrecer un servicio cuya banda sea superior a 2Mbps, y de Banda Ancha, que abarca aquellos servicios cuyo ancho de banda es superior a 2Mbps y que es posible gracias al empleo de fibra óptica.

3.1.2.2 Estructura de la transmisión

Existen tres tipos de canales entre el enlace de abonado y la central: canal B a 64Kbps , canal D a 16 o 64Kbps y canal H a 384 o 1920Kbps (sólo en Europa).

Canal B. Se utiliza para transportar información, tráfico de abonado (voz, datos, ...). Existen tres tipos de comunicaciones sobre el canal B: vía conmutación de circuitos, en la que se establece una conexión punto a punto como en la RTB, disponiendo de un canal a 64Kbps mientras dure la conexión; vía conmutación de paquetes, en el que el usuario es conectado a un nodo X.25, realizando entonces una petición de conexión a través de un circuito virtual siguiendo el protocolo X.25; semipermanente, en la que se dispone de una línea dedicada entre dos puntos.

Canal D. Tiene una doble utilidad: transportar señalización asociada a los canales B y H y para comunicaciones vía conmutación de paquetes de baja velocidad.

Canal H. Pensado para soportar servicios con una capacidad superior a 64Kbps.

3.1.2.3 Tipos de acceso a RDSI

Acceso Básico (2B+D). Lo componen dos canales tipo B (información) y un canal tipo D (señalización). Todos los canales son full duplex (permiten comunicación bidireccional simultánea). La velocidad binaria es de 192 kbps donde 144 Kbps soportan los canales 2B+D (2x64+16) y el resto es información de control a nivel físico.

Acceso Primario (30B+D). Lo componen 30 canales B para información y un canal D, a 64 Kbps en este caso, para señalización.

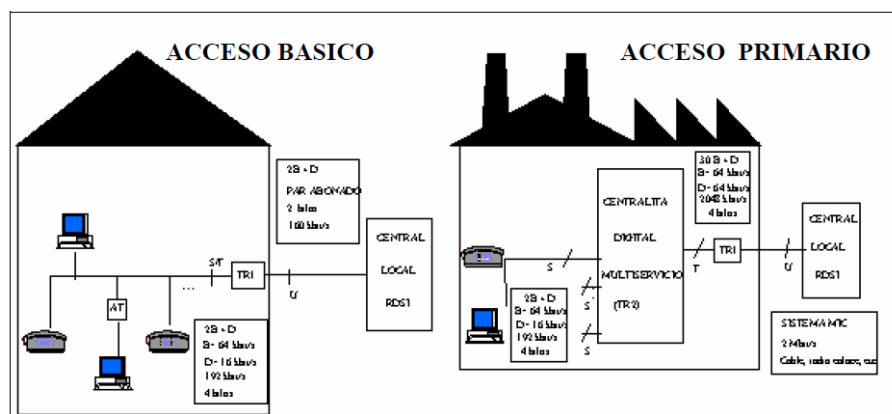


Fig. 4. Accesos a RDSI

3.1.2.4 Agrupaciones funcionales, puntos de referencia y topologías

Para facilitar el estudio del acceso de usuario, es preciso introducir una nomenclatura que permita redactar una normativa que designe con precisión y sin ambigüedades cualquier aspecto relacionado con la red, añadiendo como ventajas adicionales la posibilidad de un desarrollo técnico de los distintos bloques de un modo independiente y el poder escoger entre distintos fabricantes. Así, en el aspecto de usuario se definen Puntos de referencia y Agrupaciones funcionales.

Las agrupaciones funcionales representan entidades que realizan funciones de manera agrupada. Se pueden corresponder con un equipo físico en su totalidad, o con parte de él. Mientras, los puntos de referencia identifican las interfaces entre agrupaciones funcionales distintas y se pueden corresponder con interfaces reales, o con interfaces virtuales (internas en un equipo).

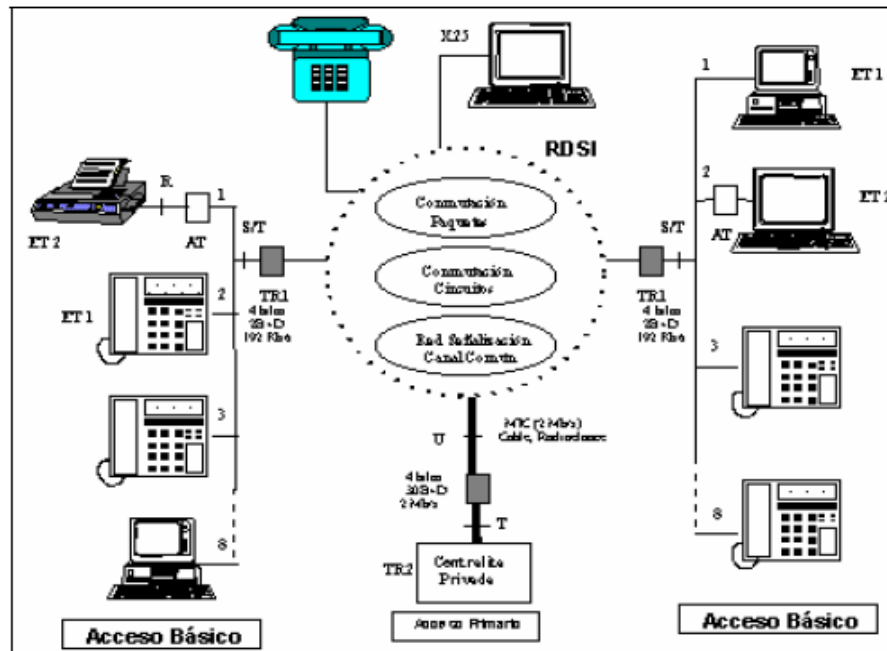


Fig. 5. Agrupaciones funcionales y puntos de referencia

- **Puntos de referencia:**

- **Punto de Referencia S.** Punto de conexión física de los terminales.

- **Punto de Referencia T.** Representa la separación entre las instalaciones de usuario y equipos de transmisión en línea. Puede coincidir con el punto S. Separación entre las funciones de transmisión y las funciones de conmutación local.

- **Punto de Referencia U.** Representa la línea de transmisión digital entre la instalación del cliente y la central telefónica y se corresponde físicamente con el bucle de abonado a dos hilos existente actualmente.

- **Grupos funcionales:**

- **Terminación de Red 1.** Realiza funciones de nivel físico e interconexiona la instalación interior del cliente a 4 hilos con de la red exterior a 2 hilos. Físicamente localizado en casa del cliente. Está bajo el control del operador de la red realizando funciones tales como verificación del bucle de abonado y monitorización de errores. Se conecta al punto de referencia U de cara a la red y proporciona el punto T; de no existir TR2 proporcionarí el punto S/T.

- **Terminación de Red 2.** Realiza funciones de conmutación, concentración y control en el interior de las instalaciones del cliente. Un ejemplo de TR2 puede ser una centralita o una red de área local cuyos enlaces son del tipo RDSI y que se conectan por un lado a la TR-1 y por el otro a los integrantes de dichas Centralitas ó Redes. Se conecta al punto T y proporciona el punto S.

- **Equipo Terminal 1 ET1.** Terminales que admiten una conexión directa a la RDSI (teléfono digital, fax, equipo de videoconferencia, etc).

- **Equipo Terminal 2 ET2.** Terminales que no admiten conexión directa a la RDSI (teléfono analógico convencional, ordenadores con interfaz RS232, etc) y precisan un adaptador de terminal.

- **Adaptador de Terminal.** Permite la conexión de los ET2 a la RDSI mediante adaptación de los niveles físico y de enlace de datos además de adaptar la velocidad binaria a 64 Kbps y multiplexar señales de menor velocidad.

• Tipologías:

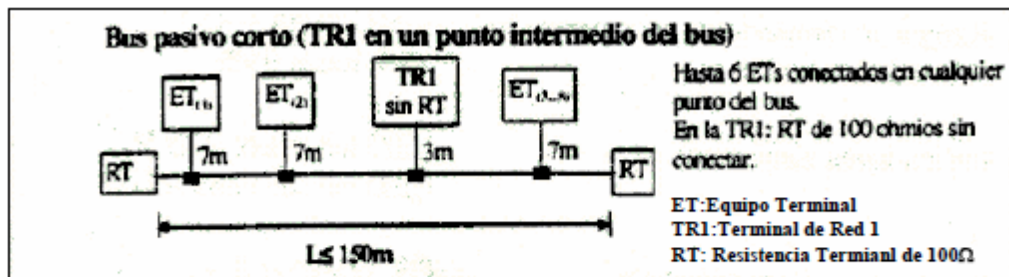


Fig. 6. Bus Pasivo Corto con TR1 en medio

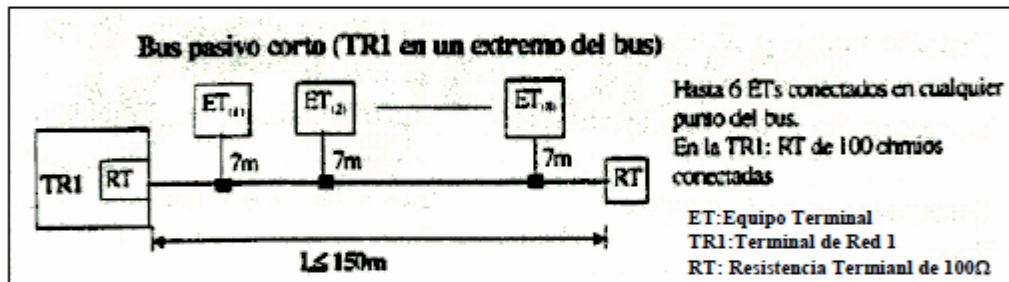


Fig. 7. Bus Pasivo Corto con TR1 en extremo

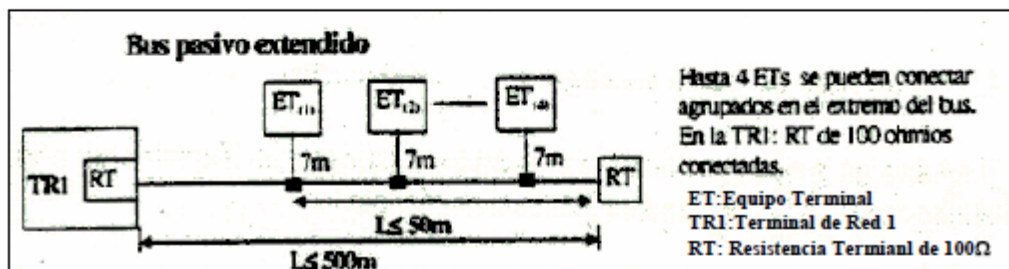


Fig. 8. Bus Pasivo Extendido

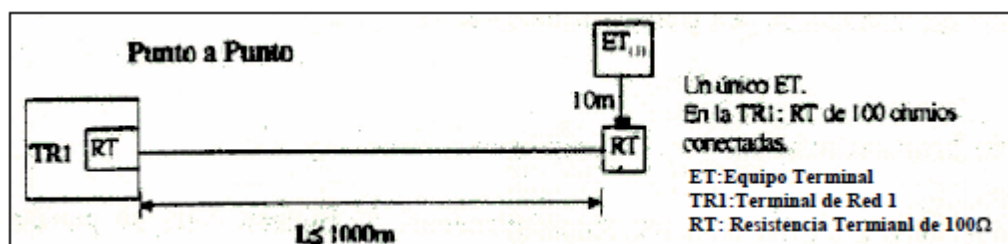


Fig. 9. Punto a Punto

3.1.2.5. Servicios

En primer lugar debemos hablar de los servicios portadores. Estos servicios ofrecen al usuario la capacidad de transporte de información independiente de su contenido y aplicación entre dos equipos terminales. Se debe distinguir entre los servicios portadores en modo circuito y en modo paquete. Los primeros se pueden clasificar a su vez en :

Servicio Portador a 64 Kbps estructurado a 8 Khz sin restricciones:

Más comúnmente denominado como Servicio Portador a 64 Kbps sin restricciones, ofrece una capacidad de transferencia de información entre dos usuarios sin alterar la secuencia de bits transmitida. Para ello, requiere de la red conexiones transparentes de extremo a extremo. Su aplicación principal es la transmisión de datos a velocidades de hasta 64 Kbps.

Servicio Portador a 64 Kbit/s estructurado a 8 Khz para conversación:

Más comúnmente denominado como Servicio Portador de Conversación, permite soportar comunicaciones vocales codificadas a 64 Kbps. Dado que con este servicio portador la RDSI puede utilizar técnicas de procesamiento apropiadas para señales vocales con objeto de optimizar los recursos de red, no se garantiza la integridad de la secuencia de bits, ni se asegura la continuidad digital en la red.

Servicio Portador a 64 Kbit/s estructurado a 8 Khz de información de audio a 3'1Khz:

Más comúnmente denominado como Servicio Portador de audio a 3'1Khz, proporciona la transferencia de señales digitalizadas a partir de señales analógicas de 3'1 Khz de ancho de banda. Aunque este servicio transmite perfectamente señales de voz, está orientado a la transmisión de datos procedentes de módems que trabajan en dicha banda, o de equipos de facsímil del grupo 2/3. En este caso la red podrá incluir dispositivos que no alteren la integridad de los datos transmitidos.

Dentro de los servicios portadores en modo paquete distinguir entre:

Mediante conexión de acceso a la Red Pública de Datos por Conmutación de Paquetes

En este caso, la RDSI se limita a proporcionar una conexión por conmutación de circuitos entre el usuario y la puerta de acceso a la RPDCP. Comunicaciones no orientadas a la conexión (datagrama).

Mediante servicio de circuito virtual de la RDSI.

En este escenario, la RDSI dispondría de los elementos necesarios para soportar la conmutación de paquetes. Soporta servicio X.25.

En segundo lugar vamos a hablar de los *teleservicios*. Entre ellos destacar la telefonía a 3.1KHz, la

telefonía a 7KHz, facsímil, videotelefonía, videotex, teletex y modo mixto (transmisión de documentos con texto e imágenes fijas). Y finalmente tenemos los servicios suplementarios que incluyen grupo

cerrado de usuarios, identificación del usuario llamante, restricción de la identificación del usuario llamante, Identificación del abonado y restricción de la identificación del abonado, identificación de llamada en espera, señalización usuario-usuario, llamadas con tarjeta de crédito y configuración a tres.

3.1.2.6. Numeración

La estructura detallada de un número RDSI es la siguiente:

- Código del País, de 1 a 3 cifras.
- Código Regional, selecciona el tipo de red y área geográfica.
- Número de abonado RDSI, longitud variable.
- Subdirección RDSI, longitud máxima de 40 dígitos.

3.1.2.7. Protocolos

El acceso a RDSI se realiza a través de los niveles 1 a 3 (del nivel físico al nivel de red) y por tanto no se preocupa de los niveles superiores ya que estos son utilizados en comunicaciones extremo a extremo por el usuario.

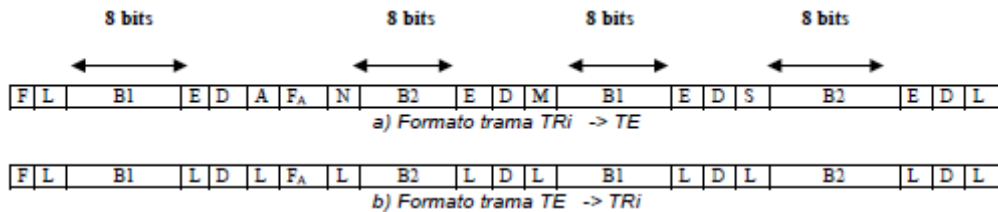
3.1.2.7.1. Nivel Físico

El protocolo utilizado es común a ambos canales B y D, ya que estos van multiplexados sobre una misma trama, y entre sus tareas se encuentran las siguientes:

Nota: Los datos que constan a continuación son aplicables sólo al acceso básico.

- Codificación de la señal digital. Se utiliza una codificación pseudoternaria en la cual el 1 lógico se codifica como 0V y el 0 lógico se codifica de forma alternada como V+ y V-,
- Multiplexación de los canales. La capacidad requerida para el transporte de la información y la señalización es 144Kbps, que añadida a la información de sincronización y control a nivel físico suman 192Kbps. Se utiliza la técnica de multiplexación por división en el tiempo (TDM).

En este caso la trama se repite cada 250µs (192Kbps / 48bits/trama = 250µs). Dicha trama está compuesta por 48 bits, 16 de cada canal B, 4 del canal D y el resto de control. La estructura de la trama es diferente según el sentido de transmisión sea del TE al TR o del TR al TE, y existe un retraso de 2 bits para la trama en sentido ET->TR con respecto a la trama TR->TE para lograr un buen sincronismo.



- F ⇒ Bit comienzo trama. V+
- L ⇒ Bit compensación de DC
- B1 ⇒ Ocho bits de información del canal B1
- FA ⇒ Siempre 0 lógico, excepto para estructura multitrama
- D ⇒ Bits información canal D
- E ⇒ Bit echo canal D. Retransmisión del último bit del canal D recibido por el TRi
- N ⇒ Igual a FA negado. Reservado uso futuro
- B2 ⇒ Ocho bits de información del canal B2
- A ⇒ Bit de activación . Pone terminales en modo de bajo consumo
- M ⇒ Estructura multitrama
- S ⇒ Reservado uso futuro

- Alimentación de los terminales a través de la RDSI
- Identificación de los terminales
- Aislamiento de los terminales averiados
- Arbitraje para el acceso al canal D en caso de contienda

3.1.2.7.2. Nivel de Enlace de Datos

Una de las características que diferencia al canal D de los canales B es que mientras el canal D está permanente conectado al ordenador de la central telefónica, los canales B se pueden conectar a cualquier otro sistema. Esto quiere decir que en los canales B el usuario es libre de utilizar un protocolo u otro en función del uso que se le esté dando, sin embargo, los protocolos utilizados en el canal D están debidamente estandarizados y limitados.

El LAP-D (Link Access Protocol-D), que es un subconjunto del protocolo HDLC, es el protocolo utilizado en el nivel de enlace de datos por el tráfico cursado sobre el canal D y viene descrito en la recomendación Q.921 de la UIT-T.(I441). Este protocolo soporta múltiples terminales dentro de la red de usuario y múltiples entes de nivel 3 (p.e.:X.25 y señalización). Entre sus características destacar:

- Control de flujo mediante mecanismo de ventana deslizante con tamaño máximo de 127.
- Detección de errores añadiendo 16 bits calculados con el polinomio del CCITT $x^{16}+x^{12}+x^5+1$

- Tipo de reconocimiento Go-Back-n, es decir, si se produce un error se retransmite la trama errónea y las posteriores a ella que también fueron enviadas. Este tipo de reconocimiento sólo se emplea cuando la calidad del canal es muy elevada (BER muy bajo).

En cuanto a los servicios ofrecidos al nivel superior, el LAP-D puede realizar transferencia de información sin reconocimiento en la cual no existe control de flujo. Es útil para la transferencia rápida de mensajes o para mensajes de control. Además, el LAP-D puede ofrecer también una transferencia de información con reconocimiento, en la que se garantiza la entrega de paquetes en destino en el mismo orden en el que fueron enviados.

La estructura de la trama es la siguiente:

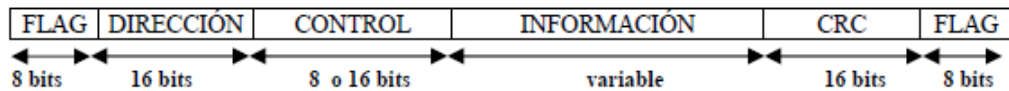


Fig. 10. Formato trama LAP-D

- *Flags*. Secuencia única de comienzo y fin de trama 0x7E
- *Campo de dirección*. Consta de dos partes. La primera es un Identificador de Terminal (Terminal Endpoint Identifier, TEI) que sirve para diferenciar un equipo del resto de equipos conectados al mismo terminal ya que pueden coexistir un máximo de ocho equipos conectados al mismo terminal de red. La segunda parte es un Identificador del Punto de Acceso al Servicio (Service Access Point Identifier, SAPI) que identifica un ente de nivel 3 dentro del terminal de usuario. Ver tabla 1.

TEI	Significado
00	Reservado a enlaces punto a punto
1 a 63	El TEI lo determina el propio terminal
64 a 126	El TEI lo dará la red si un ETD lo solicitó mediante TEI=127
127	Reservado difusión. Cuando se envía mensaje a todos ETDs del bus o se solicita un TEI a la RED

SAPI	Significado
0	Paquetes de señalización asociado a un canal B
1	Comunicación vía conmutación de paquetes por el canal B
16	Comunicación vía conmutación de paquetes por el canal D de acuerdo al protocolo X.25
63	Funciones de gestión del nivel 2
resto	Uso futuro

Tabla 1. TEIs y SAPIs

- *Campo de Control*. Indica el tipo de trama transmitida que puede ser de Transferencia de Información (I) que además de transportar información llevan el control de flujo, la corrección de errores y el reconocimiento Go-Back-n; de Supervisión (S) que envían ACKs cuando no hay información que transmitir; o no numeradas (U) que soportan comunicaciones sin reconocimiento. EL bit Poll/Final P/F común a todas ellas indica en tramas de comando (C/R=command) P=1 que se solicita respuesta del ente homólogo, y en tramas de respuesta (C/R= response) F=1 indica que es una trama de respuesta a una solicitud previa.

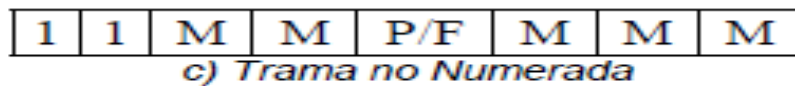
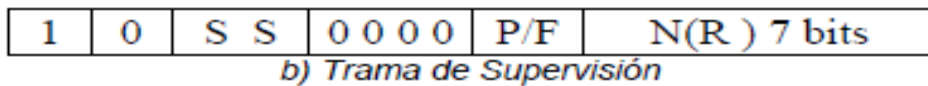
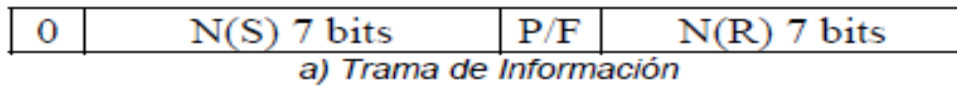


Fig. 11. Campo de Control en Tramas LAP-D

- *Campo de Información*. Sólo en tramas I y algunas U. Tamaño máximo 260 bytes.

- *Campo de Detección de Errores*. Tipo CRC generado a partir del polinomio recomendado por el CCITT.

3.1.2.7.3. Comunicaciones con Reconocimiento

En la tabla 2 aparecen distintos comandos y respuestas típicas para este tipo de servicio.

- Establecimiento: Se solicita mediante una trama SABME que contiene el TEI+SAPI del ente de nivel 3 que solicita la conexión. Si se acepta la conexión se envía trama UA, si se rechaza se envía trama DM.
- Transferencia de Información: Los campos N(S) y N(R) soportan control de flujo y de errores. También se utilizan las tramas S para control de flujo y errores mediante tramas RR (Receive Ready), tramas RNR(Receive Not Ready) o tramas REJ (Reject).
- Desconexión: Cualquiera de los dos entes puede iniciar la desconexión. Se envía una trama DISC al ente homólogo y éste acepta enviando una trama UA.

3.7.2.2 Funciones de Gestión

Las funciones de gestión se realizan por medio de las tramas UI (UserInformation) que es un subtipo de las tramas U, y por lo tanto no requieren reconocimiento. Las funciones que se realizan son dos: Gestión de los TEIs y definición de parámetros configurables.

Mediante la gestión de los TEIs se asigna un TEI a un ET. Éste mecanismo puede iniciarse bien por un ente de nivel 3 que intenta transmitir información o establecer una conexión lógica, o bien un ente de nivel 3 lo inicia por sí mismo. En cualquier caso el LAP-D envía una trama UI con SAPI=63 y TEI=127, y un campo de información indicando que se solicita una asignación de TEI y un número de referencia para diferenciar de otras posibles solicitudes. Si el Terminal de Red tiene algún TEI libre en el rango 64-126 responde con una trama UI con SAPI=63 y TEI=127 y un campo de información indicando que es una trama de asignación de TEI, el mismo número de referencia que el de la trama solicitante y un indicador de acción que contiene el TEI asignado. Si fuera imposible asignar un TEI se indicaría en el tipo de mensaje del campo de información diciendo asignación rechazada.

Existe la posibilidad de configurar un conjunto de parámetros del LAP-D para lo que se utilizan tramas XID, aunque en principio de establecen unos parámetros por defecto.

Nombre	Campo de Control	C/R	Descripción
I (Information)	0-N(S)-P-N(R)	C	Exchange User Data
RR (Receive Ready)	1000000*-N(R)	C/R	Positive ack ready to receive I frame
RNR (Receive Not Ready)	1010000*-N(R)	C/R	Positive ack, not ready to receive
REJ (Reject)	1001000*-N(R)	C/R	Negative ack, go back n
SABME (Set Asynchronous Balanced Mode)	1111P110	C	Request logical connection
DM (Disconnected Mode)	1111F000	R	Unable to establish or maintain logical connection
UI (Unnumbered Information)	1100P000	C	Used for ack information transfer service
DISC (Disconnect)	1100P010	C	Terminate logical connection
UA (Unnumbered Acknowledge)	1100F110	R	Ack SABME or DISC
FRMR (Frame Reject)	1110F001	R	Reports receipt of unacceptable frame
XID (Exchange Identification)	1111*101	C/R	Exchange Identification Information

*=P/F bit

Tabla 2. Comandos y respuestas en LAP-D

3.7.2.3. Nivel de Red

La capa de nivel de red del canal D ofrece los medios necesarios para el establecimiento de conexiones entre usuarios mediante la conmutación de circuitos o mediante la conmutación de paquetes.

Este nivel 3 para señalización, bien por una conexión vía conmutación de circuitos o bien por una conexión del canal B vía conmutación de paquetes, viene descrito en la Recomendación Q.931 (duplicada en la I.451). La Recomendación Q.931 corresponde al Sistema de Señalización Digital de Abonado N°1.

Concretamente a la Especificación de la Capa 3 de la interfaz de Red ISDN para el control de la llamada básica. Dicha recomendación especifica :

- El repertorio y formato de los mensajes de señalización
- Los procedimientos o secuencias de mensajes que han de intercambiarse entre el usuario y la central para el establecimiento, mantenimiento y liberación de las llamadas (conexiones de red en la interfaz usuario-red ISDN).

Dichos procedimientos se definen en términos de mensajes intercambiados por el canal D de las estructuras de interfaz a velocidad básica y primaria. Por otro lado, podemos tener a nivel de red al protocolo X.25 si se está realizando una comunicación vía conmutación de paquetes a través del canal D.

4. Ámbito de Aplicación

4.1. Elección del entorno de desarrollo.

Se han barajado los siguientes lenguajes para desarrollar la implementación del programa:

4.1.1. C

El lenguaje por excelencia de programación de sistemas. Es un lenguaje de nivel medio (no se puede decir que sea un lenguaje de alto nivel, por incorporar muchos elementos propios del ensamblador), tremendamente ligado a UNIX (aunque es portable y hay compiladores para casi cualquier sistema operativo). Casi podríamos considerarlo como un ensamblador estructurado y portable. Difícil de aprender (no es recomendable como primer lenguaje, como sí lo podría ser Pascal), aunque tremendamente flexible. Bastante dado a errores.

4.1.2. C++

Es una evolución sobre el lenguaje de programación de C. C++ casi se puede considerar de alto nivel. Es orientado a objetos, relativamente difícil de aprender (muchas características, muy complicado), pero combina la potencia y flexibilidad de C con el valor añadido de C++ es orientado a objetos. Bastante utilizado. Dado a errores, aunque no tantos como en C.

4.1.3. Java

JAVA es el lenguaje de “moda”, de sintaxis parecida al C. Orientado a objetos (JAVA te obliga, C++ sólo te da la posibilidad), mucho menos flexible que C++, pensado para hacer aplicaciones interactivas más que controladores de dispositivos y sistemas operativos. Mucha aceptación popular, muchos recursos, y posibilidad de incluir programas de JAVA en páginas HTML (los llamados “Applet”).

JAVA es un lenguaje multiplataforma, los programas JAVA se pueden ejecutar en cualquier plataforma soportada (Windows, Unix, Mac, etc.), además es un lenguaje compilado e interpretado, ya que el compilador produce un código intermedio independiente del sistema llamado bytecode. Se necesita instalar en el ordenador la JVM (Java Virtual Machine), que es el intérprete que convierte el bytecode en código máquina. Sun Microsystems distribuye de forma gratuita el producto base, el llamado JDK (Java Development Kit.), también llamado J2SE (Java 2 Standard Edition), y se puede encontrar en la siguiente dirección: <http://java.sun.com/>.

4.1.4. Elección asumida

Finalmente me he decantado por el lenguaje de programación JAVA para la implementación del programa por los siguientes motivos:

- i. Se ha elegido en detrimento de C al ser un lenguaje orientado a objetos y por su portabilidad.
- ii. Frente a C++ tiene la ventaja de tener más portabilidad, se puede usar las clases compiladas en cualquier plataforma (Windows, Unix, etc.).
- iii. Una razón muy importante fue el entorno gráfico resultante, Ya que JAVA proporciona elementos gráficos muy atractivos, sobre todo utilizando las componentes swing.

4.2. Elección del entorno de desarrollo.

Para el lenguaje de programación de Java hay múltiples entornos de desarrollo, entre los que se han barajado los siguientes:

4.2.1. JBuilder

Dirección: (Borland) <http://www.borland.com/jbuilder/>

Versión actual: 6.0

Plataformas: Windows, Linux, Solaris.

Licencia: La versión de evaluación, la personal, es gratis, las avanzadas, profesionales y Enterprise son de pago.

Jbuilder Foundation está diseñado para desarrolladores Java que quieren una alta productividad **IDE** (Entorno de Desarrollo Integrado) para crear más fácilmente aplicaciones multiplataforma para Linux, Solaris y Windows.

Finalmente, Jbuilder permite que los usuarios retoquen a su gusto y extiendan el entorno según sus necesidades de desarrollo usando **Open Tools API**, la cual facilita la integración de otros componentes adicionales.

Tiene la gran utilidad de visualizar los diagramas **UML**, además de poder desarrollar aplicaciones **Web** con **JSP** y **servlets**.

4.2.2. Kawa

Dirección:

Versión actual: 5.0

Plataforma: Windows.

Licencia: Como es habitual, las versiones profesionales y Enterprise son de pago. Pero también disponen de versiones de evaluación.

Kawa es un entorno de múltiples ventanas. Se parte de un proyecto, lleva dos módulos, uno con soporte **HTML** y otro para **JAVA**. Se pueden visualizar las clases, variables...

Sencillo y potente.

4.2.3. NetBeans

Dirección: <http://www.netbeans.org/>

Versión actual: 7.0.1 (Build 201107282000)

Plataforma: Todas las plataformas con **JVM**.

Licencia: Opensource.

NetBeans es una aplicación Opensource (el código del entorno está abierto a posibles modificaciones) de desarrollo escritas en Java, esto quiere decir que se puede modificar el entorno de acuerdo a ciertos parámetros de licencia. Soporta, aparte de Java, otros lenguajes, como C++.

NetBeans es la mejor opción a la hora de desarrollar en Swing y J2EE/EJB 3.0. Algunas de sus funciones y características son:

- Completado de código.
- Soporte de escritura para servlets.
- Ayudas con el código y ayuda on-line.

El Entorno de Desarrollo Integrado (**IDE**) NetBeans es un entorno de programación de varios lenguajes, incluyendo a Java y a C++. Este desarrollo es de fuente abierta, es decir, se proporciona el código fuente del entorno para que se pueda modificar de acuerdo a ciertos parámetros de licencia.

Es un entorno muy cómodo en cuanto a interfaz gráfica se refiere, ya que ahorra al usuario escribir código tan sólo con arrastrar los componentes gráficos que soporta Java y que están representados mediante iconos. Al añadir estos componentes, en la aplicación se genera el código correspondiente a dicha inclusión del elemento gráfico. Está recomendado por Sun Microsystems, aunque una de sus desventajas es que ocupa muchos recursos de memoria.

4.2.4. Eclipse

Dirección: <http://www.eclipse.org>.

Versión actual: Java 2 Technology Edition 5.0, SR4 (see caveat below).

Plataforma:

Eclipse es en el fondo, únicamente un almacén (workbench) sobre el que se pueden montar herramientas de desarrollo para cualquier lenguaje, mediante la implementación de los plugins adecuados.

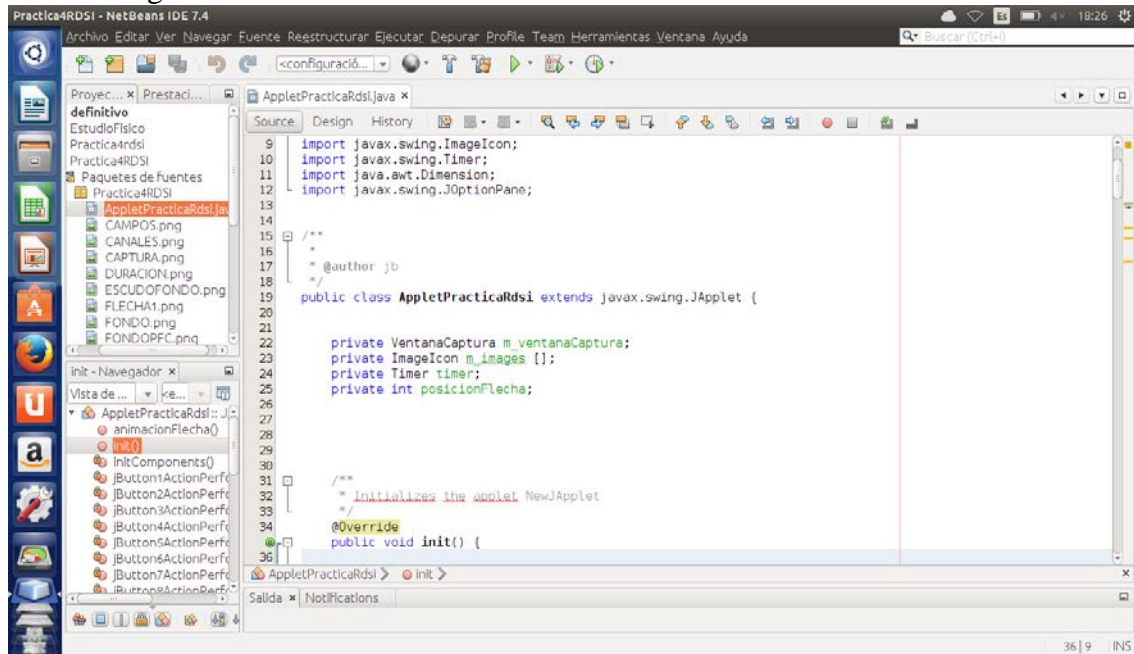
La arquitectura de plugins de Eclipse permite, además de integrar ciertos lenguajes sobre un mismo IDE, introducir otras aplicaciones accesorias que pueden resultar útiles durante el proceso de desarrollo como: herramientas UML, editores visuales de interfaces, ayuda en línea para librerías, etc.

4.2.5. Elección asumida

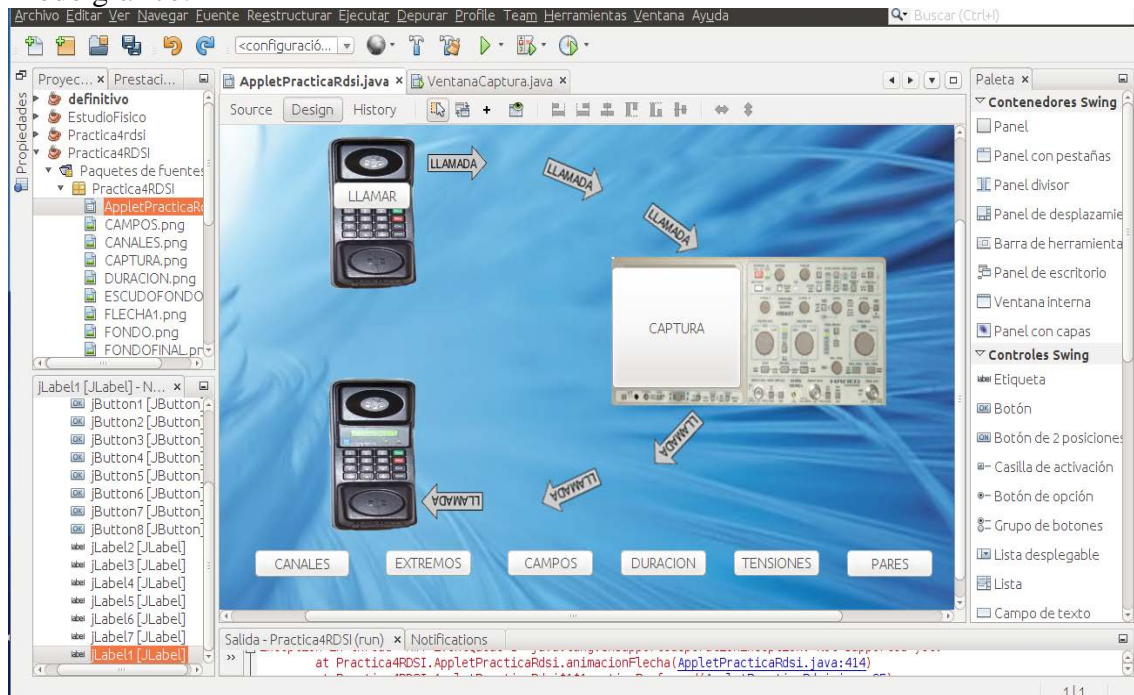
El entorno principal elegido es el *NetBeans*. Por su facilidad de uso y gran potencia (aunque consume demasiada memoria.), es muy ideal para implementar distintos algoritmos, además de ser un entorno de ventanas, mediante el cual la programación se hace mas llevadera.

Para el diseño de la interfaz gráfica, también me he decantado por Netbeans, también por su gran facilidad de uso.

Modo código:



Modo gráfico:



5. implementación de la aplicación

5.1 Página de inicio.

La aplicación comienza en un diseño web(al cual se puede acceder a través de la dirección: <http://labit501.upct.es/~jabernal>), en la cual se muestra una página de inicio a través de la cual se puede acceder al enunciado de la práctica del estudio físico de una trama RDSI.



A continuación pasaremos a ver como se ha llevado a cabo la implementación de la práctica viendo el código que ha sido necesario generar para crear la aplicación applet, con la que seremos capaces de entender y estudiar la posible resolución de la práctica en el laboratorio.

Práctica4: Estudio del nivel físico en RDSI.

La clase principal de este applet es la clase *ApletPracticaRdsi*, la cual hereda de *JApplet*. Además es la que instancia todos los componentes y la que proporciona la interfaz gráfica.

Esta clase también es la que implementa la mayoría de la funcionalidad del applet.

También tenemos una clase llamada *VentanaCaptura* que hereda de *JFrame*, la cual se encarga de mostrar una serie de imágenes que simulan las capturas de pantalla del osciloscopio del laboratorio, tal y como serían en realidad cuando el alumno realizara la práctica.

Ahora pasamos a mostrar el código de cada una de las clases, entrando con más profundidad en las partes que sean más importantes.

5.2. Clases de la Práctica 4

5.2.1. Práctica RDSI(estudio del nivel físico).

```
//Código completo de la clase principal.
package Practica4RDSI;

import java.lang.reflect.InvocationTargetException;
import javax.swing.ImageIcon;
import javax.swing.Timer;
import java.awt.Dimension;
import javax.swing.JOptionPane;

public class AppletPracticaRdsi extends javax.swing.JApplet {

    private VentanaCaptura m_ventanaCaptura;
    private ImageIcon m_images [];
    private Timer timer;
    private int posicionFlecha;

    public void init() {

        m_ventanaCaptura = new VentanaCaptura();
        m_ventanaCaptura.setVisible(false);

        try {
            for (javax.swing.UIManager.LookAndFeelInfo info :
                javax.swing.UIManager.getInstalledLookAndFeels()) {
                if ("Nimbus".equals(info.getName())) {
                    javax.swing.UIManager.setLookAndFeel(info.getClassName());
                    break;
                }
            }
        } catch (ClassNotFoundException ex) {

            java.util.logging.Logger.getLogger(AppletPracticaRdsi.class.getName()).log(java.util.logging.Level.SEVERE, null, ex);
        } catch (InstantiationException ex) {

            java.util.logging.Logger.getLogger(AppletPracticaRdsi.class.getName()).log(java.util.logging.Level.SEVERE, null, ex);
        }
    }
}
```

```

    } catch (IllegalAccessException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(AppletPracticaRdsi.class.getName()).log(java.util.lo
gging.Level.SEVERE, null, ex);
    } catch (javax.swing.UnsupportedLookAndFeelException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(AppletPracticaRdsi.class.getName()).log(java.util.lo
gging.Level.SEVERE, null, ex);
    }

    try {
        java.awt.EventQueue.invokeAndWait(new Runnable() {
            public void run() {

                setBackground(javax.swing.UIManager.getDefaults().getColor("Label.backgrou
nitComponents());

                posicionFlecha = 0;
                jLabel2.setVisible(false);
                jLabel3.setVisible(false);
                jLabel4.setVisible(false);
                jLabel5.setVisible(false);
                jLabel6.setVisible(false);
                jLabel7.setVisible(false);
                jButton2.setVisible(false);
                jButton3.setVisible(false);
                jButton4.setVisible(false);
                jButton5.setVisible(false);
                jButton6.setVisible(false);
                jButton7.setVisible(false);
                jButton8.setVisible(false);

                timer=new Timer(120, new java.awt.event.ActionListener() {
                    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
                        animacionFlecha();
                    }
                });

            }
        });

    } catch (InterruptedException | InvocationTargetException ex) {
    }

    this.setSize(new Dimension(1200,648)) }

```

```

private void initComponents() {

    jLayeredPane1 = new javax.swing.JLayeredPane();
    jButton1 = new javax.swing.JButton();
    jButton2 = new javax.swing.JButton();
    jButton3 = new javax.swing.JButton();
    jButton4 = new javax.swing.JButton();
    jButton5 = new javax.swing.JButton();
    jButton6 = new javax.swing.JButton();
    jButton7 = new javax.swing.JButton();
    jButton8 = new javax.swing.JButton();
    jLabel2 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel3 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel4 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel5 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel6 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel7 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel1 = new javax.swing.JLabel();
    ));

    setMinimumSize(new java.awt.Dimension(1200, 700));
    getContentPane().setLayout(null);

    jLayeredPane1.setMinimumSize(new java.awt.Dimension(650, 390));
    jLayeredPane1.setName(""); // NOI18N
    jLayeredPane1.setPreferredSize(new java.awt.Dimension(1000, 500));

    jButton1.setText("LLAMAR");
    jButton1.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
        public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
            jButton1ActionPerformed(evt);
        }
    });
    jLayeredPane1.add(jButton1);
    jButton1.setBounds(290, 130, 80, 40);

    jButton2.setText("CAPTURA");
    jButton2.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
        public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
            jButton2ActionPerformed(evt);
        }
    });
    jLayeredPane1.add(jButton2);
    jButton2.setBounds(560, 210, 150, 130);

    jButton3.setText("CANALES");
    jButton3.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
        public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
            jButton3ActionPerformed(evt);
        }
    });
    jLayeredPane1.add(jButton3);
    jButton3.setBounds(160, 550, 110, 30);

```

```

jButton4.setText("EXTREMOS");
jButton4.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton4ActionPerformed(evt);
    }
});
jLayeredPane1.add(jButton4);
jButton4.setBounds(300, 550, 100, 29);

jButton5.setText("CAMPOS");
jButton5.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton5ActionPerformed(evt);
    }
});
jLayeredPane1.add(jButton5);
jButton5.setBounds(430, 550, 100, 29);

jButton6.setText("DURACION");
jButton6.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton6ActionPerformed(evt);
    }
});
jLayeredPane1.add(jButton6);
jButton6.setBounds(560, 550, 100, 29);

jButton7.setText("TENSIONES");
jButton7.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton7ActionPerformed(evt);
    }
});
jLayeredPane1.add(jButton7);
jButton7.setBounds(690, 550, 100, 29);

jButton8.setText("PARES");
jButton8.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton8ActionPerformed(evt);
    }
});
jLayeredPane1.add(jButton8);
jButton8.setBounds(830, 550, 100, 30);

jLabel2.setIcon(new
javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Practica4RDSI/Flecha1.png")));

```

```

jLayeredPane1.add(jLabel2);

```

```
        jLabel2.setBounds(360, 60, 80, 40);

        jLabel3.setIcon(new
javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Practica4RDSI/Flecha2.png")));
        jLayeredPane1.add(jLabel3);
        jLabel3.setBounds(500, 70, 100, 70);

        jLabel4.setIcon(new
javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Practica4RDSI/Flecha3.png")));
        jLayeredPane1.add(jLabel4);
        jLabel4.setBounds(640, 140, 70, 60);

        jLabel5.setIcon(new
javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Practica4RDSI/Flecha4.png")));
        jLayeredPane1.add(jLabel5);
        jLabel5.setBounds(650, 370, 70, 60);

        jLabel6.setIcon(new
javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Practica4RDSI/Flecha5.png")));
        jLayeredPane1.add(jLabel6);
        jLabel6.setBounds(520, 450, 70, 50);

        jLabel7.setIcon(new
javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Practica4RDSI/Flecha6.png"))); /
        jLayeredPane1.add(jLabel7);
        jLabel7.setBounds(370, 480, 80, 40);

        jLabel1.setIcon(new
javax.swing.ImageIcon(getClass().getResource("/Practica4RDSI/FONDO.png")));
        jLabel1.setText("jLabel1");
        jLabel1.setPreferredSize(new java.awt.Dimension(1200, 700));
        jLayeredPane1.add(jLabel1);
        jLabel1.setBounds(0, 0, 1200, 660);

        getContentPane().add(jLayeredPane1);
        jLayeredPane1.setBounds(0, 0, 1090, 620);
    }
```



```

private void jButton1ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    m_ventanaCaptura.setVisible(false);

    timer.setInitialDelay(250);
    timer.start();

}

private void jButton2ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    m_ventanaCaptura.setCaptura(0);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true);
}

private void jButton3ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    m_ventanaCaptura.setCaptura(1);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true);

}

private void jButton4ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    m_ventanaCaptura.setCaptura(2);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true);
}

private void jButton5ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    m_ventanaCaptura.setCaptura(3);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true);
}

private void jButton6ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    m_ventanaCaptura.setCaptura(4);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true);
}

private void jButton7ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    m_ventanaCaptura.setCaptura(5);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true);
}

private void jButton8ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    m_ventanaCaptura.setCaptura(6);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true); }

```

```
// Declaración de variables
```

```
private javax.swing.JButton jButton1;  
private javax.swing.JButton jButton2;  
private javax.swing.JButton jButton3;  
private javax.swing.JButton jButton4;  
private javax.swing.JButton jButton5;  
private javax.swing.JButton jButton6;  
private javax.swing.JButton jButton7;  
private javax.swing.JButton jButton8;  
private javax.swing.JLabel jLabel1;  
private javax.swing.JLabel jLabel2;  
private javax.swing.JLabel jLabel3;  
private javax.swing.JLabel jLabel4;  
private javax.swing.JLabel jLabel5;  
private javax.swing.JLabel jLabel6;  
private javax.swing.JLabel jLabel7;  
private javax.swing.JLayeredPane jLayeredPane1;
```

```
public void animacionFlecha() {
```

```
    if(posicionFlecha == 0) {  
        jLabel2.setVisible(true);  
        jLabel3.setVisible(false);  
        jLabel4.setVisible(false);  
        jLabel5.setVisible(false);  
        jLabel6.setVisible(false);  
        jLabel7.setVisible(false);  
  
        timer.restart();  
        posicionFlecha++;  
    }  
    else if(posicionFlecha == 1) {  
        jLabel2.setVisible(false);  
        jLabel3.setVisible(true);  
        jLabel4.setVisible(false);  
        jLabel5.setVisible(false);  
        jLabel6.setVisible(false);  
        jLabel7.setVisible(false);  
  
        timer.restart();  
        posicionFlecha++;  
    }  
}
```

```
    else if(posicionFlecha == 2) {  
        jLabel2.setVisible(false);
```

```
jLabel3.setVisible(false);
jLabel4.setVisible(true);
jLabel5.setVisible(false);
jLabel6.setVisible(false);
jLabel7.setVisible(false);
timer.restart();
posicionFlecha++;
}
else if(posicionFlecha == 3) {
    jLabel2.setVisible(false);
    jLabel3.setVisible(false);
    jLabel4.setVisible(false);
    jLabel5.setVisible(true);
    jLabel6.setVisible(false);
    jLabel7.setVisible(false);
    timer.restart();
    posicionFlecha++;
}
else if(posicionFlecha == 4) {
    jLabel2.setVisible(false);
    jLabel3.setVisible(false);
    jLabel4.setVisible(false);
    jLabel5.setVisible(false);
    jLabel6.setVisible(true);
    jLabel7.setVisible(false);
    timer.restart();
    posicionFlecha++;
}
else if(posicionFlecha == 5) {
    jLabel2.setVisible(false);
    jLabel3.setVisible(false);
    jLabel4.setVisible(false);
    jLabel5.setVisible(false);
    jLabel6.setVisible(false);
    jLabel7.setVisible(true);
    timer.restart();
    posicionFlecha++;
}
```

```
else {
    jLabel2.setVisible(false);
```

```
jLabel3.setVisible(false);
jLabel4.setVisible(false);
jLabel5.setVisible(false);
jLabel6.setVisible(false);
jLabel7.setVisible(false);
JOptionPane.showMessageDialog(null,"Llamada correcta","Llamada",1);
jButton2.setVisible(true);
jButton3.setVisible(true);
jButton4.setVisible(true);
jButton5.setVisible(true);
jButton6.setVisible(true);
jButton7.setVisible(true);
jButton8.setVisible(true);

timer.stop();
posicionFlecha = 0;
}

    throw new UnsupportedOperationException("Not supported yet."); //To change
body of generated methods, choose Tools | Templates.
}

}
```

Ahora ponemos el código de la clase VentanaCaptura.

```
package Practica4RDSI;

import java.awt.Image;
import javax.swing.ImageIcon;
import javax.swing.JLabel;
import javax.swing.JLayeredPane;

public class VentanaCaptura extends javax.swing.JFrame {

    private int m_currentImage;
    private ImageIcon m_images [];
    private JLayeredPane fondoP4;
    private JLabel background;
    Image back,image;
    ImageIcon bgicon;

    public VentanaCaptura() {
        initComponents();

        setDefaultCloseOperation(HIDE_ON_CLOSE);

        // Creación atributos
        m_images = new ImageIcon [7];

        try {
            m_images[0] = new ImageIcon(this.getClass().getResource("CAPTURA.png"));
            m_images[1] = new ImageIcon(this.getClass().getResource("CANALES.png"));
            m_images[2] = new ImageIcon(this.getClass().getResource("INICIOFIN.png"));
            m_images[3] = new ImageIcon(this.getClass().getResource("CAMPOS.png"));
            m_images[4] = new
ImageIcon(this.getClass().getResource("DURACION.png"));
            m_images[5] = new
ImageIcon(this.getClass().getResource("TENSIONES.png"));
            m_images[6] = new ImageIcon(this.getClass().getResource("PARES.png"));
        }
        catch(Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }

        m_currentImage = 0; }
}
```

```

public void setCaptura(int captura) {
    if(captura <0 || captura > 7)
        return;
    m_currentImage = captura;
    jLabel1.setIcon(m_images[captura]);
    this.setSize(m_images[captura].getIconWidth(),
m_images[captura].getIconHeight());

}

private void initComponents() {

    jLabel1 = new javax.swing.JLabel();

    setDefaultCloseOperation(javax.swing.WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);

    jLabel1.setText("jLabel1");

    javax.swing.GroupLayout layout = new
javax.swing.GroupLayout(getContentPane());
    getContentPane().setLayout(layout);
    layout.setHorizontalGroup(
        layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addComponent(jLabel1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 400,
Short.MAX_VALUE)
    );
    layout.setVerticalGroup(
        layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addComponent(jLabel1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 300,
Short.MAX_VALUE)
    );

    pack();
}

```

```

public static void main(String args[]) {

```

```

    try {
        for (javax.swing.UIManager.LookAndFeelInfo info :
javax.swing.UIManager.getInstalledLookAndFeels()) {
            if ("Nimbus".equals(info.getName())) {
                javax.swing.UIManager.setLookAndFeel(info.getClassName());
                break;
            }
        }
    } catch (ClassNotFoundException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(VentanaCaptura.class.getName()).log(java.util.loggi
ng.Level.SEVERE, null, ex);
    } catch (InstantiationException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(VentanaCaptura.class.getName()).log(java.util.loggi
ng.Level.SEVERE, null, ex);
    } catch (IllegalAccessException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(VentanaCaptura.class.getName()).log(java.util.loggi
ng.Level.SEVERE, null, ex);
    } catch (javax.swing.UnsupportedLookAndFeelException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(VentanaCaptura.class.getName()).log(java.util.loggi
ng.Level.SEVERE, null, ex);
    }

        java.awt.EventQueue.invokeLater(new Runnable() {
            public void run() {
                new VentanaCaptura().setVisible(true);
            }
        });
    }

    // Declaración de variables.
    private javax.swing.JLabel jLabel1;

}

```

A continuación se explicará cada una de las partes que forman las clases del applet, haciendo una descripción de los puntos más significativos.

```

package Practica4RDSI;

import java.lang.reflect.InvocationTargetException;
import javax.swing.ImageIcon;
import javax.swing.Timer;
import java.awt.Dimension;
import javax.swing.JOptionPane;

public class AppletPracticaRdsi extends javax.swing.JApplet {

//Declaración de variables

    private VentanaCaptura m_ventanaCaptura;
    private ImageIcon m_images [];
    private Timer timer;
    private int posicionFlecha;
    private javax.swing.JButton jButton1;
    private javax.swing.JButton jButton2;
    private javax.swing.JButton jButton3;
    private javax.swing.JButton jButton4;
    private javax.swing.JButton jButton5;
    private javax.swing.JButton jButton6;
    private javax.swing.JButton jButton7;
    private javax.swing.JButton jButton8;
    private javax.swing.JLabel jLabel1;
    private javax.swing.JLabel jLabel2;
    private javax.swing.JLabel jLabel3;
    private javax.swing.JLabel jLabel4;
    private javax.swing.JLabel jLabel5;
    private javax.swing.JLabel jLabel6;
    private javax.swing.JLabel jLabel7;
    private javax.swing.JLayeredPane jLayeredPane1;

```

En esta parte del código se declaran las variables que luego utilizaremos en el resto del programa.

Podemos observar que entre todas las variables hay una llamada m_ventanaCaptura que es una clase que comentaremos más adelante cual será su funcionamiento.

También tenemos una variable que es un array de imágenes donde se almacenan imágenes que posteriormente utilizaremos.

Otras variables que hemos creado son las timer y posicionFlecha, esta última de tipo entero que nos servirán para realizar una animación dentro de nuestro applet.

El resto de variables son del tipo javax.swing, y son para la creación de los botones, etiquetas y de un panel para desarrollar el entorno de la aplicación.

Método public void init()

En este método es en el que se inicializan y se instancia a los componentes declarados en la parte anterior. Voy a ir explicando que es cada uno y en el caso de los que sean visibles, con que elemento de la interfaz grafica se corresponde.

```
public void init() {

    m_ventanaCaptura = new VentanaCaptura();//creo objeto
    m_ventanaCaptura.setVisible(false);//de inicio la ventana está oculta

    //netbeans genera una serie de excepciones y comprobaciones
    try {
        for (javax.swing.UIManager.LookAndFeelInfo info :
            javax.swing.UIManager.getInstalledLookAndFeels()) {
            if ("Nimbus".equals(info.getName())) {
                javax.swing.UIManager.setLookAndFeel(info.getClassName());
                break;
            }
        }
    }

    } catch (ClassNotFoundException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(AppletPracticaRdsi.class.getName()).log(java.util.lo
gging.Level.SEVERE, null, ex);
    } catch (InstantiationException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(AppletPracticaRdsi.class.getName()).log(java.util.lo
gging.Level.SEVERE, null, ex);
    } catch (IllegalAccessException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(AppletPracticaRdsi.class.getName()).log(java.util.lo
gging.Level.SEVERE, null, ex);
    } catch (javax.swing.UnsupportedLookAndFeelException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(AppletPracticaRdsi.class.getName()).log(java.util.lo
gging.Level.SEVERE, null, ex);
    }

    try {
        java.awt.EventQueue.invokeAndWait(new Runnable() {
            public void run() {
```

A continuación viene el método `initcomponents()` para inicializar los componentes

```

initComponents();

    posicionFlecha = 0;
    jLabel2.setVisible(false);
    jLabel3.setVisible(false);
    jLabel4.setVisible(false);
    jLabel5.setVisible(false);
    jLabel6.setVisible(false);
    jLabel7.setVisible(false);
    jButton2.setVisible(false);
    jButton3.setVisible(false);
    jButton4.setVisible(false);
    jButton5.setVisible(false);
    jButton6.setVisible(false);
    jButton7.setVisible(false);
    jButton8.setVisible(false);

    timer=new Timer(120, new java.awt.event.ActionListener() {
        public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
            animacionFlecha();
            //para controlar la animación del applet.
        }
    });

    }
});

    } catch (InterruptedException | InvocationTargetException ex) {
    }

    this.setSize(new Dimension(1200,648));

}

```

Se crean los botones y las etiquetas. También creamos el panel que va encima de JApplet con sus correspondientes dimensiones y características.

```

private void initComponents() {

    jLayeredPane1 = new javax.swing.JLayeredPane();
    jButton1 = new javax.swing.JButton();
    jButton2 = new javax.swing.JButton();
    jButton3 = new javax.swing.JButton();
    jButton4 = new javax.swing.JButton();
    jButton5 = new javax.swing.JButton();
    jButton6 = new javax.swing.JButton();
    jButton7 = new javax.swing.JButton();
    jButton8 = new javax.swing.JButton();
    jLabel1 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel2 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel3 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel4 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel5 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel6 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel7 = new javax.swing.JLabel();

    setBackground(javax.swing.UIManager.getDefaults().getColor("Label.background"));
    setMinimumSize(new java.awt.Dimension(1200, 700));
    getContentPane().setLayout(null);

    jLayeredPane1.setMinimumSize(new java.awt.Dimension(650, 390));
    jLayeredPane1.setName("");
    jLayeredPane1.setPreferredSize(new java.awt.Dimension(1000, 500));

```

En esta parte del código se configuran los botones del applet y se añaden al `jLayeredPane1`.

```

jButton1.setText("LLAMAR");
jButton1.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton1ActionPerformed(evt);
    }
});
jLayeredPane1.add(jButton1);
jButton1.setBounds(290, 130, 80, 40);

jButton2.setText("CAPTURA");

```

```

jButton2.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton2ActionPerformed(evt);
    }
});
jLayeredPane1.add(jButton2);
jButton2.setBounds(560, 210, 150, 130);

jButton3.setText("CANALES");
jButton3.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton3ActionPerformed(evt);
    }
});
jLayeredPane1.add(jButton3);
jButton3.setBounds(160, 550, 110, 30);

jButton4.setText("EXTREMOS");
jButton4.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton4ActionPerformed(evt);
    }
});
jLayeredPane1.add(jButton4);
jButton4.setBounds(300, 550, 100, 29);

jButton5.setText("CAMPOS");
jButton5.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton5ActionPerformed(evt);
    }
});
jLayeredPane1.add(jButton5);
jButton5.setBounds(430, 550, 100, 29);

jButton6.setText("DURACION");
jButton6.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton6ActionPerformed(evt);
    }
});
jLayeredPane1.add(jButton6);
jButton6.setBounds(560, 550, 100, 29);

```

```

jButton7.setText("TENSIONES");
jButton7.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton7ActionPerformed(evt);
    }
});
jLayeredPane1.add(jButton7);
jButton7.setBounds(690, 550, 100, 29);

jButton8.setText("PARES");
jButton8.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton8ActionPerformed(evt);
    }
});

```

Después nos encontramos con los métodos `ActionPerformed` de cada botón que serán los encargados de gestionar los eventos asociados a cada uno de ellos.

```

private void jButton1ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    m_ventanaCaptura.setVisible(false);

    timer.setInitialDelay(250);//retardo inicial para la animación
    timer.start();//activamos el Timer

}

private void jButton2ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    m_ventanaCaptura.setCaptura(0);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true);
}

private void jButton3ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    m_ventanaCaptura.setCaptura(1);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true);

}

private void jButton4ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    m_ventanaCaptura.setCaptura(2);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true);
}

```

```

private void jButton5ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    m_ventanaCaptura.setCaptura(3);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true);
}

private void jButton6ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    m_ventanaCaptura.setCaptura(4);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true);
}

private void jButton7ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    m_ventanaCaptura.setCaptura(5);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true);
}

private void jButton8ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

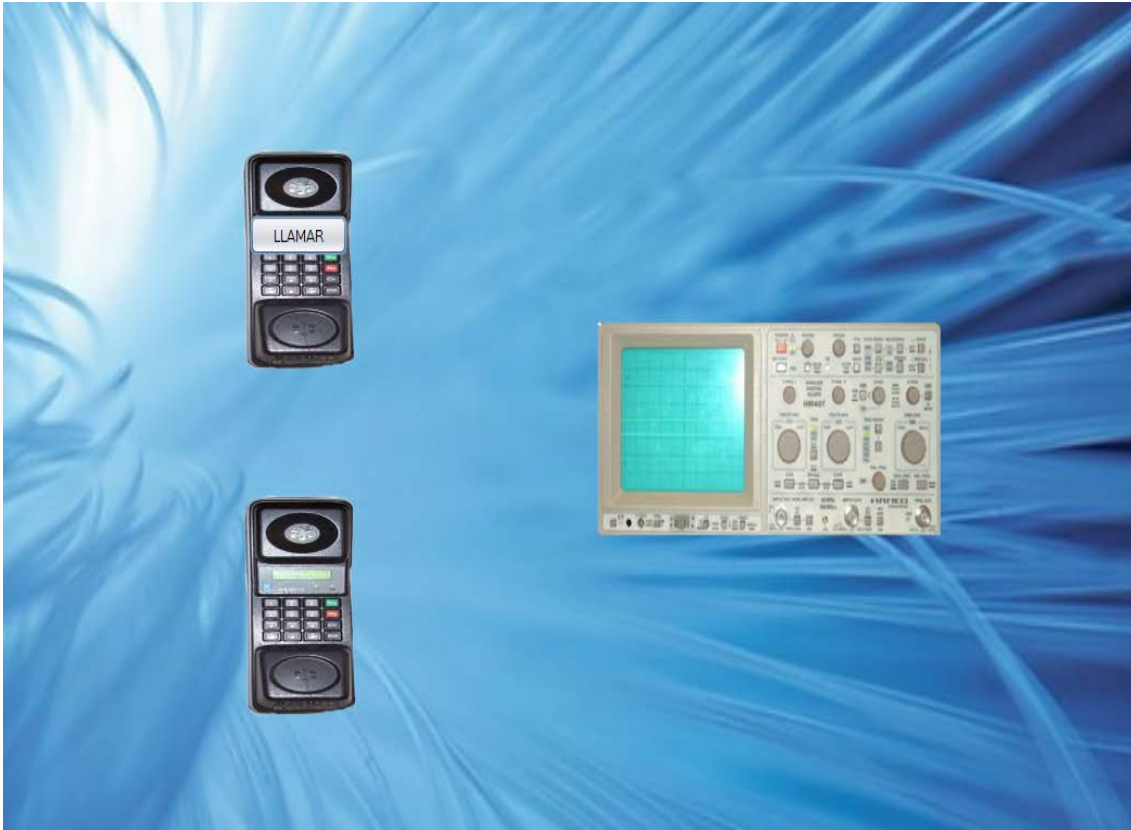
    m_ventanaCaptura.setCaptura(6);
    m_ventanaCaptura.setVisible(true);

}

```

En el código anterior podemos ver los métodos `ActionPerformed` de cada botón. En el applet realizado hay una serie de botones, los cuales al ser pulsados tienen que realizar la o las acciones que tengan asociadas. Para el caso del botón1 la acción a realizar tras su pulsación es una sucesión de eventos separados de forma temporal que dan lugar a la animación que se produce en el applet y que son controlados con el método `Timer`. A la finalización de la animación se muestran el resto de botones del applet. Para los botones de 2 al 8 tienen asociada la acción de mostrar una imagen que se corresponde con las capturas del osciloscopio.

Pantalla de inicio del applet:



Pantalla después de realizar la llamada:



En esta parte vamos se explicará el método de la animación.

```
public void animacionFlecha() {  
  
    if(posicionFlecha == 0) {  
        jLabel2.setVisible(true);  
        jLabel3.setVisible(false);  
        jLabel4.setVisible(false);  
        jLabel5.setVisible(false);  
        jLabel6.setVisible(false);  
        jLabel7.setVisible(false);  
  
        timer.restart();  
        posicionFlecha++;  
    }  
    else if(posicionFlecha == 1) {  
        jLabel2.setVisible(false);  
        jLabel3.setVisible(true);  
        jLabel4.setVisible(false);  
        jLabel5.setVisible(false);  
        jLabel6.setVisible(false);  
        jLabel7.setVisible(false);  
  
        timer.restart();  
        posicionFlecha++;  
    }  
    else if(posicionFlecha == 2) {  
        jLabel2.setVisible(false);  
        jLabel3.setVisible(false);  
        jLabel4.setVisible(true);  
        jLabel5.setVisible(false);  
        jLabel6.setVisible(false);  
        jLabel7.setVisible(false);  
        timer.restart();  
        posicionFlecha++;  
    }  
    else if(posicionFlecha == 3) {  
        jLabel2.setVisible(false);  
        jLabel3.setVisible(false);  
        jLabel4.setVisible(false);  
        jLabel5.setVisible(true);  
        jLabel6.setVisible(false);  
        jLabel7.setVisible(false);  
        timer.restart();  
        posicionFlecha++;  
    }  
}
```



```

else if(posicionFlecha == 4) {
    jLabel2.setVisible(false);
    jLabel3.setVisible(false);
    jLabel4.setVisible(false);
    jLabel5.setVisible(false);
    jLabel6.setVisible(true);
    jLabel7.setVisible(false);
    timer.restart();
    posicionFlecha++;
}
else if(posicionFlecha == 5) {
    jLabel2.setVisible(false);
    jLabel3.setVisible(false);
    jLabel4.setVisible(false);
    jLabel5.setVisible(false);
    jLabel6.setVisible(false);
    jLabel7.setVisible(true);
    timer.restart();
    posicionFlecha++;
}
else {
    jLabel2.setVisible(false);
    jLabel3.setVisible(false);
    jLabel4.setVisible(false);
    jLabel5.setVisible(false);
    jLabel6.setVisible(false);
    jLabel7.setVisible(false);
    JOptionPane.showMessageDialog(null,"Llamada correcta","Llamada",1);
    jButton2.setVisible(true);
    jButton3.setVisible(true);
    jButton4.setVisible(true);
    jButton5.setVisible(true);
    jButton6.setVisible(true);
    jButton7.setVisible(true);
    jButton8.setVisible(true);

    timer.stop();
    posicionFlecha = 0;
}
}

```

Este método consiste en crear una serie de JLabel con una imagen de la posición en cada momento de la flecha en animación, e ir mostrando de forma temporal cada una de ellas, hasta volver a la página de inicio.

Después de la animación se muestra un mensaje de dialogo que nos avisa de que la llamada se ha realizado de forma correcta. Tras aceptar este dialogo se mostrará la segunda pantalla del applet con todos los botones visibles.

Se crea también una clase llamada VentanaCaptura que se encarga de mostrar una imagen según el botón del Applet que se presione.

```

import javax.swing.JLayeredPane;

public class VentanaCaptura extends javax.swing.JFrame {

    private javax.swing.JLabel jLabel1;
    private int m_currentImage;
    private ImageIcon m_images [];

    public VentanaCaptura() {
        initComponents();

        setDefaultCloseOperation(HIDE_ON_CLOSE);

        // Creación atributos

        m_images = new ImageIcon [7];

        try {
            m_images[0] = new ImageIcon(this.getClass().getResource("CAPTURA.png"));
            m_images[1] = new ImageIcon(this.getClass().getResource("CANALES.png"));
            m_images[2] = new ImageIcon(this.getClass().getResource("INICIOFIN.png"));
            m_images[3] = new ImageIcon(this.getClass().getResource("CAMPOS.png"));
            m_images[4] = new ImageIcon(this.getClass().getResource("DURACION.png"));
            m_images[5] = new
ImageIcon(this.getClass().getResource("TENSIONES.png"));
            m_images[6] = new ImageIcon(this.getClass().getResource("PARES.png"));
        }
        catch(Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }

        m_currentImage = 0;//inicializo para que esté vacío
    }

    public void setCaptura(int captura) {
        if(captura <0 || captura > 7)
            return;
        m_currentImage = captura;
        jLabel1.setIcon(m_images[captura]);

        this.setSize(m_images[captura].getIconWidth(),m_images[captura].getIconHeight());

    }
}

```

```

private void initComponents() {

    jLabel1 = new javax.swing.JLabel();

    setDefaultCloseOperation(javax.swing.WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);

    jLabel1.setText("jLabel1");

    javax.swing.GroupLayout layout = new
javax.swing.GroupLayout(getContentPane());
    getContentPane().setLayout(layout);
    layout.setHorizontalGroup(
        layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addComponent(jLabel1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 400,
Short.MAX_VALUE)
    );
    layout.setVerticalGroup(
        layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addComponent(jLabel1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 300,
Short.MAX_VALUE)
    );

    pack();
}

public static void main(String args[]) {

    try {
        for (javax.swing.UIManager.LookAndFeelInfo info :
javax.swing.UIManager.getInstalledLookAndFeels()) {
            if ("Nimbus".equals(info.getName())) {
                javax.swing.UIManager.setLookAndFeel(info.getClassName());
                break;
            }
        }
    } catch (ClassNotFoundException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(VentanaCaptura.class.getName()).log(java.util.loggi
ng.Level.SEVERE, null, ex);
    } catch (InstantiationException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(VentanaCaptura.class.getName()).log(java.util.loggi
ng.Level.SEVERE, null, ex);
}
}

```

```

    } catch (IllegalAccessException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(VentanaCaptura.class.getName()).log(java.util.loggi
ng.Level.SEVERE, null, ex);
    } catch (javax.swing.UnsupportedLookAndFeelException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(VentanaCaptura.class.getName()).log(java.util.loggi
ng.Level.SEVERE, null, ex);
    }

        java.awt.EventQueue.invokeLater(new Runnable() {
        public void run() {
            new VentanaCaptura().setVisible(true);
        }
    });
}

}

```

Capítulo 6

6. Uso académico de la aplicación

6.1. INTRODUCCIÓN.

La Red Digital de **Servicios Integrados** (R.D.S.I.) - según la definición establecida por la UIT-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones)- es una red que procede por evolución de la Red Digital Integrada y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otros tipos, y a la que los usuarios acceden a través de un conjunto definido de interfaces normalizados.

Más comúnmente puede describirse como una red que procede por evolución de la red telefónica existente que al ofrecer conexiones digitales extremo a extremo permite la integración de multitud de servicios en un único acceso, independientemente de la naturaleza de la información a transmitir, y del equipo terminal que la genere.

Esta red coexiste con las redes convencionales de telefonía y datos e incorpora elementos de interfuncionamiento para su interconexión con dichas redes, tendiendo a convertirse en la única y universal **Red de Telecomunicaciones**.

6.2. HISTORIA.

Durante los años 60 se encontró la solución a un viejo problema: en las llamadas a **larga distancia** la calidad del sonido dejaba que desear. La solución consistió en utilizar canales de larga distancia digitales; en estos canales la voz era digitalizada y enviada como **datos numéricos**, volviéndola a convertir en una señal analógica en el otro extremo de la línea.

Puesto que en los enlaces digitales la información no sufre deterioro, las llamadas continentales podían tener la misma calidad de sonido que las llamadas locales. El esquema de digitalización elegido fue tomar muestras, que en Europa eran de 8 bits y en EE.UU. de 7 bits, a una velocidad de 8000 **muestras por segundo**; esto significaba que estos canales debían funcionar a 64000 bits por segundo en Europa (8 bits * 8000 muestras) y 56000 bits por segundo en EE.UU. (7 bits * 8000 muestras).

En los años 70 las **compañías telefónicas** se enfrentaban a un nuevo desafío; las grandes empresas estaban interesadas en poder interconectar sus ordenadores; para satisfacer esta nueva demanda se crean las primeras redes experimentales de transmisión de datos.

Durante el año 1984 se forma la Asamblea general de la CCITT. Este organismo, dependiente de la ONU, tiene como función establecer los estándares técnicos utilizados en telefonía, con el fin de garantizar la compatibilidad entre los equipos de las diferentes compañías. En esta reunión se habla de los canales digitales, del imparable aumento de las comunicaciones por ordenador y de las nuevas demandas ya aparecidas o de previsible aparición (fax, videotexto, videoconferencia, televisión por **cable**,... , y se toma una decisión histórica: la red telefónica mundial deberá reconvertirse en una red de transmisión de datos. El plan es que, en el siglo XXI, las típicas líneas analógicas utilizadas por los teléfonos de voz se habrán sustituido por líneas digitales capaces de ofrecer cualquier tipo de servicio, inventando o por inventar; esta nueva red se bautiza con el nombre de RDSI (Red Digital de **Servicios Integrados**).

La idea era muy buena, pero presentaba un problema enorme, la construcción de esta red. Si se quería que el proyecto fuera viable, la nueva RDSI debía crearse a partir de la vieja red de voz. El esquema finalmente elegido fue el de un desarrollo en dos fases; en una primera fase se sustituirían las viejas centrales de relés por nuevas centrales computerizadas, que, aunque serían compatibles con los sistemas antiguos podrían ofrecer **los servicios** requeridos por la nueva red; paralelamente, todos los canales de comunicación (no solo los de larga distancia) se irían reconvirtiendo en canales digitales. Esto permitiría la existencia de un período de transición durante el cual estarían

entremezclados enlaces analógicos y digitales y que concluiría en la RDI (Red Digital Integrada), una red en la que el único enlace analógico sería el que une el teléfono del abonado con la central.

Llegados a este punto, se entraría en la segunda fase, que consistiría en alargar los enlaces digitales hasta los abonados; la RDSI habría nacido.

En los años 90 muchos países han completado la construcción de la RDI; puede ponerse en marcha la RDSI. Esta es la situación actual: en el contexto de la RDI el teléfono del abonado está conectado a un conversor analógico/digital que convierte la señal eléctrica en información binaria que será transmitida a través de un canal de datos; en el otro extremo del canal, un conversor digital/analógico reconstruye la señal original. No olvidemos que en la red telefónica, el canal de voz es la unidad básica de funcionamiento; esto significa que la RDI estará formada por grupos de canales de 64 kbps. En Europa y 56 kbps. en EE.UU., lo que también supone que esta deberá ser la velocidad de los canales RDSI.

6.3. DEFINICIONES.

Las siglas R.D.S.I. son el acrónimo de *Red Digital de Servicios Integrados*, para el caso de España, I.S.D.N: *Integrated Services Digital Network*. para el americano y R.N.I.S: *Reseau Numerique avec Integration de Services* para el francés. Antes de centrarnos en el tema, vamos a definir cada uno de estos términos, para tener así una visión general del concepto y posteriormente aplicarlo al campo que nos ocupa, el campo de las telecomunicaciones:

RED: “*Un conjunto de nodos y enlaces que proveen conexiones entre dos o más puntos definidos para facilitar la telecomunicación entre ellos.*”

Como las redes son grandes y complejas, se trata de reducir el concepto a suma de elementos más simples y la representaremos como una caja negra. La red se puede representar como una caja que contiene los nodos y enlaces capaz de proveer toda la información electrónica que el usuario pueda necesitar, desde una simple llamada telefónica a una sofisticada transmisión de datos, de imagen o de textos. Todo esto es posible dentro de la RDSI.

Los bordes de la caja representan la frontera que separa la RDSI del mundo exterior, sin embargo los usuarios deben poder conectar su equipo terminal, que puede ser un teléfono, un terminal de datos o un sistema de información local. Esto implica definir el más significativo punto de la red la *interfaz Usuario-Red*.

Por supuesto esta definición ha de ser independiente del número de interfaces existentes, desde el principio de la RDSI el mayor esfuerzo se ha enfocado en este interfaz entre la Red y el usuario.

DIGITAL: (Señal digital) “*Señal discretizada y representada en el sistema binario con señal-ausencia de señal.*”

La información que se lleva en las redes puede ser de diferentes tipos, por ejemplo, cuando hablamos por un micrófono en teléfono convencional, las variaciones de presión en el micrófono son convertidas en variaciones de tensión, esta señal es analógica pues varía de una forma continua con el tiempo. Esta señal es la que se enviaba por las redes telefónicas hasta hace muy poco tiempo. Esta señal se puede convertir en una representación de señal-ausencia de señal (Unos y ceros) por medio de un convertidor analógico digital.

Esta representación discreta de la señal la llamamos digital y su ventaja radica en la gran capacidad de los ordenadores y la electrónica de manejar cantidades digitales y trabajar con ellas.

SERVICIOS: “*Algo que se provee al usuario*”

El término servicios es lo que más controversia ha conseguido con el nacimiento de nuevos sistemas de información y telecomunicaciones.

Antes los servicios estaban muy claros como la telefonía, telegrafía facsímil, telex y su entorno estaba regulado por leyes y monopolios en ciertos países, sin embargo en los últimos años cuando se han podido añadir opciones como mensajería, telefonía móvil etc., las distinciones han dejado de tener sentido. Además la liberalización de las telecomunicaciones el pasado 1 de diciembre ha abierto un amplísimo campo para que nuevas compañías ofrezcan nuevos servicios.

Lo mismo ha ocurrido con los llamados servicios de valor añadido, cuando personas emprendedoras han alquilado recursos clásicos y les han añadido nuevas facilidades, por ejemplo la teleconferencia y la mensajería.

Por lo tanto las recomendaciones de la RDSI se han centrado más en los atributos del servicio que en el servicio en si.

A nivel internacional se ha adoptado la siguiente definición del término:

Servicio es aquello que ofrece una administración o (RPOA) [Recognized Private Operating Agency] a sus clientes en orden de satisfacer una específica necesidad de telecomunicación. El CCITT trata de evitar el término telecomunicación dividiendo los servicios en portadores y teleservicios.

Portadores: Es la capacidad de transporte que ofrece la red, esta capacidad es a demanda del usuario dependiendo de la que tenga contratada.

Teleservicios: La provisión de un servicio portador por el operador no esta acompañada por una garantía de compatibilidad de los terminales en comunicación. Es por la cual se garantiza la compatibilidad de terminales, esto significa que los terminales involucrados en una comunicación deben usar los mismos protocolos en todas las capas.

INTEGRADOS: “*Que sus partes forman composición de un todo*”

El término integrado se ha usado para expresar dos atributos de la red digital diferentes, al principio el uso del término significaba la posibilidad de conectar diferentes redes digitales de manera que parecieran una, más recientemente durante las discusiones de las recomendaciones se ha tomado más como la descripción de la red de proveer múltiples servicios como telefonía y datos etc.

6.4. ESTRUCTURA GENERAL DE LA RDSI.

6.4.1. Redes de Acceso y Tránsito

Podemos considerar que la red de acceso y tránsito de la RDSI es la misma que la de la ya existente RDI la cual, está constituida básicamente por centrales de conmutación digital conectadas mediante sistemas de transmisión digital.

Las centrales de conmutación digital. realizan principalmente conexiones por conmutación de circuitos a 64Kbit/s. También contienen los elementos necesarios para soportar el sistema de señalización por canal común. Son, además, elementos inteligentes que pueden dar soporte a facilidades adicionales y servicios de valor añadido, tanto para los usuarios como para la propia explotación de la red.

6.5. ESTRUCTURA GENÉRICA DEL ACCESO DE USUARIO A LA RDSI

Como ya se mencionó anteriormente, en el acceso de usuario pueden distinguirse dos partes principales:

Instalación interior de usuario, formada por los equipos terminales de usuario y por una red interior que conecta dichos terminales a la línea de transmisión digital. Ciertas instalaciones de usuario pueden contener, además, equipos de conmutación local como, por ejemplo, centralitas digitales.

Red local, formada por los sistemas de transmisión digital entre la instalación de usuario y la central local y, en ocasiones, por otros elementos auxiliares de conexión como por ejemplo, multiplexores.

Para facilitar el estudio del acceso de usuario, es preciso introducir una nomenclatura que permita, entre otras cosas, redactar una normativa que designe con precisión y sin ambigüedades cualquier aspecto relacionado con la red.

Así, en el acceso de usuario se definen *Puntos de Referencia y Agrupaciones funcionales* :

Las *agrupaciones funcionales* representan o definen entidades que realizan funciones de manera agrupada. Se pueden corresponder con un equipo físico en su totalidad, o con parte de él.

Los *puntos de referencia* identifican las interfaces entre agrupaciones funcionales distintas, y se pueden corresponder con interfaces reales, o con interfaces virtuales (internas en un equipo).

El conjunto de puntos de referencia junto con las agrupaciones funcionales constituyen una configuración de referencia suficientemente genérica como para describir cualquier realización práctica de acceso de usuario a la RDSI sin perder la necesaria precisión.

6.5.1. Agrupaciones Funcionales.

Si procedemos a describir las entidades funcionales tal y como nos las podemos encontrar partiendo desde el terminal de usuario, avanzando por la red interior de este para alcanzar finalmente la central de conmutación telefónica, nos encontraremos las agrupaciones funcionales descritas en el siguiente esquema:

S
ET1
T U U V
TR2 TR1 TL TC
R S
ET2 AT

Considerando que iniciamos la descripción en el terminal de usuario, nos encontraremos terminales específicamente desarrollados para la RDSI o terminales procedentes y preparados para cualquier otro tipo de red. En función de su origen, podremos establecer dos tipos de terminal distintos: equipo terminal de tipo 1 ó más comúnmente ET1 y equipo terminal de tipo 2 ó ET2.:

Equipo Terminal 1 (ET1)

Es el equipo terminal que está diseñado específicamente para conectarse directamente a la RDSI sin necesidad de ningún equipo adicional. Se conecta a la RDSI en el punto de referencia S. La realización práctica de este punto de referencia puede ser una roseta conectada en un bus, o un conector integrado en un elemento que, por el momento, denominaremos genéricamente terminación de red.

Un ejemplo de ET1 es un fax de Grupo IV, un teléfono RDSI, La tarjeta SPC2, etc..

Equipo Terminal 2 (ET2)

Representa cualquier terminal que no se diseñó originalmente para ser utilizado en la RDSI y que, por tanto, no se puede conectar directamente al interfaz S. Su conexión se efectúa en el punto de referencia R. Los puntos de referencia R designan cualquiera de los interfaces de conexión conocidos, V.28, V.35, X.21, analógico, etc.

Como ejemplo de ET2 podemos considerar un módem, un fax grupo III, etc..

Adaptador de Terminal (AT)

Es el equipo por medio del cual podemos utilizar en la RDSI los terminales definidos en el punto anterior. En otras palabras, posibilita la conexión de equipos del tipo ET2 a la RDSI. Para ello proporciona una interfaz de conexión al terminal mediante el punto de referencia R, y se conectará a la RDSI en un punto de referencia S.

Ejemplos de adaptador serían adaptadores de interfaz analógico (AT-a/b), adaptadores de interfaz V.35, etc.

Supongamos ahora, lo que constituiría el caso más general de instalación interior de abonado, que los terminales descritos con anterioridad están conectados a algún tipo elemento de red privado de abonado tal y como podría ser una centralita, un concentrador, etc. Este tipo de agrupación se define como:

Terminación de Red 2 (TR2)

Es una agrupación funcional que realiza funciones de conmutación, concentración y control en el interior de las instalaciones del cliente.

Una TR2 se conectará a la RDSI en el punto de referencia T y proporciona al usuario el punto S necesario para conectar agrupaciones del tipo ET1 o AT.

Un ejemplo de TR2 puede ser una centralita, una red de área local o un sistema multilínea.

No es imprescindible la existencia de TR2 en las instalaciones interiores de usuario, en cuyo caso los puntos de referencia T y S son coincidentes. A veces encontraremos esta coincidencia descrita explícitamente en la expresión *punto de referencia SIT* aunque, por lo general, también en estas instalaciones se habla del punto de referencia S de manera abreviada.

En todo caso, podrá existir, o no, una TR2 pero siempre se necesitará el elemento "frontera" entre la instalación interior y la red local. Este elemento, presente siempre, es la TR1:

Terminación de Red 1 (TR1)

Es el elemento que permite la interconexión entre la instalación interior del usuario a 4 hilos, y la red exterior, a 2 hilos.

La instalación interior del usuario se conecta al la TR1, en el caso más general, en el punto de referencia T. Sin embargo, el caso más habitual es aquel en que no existe TR2 y por tanto el punto de referencia asociado es el ST. El código de línea de la instalación interior de usuario es único y por tanto independiente del sistema que provea el acceso a la RDSI.

La TR1 se conecta a la red exterior en el denominado punto de referencia U. Este punto de referencia no define una única interfaz ya que existen dos tipos de interfaz caracterizados por dos códigos de línea distintos:

-**4B3T** asociado, en España, a centrales 1240 de ALCATEL

-**2BIQ** propio, en España, de los sistemas 5ESS de LUCENT y AXE de ERICSSON

La TR1, además de permitir la interconexión, proporciona facilidades de mantenimiento y supervisión de los aspectos relacionados con la transmisión. En nuestro país, este elemento lo proporciona exclusivamente Telefónica y se constituye como punto de conexión a red (PCR) a efectos legales.

Terminación de Línea (TL)

En la central local que proporciona el acceso se encuentra la TL, la cual en cuanto a sus funciones, puede considerarse como el equivalente de la TR1.

Terminación de Central (TC)

La TC, que está ubicada en la central local, realiza la conexión de los canales de información con las etapas de conmutación de la central, soporta el procesamiento de la señalización de usuario, controla la activación/desactivación de la línea digital y realiza el mantenimiento correspondiente del acceso de usuario. En ciertos casos, los equipos de TC y de TL están integrados en el mismo equipo físico por lo que el punto de referencia que separa a ambos, el V, se convierte en un punto de referencia virtual.

6.5.2. Puntos de Referencia

Resumiendo la definición de los puntos de referencia que han ido apareciendo en la descripción de las distintas agrupaciones funcionales:

Punto de referencia R:

Representa el punto de conexión de cualquier terminal que soporte un interfaz normalizado (no RDSI) como pueden ser terminales modo paquete X-25, terminales con interfaz V.24 o terminales con interfaz analógica a dos hilos.

Punto de referencia S:

Se corresponde con la conexión física de los terminales de abonado a la RDSI. Es un interfaz a cuatro hilos, dos para transmisión y dos para recepción.

Punto de referencia T:

Representa la separación entre las instalaciones de usuario y equipos de transmisión de línea. Posee las mismas características eléctricas que el interfaz S.

Punto de referencia U:

Representa la línea de transmisión entre las dependencias del cliente y la central telefónica y se corresponde físicamente con el bucle de abonado a dos hilos actualmente existente.

Punto de referencia V:

Representa la separación entre los elementos de transmisión y los de conmutación dentro de la central local de RDSI.

6.6. TOPOLOGÍAS DEL ACCESO BÁSICO

La red interior de usuario, en general, no es sino un cable de dos pares que discurre desde la TR1 según distintas topologías hasta un punto extremo en el que se conectarán, siempre, unas resistencias de terminación. A lo largo de este cable se encuentran una serie de rosetas en número variable. Atendiendo a la configuración del cableado, podemos distinguir entre tres tipos de configuración del acceso básico:

Bus pasivo corto

En esta configuración, se dispone de un cable de hasta 200m, sobre el que se pueden instalar, distribuidas aleatoriamente, un máximo de 10 rosetas en las que se permite tener conectados simultáneamente hasta 8 terminales.

Existen dos modalidades de esta configuración: en la más habitual, la TR1 se ubicará en uno de los extremos del bus que se extenderá en la longitud mencionada hasta finalizar en una roseta que incluirá una resistencia de terminación. La otra posibilidad consiste en ubicar la TR1 en un punto intermedio del bus estableciendo de esta manera dos ramas, ninguna de las cuales podrán superar los 200m. En este caso, la distancia entre los extremos del bus podrá ser de hasta 400m y en ambos extremos habrá una resistencia de terminación.

No se permiten configuraciones con más de dos ramas.

Bus pasivo extendido

En el caso de que 200m no sean suficientes para llegar desde la TR1 hasta el emplazamiento donde se encuentran los terminales, se puede instalar este tipo de bus caracterizado por que con él se alcanzan hasta 500m. Sin embargo, en este caso sólo se permite la conexión simultánea de un máximo de 4 terminales que, además, deberán de encontrarse agrupados en los últimos 50m del bus. Presenta una sola rama con resistencia de terminación en su extremo. En otras palabras, se gana alcance y se pierde flexibilidad: menos terminales y no se pueden conectar en cualquier punto del bus.

Bus largo

Si con el bus extendido no es suficiente, aún disponemos del bus largo, denominado así porque alcanza los 1000 m. Presenta una sola rama con resistencia de terminación en su extremo. En este caso, solo se puede conectar un único terminal.

Por razón de soportar un único terminal, se conoce también esta topología como bus punto a punto. No se debe de confundir sin embargo esta terminología que hace referencia a una configuración de cableado, con la que en los mismos términos se refiere al modo de funcionamiento de la capa de datos del protocolo de canal D.

6.7. CANALES DE ACCESO EN LA RDSI

Para la transferencia de información y señalización se han definido en la RDSI los siguientes tipos de canales digitales (o vías de transferencia de información).

Canal B:

Es un canal a 64 Kbit/s. que transporta la información generada por el terminal de usuario.

Canal D:

Es un canal a 16 ó 64 Kbit/s., dependiendo de la estructura de acceso del abonado, que se utiliza para transportar la señalización en el interfaz usuario-red. También puede utilizarse para transmitir información de usuario a baja velocidad.

Canal n x 64:

Permite la transferencia de información de usuario a velocidades superiores a 64 Kb/s. Los valores válidos para n serán desde 2 hasta 30. La normativa referente a este tipo de canal está elaborándose actualmente.

6.8. TIPOS DE ACCESO COMERCIALIZADAS

Los canales de acceso a la RDSI descritos en el punto anterior, no se proporcionan de forma aislada, sino que se ofrecen agrupados en configuraciones normalizadas. Existen dos configuraciones elementales que se pueden comercializar de forma individual cada una de ellas, el denominado *Acceso Básico* y el *Acceso Primario*. Cada una de estas configuraciones a su vez se pueden agrupar entre si, o incluso de manera cruzada de tal forma que se obtengan funcionalidades que mejoran lo que ofrecería una simple agregación de prestaciones individuales. Nos estamos refiriendo al Grupo de Salto y al Grupo ISPBX que definiremos posteriormente.

6.8.1. Acceso Básico

Está constituido por dos canales B (a 64 Kb/s.) para la transmisión de información, y un canal D (a 16 Kb/s.) para la señalización de usuario. Permite conectar simultáneamente hasta 8 terminales.

En el lado de las instalaciones de usuario, (interfaz S/T), la velocidad de transmisión total es de 192 Kb/s distribuidos de la siguiente manera: 2 canales B, 1 canal D, y la información adicional necesaria para el mantenimiento del sincronismo, el mantenimiento de la estructura de multitramas, (actualmente no se utiliza), y el control de acceso al canal de señalización. Como ya se mencionó, está soportado por una configuración a cuatro hilos (dos para transmisión y dos para recepción).

Desde el punto de vista físico, está compuesto por un par de hilos que enlazan con la central telefónica. Este par de hilos se conecta en un equipo TR1 (instalado por la compañía telefónica). Es a partir de este punto dónde se conectarán los terminales del usuario (teléfonos, placas de ordenador, etc...) aunque existen países que permiten la conexión directa al par de hilos (placas con interface U). Desde el TR1 podemos tener de uno a diez conectores RJ-45, dependiendo de la configuración contratada a la compañía telefónica, utilizándose 4 hilos para la transmisión y recepción de información entre los terminales y el TR1.

En el lado red, (interfaz U), la velocidad en línea es de 160 Kb/s., la transmisión es full-duplex con técnicas de cancelación de eco, y está soportado en el bucle de abonado de cobre actualmente existente.

6.8.2. Acceso Primario

Está constituido por 30 canales B (a 64 Kb/s) y un canal D (a 64 Kbit/s) con una velocidad total de 2 Mb/s.

En el lado de las instalaciones de usuario (interfaz T) se dispone de una trama de 2048 Kbit/s. que a través de una agrupación funcional TR2 (normalmente una centralita digital cuyas extensiones pueden ser líneas de interfaz S) puede estructurarse en otras combinaciones de canales de entre las ya mencionadas.

En el lado red, esto es, para enlazar las instalaciones de usuario con la central RDSI, el acceso está soportado por un sistema de transmisión MIC a 2 Mb/s.

Desde el punto de vista físico, la conexión entre la central telefónica y el TR1 se realiza principalmente mediante fibra óptica o cable coaxial. A partir del TR1 volvemos a tener una conexión de 4 hilos con conectores RJ-45.

6.8.3. Grupo de salto

La funcionalidad de grupo de salto es una facilidad asociada exclusivamente a agrupaciones de accesos básicos mediante la cual, las llamadas dirigidas a un único número denominado número de cabecera o número de salto, se ofrecerán por alguno de los posibles canales B libres disponibles dentro del conjunto de accesos que constituyen el grupo de salto.

Esta funcionalidad de búsqueda de línea solo puede estar asociada a un único número para determinado grupo de salto, pero dicho número no será el único disponible en cada uno de los accesos. Al constituirse en grupo de salto, cada uno de los accesos básicos que lo integran no modifican sus comportamientos individualizados, ni en lo relativo a la caracterización de la interfaz sobre la que se soportan, ni en relación con el repertorio de servicios suplementarios asociados a cada uno de dichos números. En otras palabras, los mismos terminales que se conectaban en un acceso básico seguirán funcionando en dicho acceso y en las mismas condiciones después de que a dicho acceso se le integre en un grupo de salto.

Al constituir un grupo de salto a partir de accesos básicos (individuales) que ya estuvieran en servicio se deberá de tener presente que como número de cabecera de dicho grupo se podrá configurar cualquiera de los números disponibles con anterioridad en cualquiera de los accesos excepto los números principales de cada acceso, Es decir, *un número principal de un acceso, nunca podrá constituirse como número de cabecera o de salto de un grupo de salto,*

Nótese que diferenciamos claramente entre dos conceptos que habitualmente se manejan indistintamente por un error de concepto: una cosa es el número principal del acceso que podemos definir como aquel que por defecto se asocia al establecimiento de una conexión de circuitos en el caso de que el terminal que inicia la llamada no se identifique o lo haga incorrectamente, y cuya principal "utilidad" está asociada a la identificación del acceso a efectos de tarificación, etc. y otra muy distinta es el número de cabecera que debemos entender como aquel para el cual, las llamadas dirigidas al mismo desencadenan un proceso de búsqueda de acceso libre entre los que constituyen la configuración sobre la cual se aplica este concepto. Bajo esta definición, el concepto de número de cabecera pierde sentido en el contexto de un acceso aislado. Esta matización, aparentemente sutil y arbitraria, permite dar coherencia al interfuncionamiento entre el servicio suplementario de grupo de salto y la presentación de identidad de usuario llamante.

Los servicios suplementarios ofertados para los accesos básicos con grupo de salto, serán los mismos que para el acceso básico. Sólo existen algunas restricciones para los servicios suplementarios que se aplican al número de salto.

El grupo de salto solo podrá ofrecerse para accesos básicos dependientes de una misma central RDSI y bajo una misma titularidad. No es necesario que se encuentren en el mismo local.

6.8.4. Grupo ISPBX

El grupo ISPBX de accesos básicos constituye una estructura de acceso a RDSI caracterizada por tratarse de una agrupación de accesos básicos, a la que la red asocia todo el rango de numeración contratado de tal manera que desaparece la relación biunívoco entre número y acceso, estableciéndose en su lugar otra asociación entre el conjunto de accesos considerado globalmente y el rango de numeración. Así, una llamada dirigida a un número de entre los contratados, se ofrece al terminal que el usuario conecta en el grupo ISPBX por cualquiera de los canales B libres de cualquiera de los accesos. Existen distintas modalidades en cuanto a la manera en que podría distribuirse el tráfico entre los distintos accesos, (reparto cíclico, secuencial o aleatorio). La utilización de un grupo ISPBX implica la presencia de una agrupación funcional del tipo TR2.

6.9. SERVICIOS.

Un servicio debe de entenderse como una acción destinada a satisfacer una determinada necesidad.

La RDSI puede ser la infraestructura soporte de los servicios de telecomunicación ya establecidos y de aquellos nuevos que, por su mayor capacidad, pueda ofrecer frente a las redes convencionales. Los servicios de la RDSI se contemplan en dos categorías básicas:

Servicios portadores

Teleservicios

Las anteriores categorías pueden ser completadas o modificadas mediante los Servicios Suplementarios.

6.9.1. Servicios portadores

Estos servicios ofrecen al usuario RDSI, mediante una serie de interfaces normalizados, una capacidad de transporte de información, independientemente de su contenido y aplicación, entre dos equipos terminales.

Atendiendo a como se transmite esta información, podemos clasificar los servicios portadores en dos grupos:

Servicios Portadores en Modo Circuito

Servicios Portadores en Modo Paquete.

9.1.1.- Servicios portadores en modo circuito

Estos servicios se caracterizan porque toda la información de señalización (para el establecimiento, control y liberación de un canal digital entre dos equipos terminales) se efectúa por el canal D de señalización, viajando la información propiamente dicha por el circuito digital establecido por el/los canal/es B.

Se clasifican según su categoría en:

Servicio Portador a 64 Kbit/s estructurado a 8 Khz sin restricciones:

Más comúnmente denominado como Servicio Portador a 64 Kbit/s sin Restricciones, ofrece una capacidad de transferencia de información entre dos usuarios sin alterar la secuencia de bits transmitida. Para ello, requiere de la red conexiones transparentes de extremo a extremo. Su aplicación principal es la transmisión de datos a velocidades de hasta 64 Kbit/s.

Servicio Portador a 64 Kbit/s estructurado a 8 Khz para conversación:

Más comúnmente denominado como Servicio Portador de Conversación, permite soportar comunicaciones vocales codificadas a 64 Kbit/s.

Dado que con este servicio portador la RDSI puede utilizar técnicas de procesamiento apropiadas para señales vocales con objeto de optimizar los recursos de red, no se garantiza la integridad de la secuencia de bits, ni se asegura la continuidad digital en la red.

Servicio Portador a 64 Kbit/s estructurado a 8 Khz para información de audio a 3'1 Khz:

Más comúnmente denominado como Servicio Portador de audio a 3'1 Khz, proporciona la transferencia de señales digitalizadas a partir de señales analógicas de 3'1 Khz de ancho de banda. Aunque este servicio transmite perfectamente señales de voz, está orientado a la transmisión de datos procedentes de modems que trabajan en dicha banda, o de equipos de facsímil del grupo 2/3. En este caso la red podrá incluir dispositivos que no alteren la integridad de los datos transmitidos.

9.1.2.- Servicios portadores en modo paquete

La RDSI puede proporcionar acceso a los servicios portadores en modo paquete en dos modalidades diferentes:

Mediante conexión de acceso a la Red Pública de Datos por Conmutación de Paquetes

En este caso, la RDSI se limita a proporcionar una conexión por conmutación de circuitos entre el usuario y la puerta de acceso a la RPDCP.

Mediante servicio de circuito virtual de la RDSI.

En este escenario, la RDSI dispondría de los elementos necesarios para soportar la conmutación de paquetes.

6.9.2. Teleservicios

Los teleservicios son los servicios de telecomunicación que proporcionan la capacidad completa, incluida las funciones del equipo terminal, para la comunicación entre usuarios conforme a los procedimientos particulares establecidos para ese servicio. Esto significa que la prestación de un teleservicio se recibe a través de un tipo determinado de terminal.

En los teleservicios disponibles en la RDSI se incluyen los ofrecidos por las redes existentes, así como un conjunto de nuevos teleservicios basados en la utilización de las conexiones digitales a 64Kbits/s. que es capaz de ofrecer la RDSI.

Cada teleservicio utilizara para su prestación un servicio portador de los definidos anteriormente.

La RDSI permite el interfuncionamiento entre los teleservicios ofrecidos por la RDSI y los funcionalmente equivalentes ofrecidos por otras redes. Los teleservicios particulares de la RDSI, fundamentalmente los que hacen uso del servicio portador de $n \times 64$ Kbits/s. ($n=1,2,6$ o 30) solamente podrán ser prestados en el caso de comunicaciones en entornos RDSI.

Los teleservicios que ofrece la RDSI principalmente son: Telefonía, Telefonía a 7 Khz., Facsímil grupo 2/3, Facsímil grupo 4, Teletex, Videotex, videotelefonía, etc..

6.9.3. Servicios suplementarios

Los Servicios Suplementarios modifican o complementan a un determinado servicio portador/teleservicio, logrando funcionalidades diferentes. No tienen entidad ni significado si no están asociados a algún servicio portador/teleservicio y no pueden ofrecerse a un usuario como un servicio independiente.

La gama de Servicios Suplementarios en RDSI es muy extensa, pudiendo crecer en el futuro a medida que las centrales RDSI vayan incorporando nuevas facilidades.

Algunos de estos servicios son funcionalmente idénticos a los de las redes ya existentes y están disponibles en centralitas digitales, equipos multilínea, etc. Otros sin embargo son una auténtica novedad y sólo son posibles debido a la señalización de red y de usuario que incorpora la RDSI.

Existen dos modalidades para la provisión de estos servicios que implican profundas diferencias en cuanto al protocolo de señalización: provisión de los servicios suplementarios según el modo estímulo, y provisión de los servicios suplementarios según el modo funcional.

En la actualidad, telefónica ofrece los servicios suplementarios exclusivamente conforme al modo estímulo.

Telefónica proporciona actualmente un determinado paquete de servicios al contratar la RDSI, que pueden ser aumentados conforme vayan aumentando las necesidades de los usuarios y avancen las tecnologías. Actualmente, se ofrecen los siguientes:

-PRESENTACIÓN DE IDENTIDAD DEL USUARIO LLAMANTE:

Permite al usuario, cuando actúa como abonado llamado, recibir la identidad del número llamante en caso de disponerse de ésta en la central local de destino.

La presentación de identidad es completa en el sentido de que se proporciona toda la información que el usuario llamado necesita para iniciar una llamada hacia el usuario llamante. Es decir, si la llamada es interurbana, se presenta el número de abonado precedido del prefijo indicativo provincia, y en llamadas procedentes de internacional, se proporciona el número RDSI completo (número de abonado + código de área + código de país) precedido del código de acceso a internacional. En otras palabras: el usuario no necesita añadir ninguna marcación para iniciar una llamada en sentido opuesto

Este servicio se aplica para todos los teleservicios y servicios portadores proporcionados por la red. Disponible en acceso básico, acceso primario, grupo de salto y grupo ISPBX.

-RESTRICCIÓN IDENTIDAD DEL USUARIO LLAMANTE:

Hace que la red, y por tanto sin que sea precisa ninguna actuación por parte del usuario, restrinja la identidad del mismo cuando este actúa como abonado llamante en *TODAS* sus llamadas salientes.

Este servicio se aplica para todos los teleservicios y servicios portadores proporcionados por la red. Disponible en acceso básico, acceso primario, grupo de salto y grupo ISPBX

-PRESENTACIÓN DE IDENTIDAD DEL USUARIO CONECTADO

Permite al usuario, cuando actúa como abonado llamante, recibir la identidad del número conectado, (el que acepta la llamada), caso de disponerse de ésta en la central local de origen. Con este servicio, el usuario llamante podrá constatar si el destino final de la llamada es distinto del indicado a la red mediante el número llamado como ocurre, por ejemplo, en presencia de desvíos.

El formato de presentación de la información proporcionada por la red, sigue los mismos criterios mencionados en la descripción del CLIP.

Este servicio se aplica para todos los teleservicios y servicios portadores proporcionados por la red excepto al servicio portador modo paquete.

-RESTRICCIÓN IDENTIDAD DEL USUARIO CONECTADO

Hace que la red, y por tanto sin que sea precisa ninguna actuación por parte del usuario, restrinja la identidad del mismo cuando este actúa como abonado llamado en *TODAS* las llamadas entrantes aceptadas.

Este servicio se aplica para todos los teleservicios y servicios portadores proporcionados por la red. Disponible en acceso básico, acceso primario, grupo de salto y grupo ISPBX.

SUBDIRECCIONAMIENTO

Permite al usuario suscrito, cuando actúa como usuario llamado recibir la subdirección llamada.

La información de subdirección permite una capacidad adicional de direccionamiento de las llamadas asociadas a un número RDSI. Mediante esta funcionalidad, se puede discriminar entre los distintos posibles destinatarios de una llamada que comparten un mismo número RDSI.

Esta información de subdirección puede ser de hasta 20 octetos y es transportada de forma transparente por la red.

Este servicio se aplica para todos los teleservicios y servicios portadores proporcionados por la red. Disponible en acceso básico, acceso primario, grupo de salto y grupo ISPBX.

MÚLTIPLES NÚMEROS DE ABONADO:

Permite asignar múltiples números RDSI a una sola interfaz.

Este servicio se aplica para todos los teleservicios y servicios portadores

Proporcionados por la red. Disponible en acceso básico y grupo de salto.

MARCACIÓN DIRECTA DE EXTENSIONES:

Permite a un usuario llamar directamente a otro usuario que depende de una centralita o cualquier otro sistema privado conectado a la RDSI. En otras palabras, permite realizar una selección directa de extensiones en fase de establecimiento de la llamada: es decir, sin postmarcación.

Este servicio se aplica para todos los teleservicios y servicios portadores proporcionados por la red.

Disponible en acceso primario y grupo ISPBX.

INDICACIÓN DE LLAMADA EN ESPERA:

Este servicio permite al abonado servido recibir una indicación, cuando tiene los dos canales B de su acceso básico ocupados, de la existencia de una nueva llamada entrante.

Una vez el usuario se ha percatado de la existencia de una llamada entrante en espera podrá aceptar esta, rechazarla, o ignorarla.

Este servicio se aplicará únicamente al teleservicio de Telefonía.

Disponible en acceso básico y grupo de salto excluido en este caso, el número de salto.

LÍNEA DIRECTA SIN MARCACIÓN:

Este servicio permite a los abonados RDSI suscritos efectuar llamadas sin ningún tipo de marcación hacia un destino previamente determinado por el propio usuario. El destino puede ser modificado a voluntad del usuario y verificado por este en cualquier momento. Así mismo el usuario suscrito puede, si lo desea, desactivar el servicio. Están definidas dos modalidades:

- Línea directa sin marcación con establecimiento inmediato.

En la que la red inicia inmediatamente los procedimientos de establecimiento de la llamada con el destino preprogramado tan pronto como percibe que el terminal ha descolgado.

- Línea directa sin marcación con establecimiento diferido.

En la que la red, una vez que ha recibido una indicación de toma de la línea sin información de direccionamiento, permanece 5 segundos a la espera de la posible marcación de un número de destino distinto del preprogramado. Transcurrido este tiempo sin marcación adicional, se inician los procedimientos de establecimiento de la llamada con el destino preprogramado

Este servicio se aplica para todos los teleservicios y servicios portadores proporcionados por la red. Disponible en acceso básico y grupo de salto excluido en este caso, el número de salto.

INFORMACIÓN DE TARIFICACIÓN:

Este servicio proporciona la posibilidad de recibir información relativa al computo de tarificación de la llamada.

Existen dos modalidades.

- Información de tarificación al final de la llamada.
- Información de tarificación durante y al final de la llamada.

La información proporcionada consiste en una indicación del número de pasos contabilizados en total hasta el momento de generarse dicha información la cual se presenta, según la modalidad contratada, a intervalos regulares en el tiempo (cada 30 segundos exista, o no, variación en la información a entregar) durante la fase activa, y/o al final de la misma.

Este servicio se aplica para todos los teleservicios y servicios portadores proporcionados por la red. Disponible en acceso básico, acceso primario, grupo de salto y grupo ISPBX.

SEÑALIZACIÓN DE USUARIO A USUARIO:

Este servicio permite a los usuarios intercambiar información entre los extremos de una llamada utilizando para ello el canal D de señalización. Este transporte de información es por tanto independiente del que se produzca por el canal habitual, el B

Se comercializa en dos modalidades:

Señalización de usuario a usuario clase I.

Permite el intercambio de información durante las fases de establecimiento y finalización de la llamada. Esta información se transporta, en cada extremo, "aprovechando" los mensajes asociados al control de la llamada que se intercambian entre los terminales y la red.

Señalización de usuario a usuario clase II.

Permite el intercambio de información durante las fase de llamada establecida. Esta información se transporta, en cada extremo, en un mensaje generado específicamente para ello.

Este servicio se aplica para todos los teleservicios y servicios portadores modo circuito proporcionados por la red.

Disponible en acceso básico, acceso primario, grupo de salto y grupo ISPBX.

AGRUPACIÓN DE USUARIOS:

Proporciona a los usuarios un medio de control sobre las posibilidades de acceso disponibles en una determinada instalación de usuario. Un número de usuario puede pertenecer a una o varias AGU's (hasta 100 como máximo), a cada una de las cuales se asignará una Clave de Usuario de AGU (entre 1 y 99), quedando reservada la clave 0 para la agrupación preferente (si existe).

Asociados con este servicio se definen los siguientes atributos:

- Agrupación de Usuario Preferente.

Un usuario que pertenece a más de una agrupación puede calificar a una de ellas como preferente. En esta situación, la red seleccionará dicha agrupación siempre que se reciba una llamada del usuario salvo en los casos en que este incluya una indicación de una AGU determinada

- Acceso de salida

Facilidad que permite a un usuario iniciar llamadas salientes hacia usuarios que no pertenecen a ninguna de las AGU's a las que él pertenece. Esta facilidad se aplica en accesos trabajando en modalidad punto a punto y en todas las AGU's a las que pertenece un determinado número. No es compatible con el atributo de AGU preferente.

- Acceso de entrada

Facilidad que permite a un usuario recibir llamadas procedentes de usuarios que no pertenecen a ninguna de las AGU's a las que él pertenece. Esta facilidad se aplica en todas las AGU's a las que pertenece un determinado número y para todo tipo de acceso.

- Prohibición de llamadas salientes dentro de la AGU.

Facilidad que impide a un usuario miembro de una determinada AGU iniciar llamadas dentro de la misma. Esta facilidad se podrá aplicar, o no, de manera individualizada en cada una de las AGU's a las que pertenece un determinado usuario. En otras palabras, un usuario con este atributo no podrá iniciar llamadas dentro de la AGU y solo podrá iniciarlas fuera de ella si dispone de la facilidad de acceso de salida.

- Prohibición de llamadas entrantes dentro de la AGU.

Facilidad que impide a un usuario miembro de una determinada AGU recibir llamadas dentro de la misma. Esta facilidad se podrá aplicar, o no, de manera individualizada en cada uno de las AGU's a las que pertenece un determinado usuario. Un usuario con este atributo no podrá recibir llamadas dentro de la AGU y solo podrá recibirlas desde fuera de ella si dispone de la facilidad de acceso de entrada.

- **IDENTIFICACIÓN DE LLAMADA MALICIOSA:**

Permite a un usuario solicitar de la red la identificación y registro de una llamada dirigida a él.

En particular, la red guardará registro de :

- Identidad del usuario llamante.
- Identidad del usuario llamado.
- Fecha y hora en que se invocó el registro.

Solo es aplicable al teleservicio de telefonía y en la parte de usuario llamado.

Disponibles en acceso básico, acceso primario, grupo de salto y grupo ISPBX.

- **SALTO:**

Este servicio se aplica a un conjunto de accesos básicos individuales que se constituyen en grupo de salto. Con ello se consigue que todas las llamadas destinadas a un único número RDSI, que denominaremos número de salto, sean ofrecidas por cualquiera de los accesos integrantes del grupo que dispongan de un canal B libre.

Independientemente de esto, cada uno de los de accesos dispondrá de su número principal y podrá contratar numeración MSN adicional, conservando su caracterización de línea de acceso individual a efectos de los servicios disponibles sobre aquellos números a los que no se asocia el salto.

Este servicio se aplicará exclusivamente en accesos básicos y al teleservicio de telefonía. Todos los accesos básicos que conforman el grupo de salto deberán pertenecer a la misma central local.

Por último se describe un servicio que, aún no figurando en la relación de servicios suplementarios, por su importancia y extensión consideramos oportuna su inclusión en este documento.

-IGRUPOISPBX:

Este servicio se aplica a un conjunto de accesos que se constituyen en grupo ISPBX. Con ello se consigue que todas las llamadas destinadas a un número RDSI de entre los pertenecientes a determinado rango, sean ofrecidas por cualquiera de los accesos integrantes del grupo que dispongan de un canal B libre.

6.10. ACCESO A INTERNET POR RDSI

Las prestaciones obtenidas al acceder a internet muchas veces no son las esperadas, las razones son varias y algunas de difícil solución:

La primera es la congestión actual que hay en las líneas, de poco nos sirve el tener una velocidad elevada si nuestro proveedor tiene las líneas saturadas y en el caso de contratar los servicios de un proveedor más descongestionado nos podríamos encontrar con otro cuello de botella: Según la información que nos proporciona el servidor de Ibrnet para salir de España actualmente disponemos de un ancho de banda de 25,384Mbits/s, repartidos en varias líneas que suman un total de 24Mbits/s contra EEUU y una línea de 1,384Mbits/s contra TipNet en Suecia. La mayoría de los proveedores utilizan a Ibrnet como operador para acceder a Internet, aunque existen seis operadores más: BT Telecomunicaciones, Global-One, Goya, IBM, Medusa y RedIris

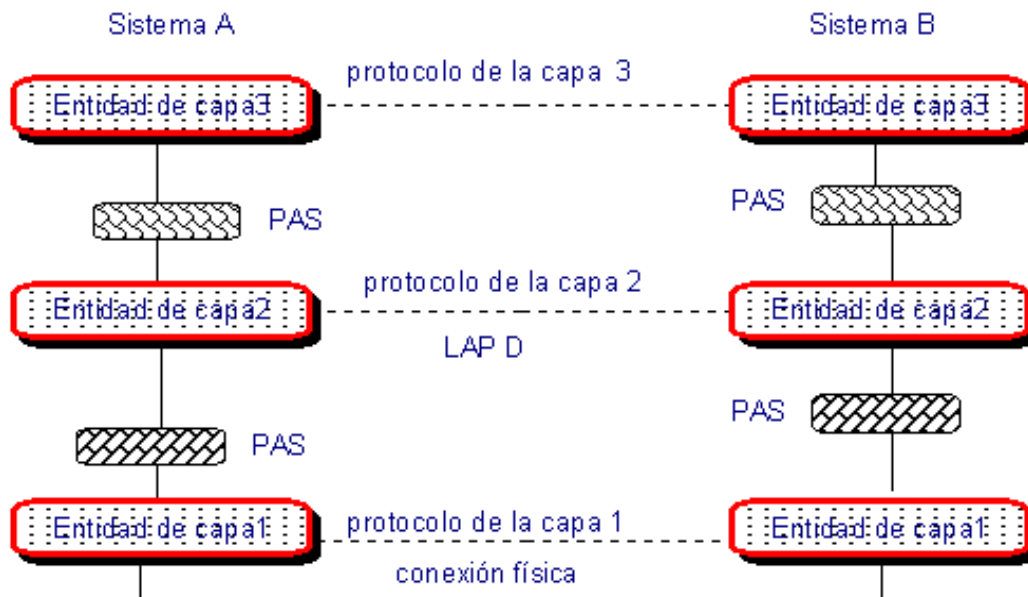
La solución a este dilema pasa por la comprensión de las líneas Frame Relay. Por ejemplo supongamos que CTV, Arrakys, BitMailer y RedesTB ofrecen todos una conexión a 2Mbits/s, realmente los cuatro compartirían la misma línea Frame Relay de 2Mbits/s, cada uno de ellos sólo podría aprovechar el máximo de la línea si los otros tres no operasen. ¿Y qué ocurre cuando las líneas están saturadas? Pues que el proveedor tiene contratado un ancho de banda mínimo, denominado CIR y que en este caso se corresponde con 1/4 del ancho de banda máximo, que es aquel en el que opera normalmente cuando hay mucho tráfico en la red. Por lo tanto, en **condiciones de uso intensivo**, los cuatro operarían realmente a 512Kbits/s. En Marzo de 1997 Telefónica promovió una reforma en la contratación de las líneas, a partir de entonces sólo se puede contratar un ancho de banda equivalente a 1.5 veces el del CIR.

Todos los conceptos anteriormente expuestos afectan tanto a las comunicaciones RTB como a las RDSI, por tanto un usuario de RDSI aunque no podrá sacar todo el rendimiento que debiera a su sistema siempre obtendrá mejores prestaciones que su homólogo de RTB.

Otro aspecto a tener muy en cuenta es la congestión que puede tener el servidor de internet al cual accedemos, esto afecta tanto a los usuarios de RDSI como RTB, la baza que puede jugar, y debería, el usuario de RDSI es la posibilidad de abrir varias sesiones simultáneas (WWW, FTP, News, ...) y de esta forma aprovechar todo su ancho de banda sin que se degraden los ratios de transferencia de cada una de las sesiones abiertas. Esta es una de las razones por las que las líneas RDSI son una solución muy indicada para dar salida a internet a una red de área local.

6.11. RDSI EN LA ESTRUCTURA OSI

La señalización entre el usuario y la RDSI está estructurada en tres niveles según el modelo OSI. La transferencia es a través del canal D. En el caso de los canales B, sólo es necesario observar unas mínimas reglas de nivel físico (I-430); todos los demás niveles son responsabilidad del usuario:



La capa 1 define los parámetros eléctricos de la señal en el interfaz (tensión, impedancias,...), la estructura de la trama y su temporización, la activación y desactivación de los terminales y el control del acceso de los terminales conectados en paralelo al bus del interfaz S.

La capa 2 (LAP D), define los procedimientos de transferencia de las tramas, la provisión de una o más conexiones de enlace de datos sobre un mismo canal D, la detección y el control de errores de la transmisión y el control de flujo de la transferencia de tramas.

La capa 3 establece los procedimientos de encaminamiento y retransmisión, establece las conexiones con la red, realiza la transferencia de información del usuario y realiza también control de flujo. Por medio de los procedimientos de capa 3 se pueden realizar conexiones por conmutación de circuitos, de paquetes, transferir información de señalización usuario-usuario transparentemente a través de la red y solicitar de ésta facilidades o servicios suplementarios.

- NIVEL 1 RDSI

La capa 1 define los parámetros eléctricos de la señal en el interfaz (tensión, impedancias,...), la estructura de la trama y su temporización, la activación y desactivación de los terminales y el control del acceso de los terminales conectados en paralelo al bus del interfaz S.

Este nivel está definido en la recomendación I430 del CCITT, donde se definen las características del interfaz usuario red en el punto de referencia s/t de acuerdo con la estructura básica de 2B+D donde la velocidad del canal d para este tipo de acceso es de 16Kbits/seg.

La función básica de este interfaz es proveer una capacidad de transmisión bidireccional de 2 canales B a 64 Kbits/seg. y un canal D a 16 Kbits/seg. junto con las necesarias tramas de alineación y los bits auxiliares. En total s tiene una trama de 192 Kbits/seg. de acuerdo con la trama especificada en la I-430.

- Modos de operación

Se definen dos modos de operación: Punto a punto y multipunto

Configuración punto a punto

En la configuración punto a punto se unen entre sí un solo receptor con una única fuente. La distancia máxima es de un kilómetro aunque depende del tipo de cable usado.

Configuración punto-multipunto

La configuración punto-multipunto (bus pasivo) permite a una fuente ser conectada a varios receptores que se pueden conectar a través del cable de forma aleatoria siendo como máximo 8 receptores.

Se define como bus pasivo largo o extendido cuando todos los terminales se agrupan al final del bus, en el caso de la configuración punto multipunto la polaridad del bus se debe mantener para poder realizar correctamente la contención de acceso al bus pasivo del canal D.

Características funcionales

Esta sección de la recomendación I-430 señala las funciones que provee el interfaz, como funciones de sincronismo de trama, control de acceso del canal D, alimentación de los terminales y los procedimientos de activación y desactivación, junto con otras características como la estructura de la trama y la codificación de línea.

La señal digital está estructurada en tramas de nivel 1 de 48 bits numerados del 1 al 48 en ambas direcciones, los dos primeros bits están dedicados a la alineación de trama, 4 octetos están dedicados a los canales B y 4 bits al canal D.

Las tramas enviadas por el TR hacia el terminal contienen 4 bits llamados bits de eco o bits E en las posiciones 11, 24, 35, y 46 que llevan el eco del canal D para facilitar el control del acceso al canal D, un bit en la posición 13 llamado A o de activación usado en los procedimientos de activación/desactivación, dos bits S en las posiciones 26 y 37 y un bit L (last) para el equilibrado en DC de toda la trama.

Trama de ET a TR.

Bits 1 y 2 Señal de alineación de la trama con bit de equilibrado.

3-11 Canal B1 con bit de equilibrado.

12 y 13 bit de canal D con bit de equilibrado.

14 y 15 bit Fa auxiliar o bit Q con bit de equilibrio.

16-24 Canal B2 con bit de equilibrio

25 y 26 bit de canal D y bit de equilibrio

27-35 canal B1 con bit de equilibrio

36 y 37 bit de canal D y bit de equilibrio.

38-46 canal B2 con bit de equilibrio

47 y 48 bit canal D con bit de equilibrio.

Trama de TR a ET

Bits 1 y 2 señal de alineación de la trama con bit de equilibrio.

3-10 canal B primer octeto

11 E bit (eco del canal D)

12 bit del canal D

13 bit de activación

14 bit Fa

15 bit N

16-23 canal B2 primer octeto

24 E bit cd canal D eco

25 bit canal D

26 bit de alineación multitrama.

27-34 Canal B1 segundo octeto

36 bit canal D

37 S bit

38-45 canal B2 segundo octeto

47 bit canal D

48 Bit de equilibrado de trama

Procedimientos del interfaz

La descripción de los procedimientos de acceso del canal D se definen así mismo en la recomendación I-430, estos procedimientos permiten a varios terminales el acceso al canal D de una forma ordenada, sin interferencia entre ellos de manera que si dos terminales tratan de acceder al canal simultáneamente uno de ellos lo conseguirá sin ser interferido por el otro , y este último esperará hasta que el canal esté libre para poder transmitir su información.

La activación desactivación del interfaz se produce por el intercambio de señales digitales llamadas “ info”, siendo éstas la siguientes:

INFO 0: ausencia a de actividad en la línea. Esto significa una petición de desactivación desde la TR hasta la TE o desde la TE a la TR

INFO 1: Una señal específica no sincronizada con la red que se transite desde la TE a la TR pidiendo la activación del interfaz.

INFO 2 : consiste en una trama de nivel 1 con gran densidad de ceros para permitir la sincronización del terminal con la red, se transmite de la TR a la TE como petición de activación o como respuesta a la petición de activación por parte del TE.

INFO 3: Trama de nivel 1 del TE hacia el TR sincronizada con la red que permite la transmisión de todos los canales.

INFO 4: Trama de nivel 1 de la TR hacia la TE con capacidad de transporte en todos los canales.

1.3.1-. Señales de TR a TE

INFO 0: Ausencia de señal.

INFO 1: Trama con todos los bits de los canales B, D y d eco a 0 . El bit A a 0.

INFO 4: Tramas con datos por los canales B,D y D eco. El bit A a 1.

1.3.2-. Señales del TR a TE.

INFO 0: Ausencia de señal.

INFO 1:señal continua con el esquema 0 positivo, 0 negativo y seis unos.

INFO 3: Tramas sincronizadas por los canales B y D.

1.4.-. Alimentación

La recomendación I-430 define las normas para la alimentación de los terminales, éstas son las siguientes:

Alimentación por el par fantasma c-d y e-f usados para la transmisión digital, a esta forma de alimentación se le llama fuente 1

Alimentación por los contactos a-b y g-h . A esta forma de alimentación se le llama fuente 2.

NIVEL 2 RDSI

Nivel de enlace.

Este nivel está definido en la recomendación del CCITT I-440 en forma general y en la I-441 en modo detallado, estas recomendaciones describen el nivel de enlace en el canal D llamado LAP-D.

LAP-D está basado en un HDLC balanceado como el LAPB X-25.

LAP-D provee intercambio de información en modo punto a punto y también en modo multipunto.

Puede manejar múltiples instalaciones en la interfaz del usuario y además múltiples enlaces con el nivel 3. Como la señalización y la conmutación de paquetes, el LAP-D tiene capacidad de soportar múltiples enlaces de datos en un sólo canal D. Puede identificar el enlace específico al que se refiere la trama recibida, el nivel 2 tiene el campo de dirección ampliado(DLCI data Link Connection Identifier) con dos subcampos llamados IPAS (identificador de acceso al servicio e IET(identificador equipo terminal)

Estructura de la trama

La transmisión de información sobre el canal D de una RDSI se lleva a cabo mediante tramas, esto quiere decir que cuando la capa de red desea enviar datos, se los pasa a la capa de enlace de datos a través del llamado punto de acceso al servicio (PAS), de la capa de enlace de datos), ésta los trocea y añade su cabecera y final constituyendo así una trama que será enviada, a través de la capa física, a la capa de enlace de datos remota que al recibirla extraerá la información que ha de pasar a la entidad de capa de red.

La estructura de la trama tendrá la siguiente constitución:

FORMATO A									
Bits	8	7	6	5	4	3	2	1	Nº de byte
INDICADOR	0	1	1	1	1	1	1	0	byte 1
DIRECCIÓN	IPAS						C/R	ED=0	byte 2
DIRECCIÓN	IET							ED=1	byte 3
CONTROL									byte 4 (nota)
SVT									byte N-2
SVT									byte N-1
INDICADOR	0	1	1	1	1	1	1	0	byte N

FORMATO B									
Bits	8	7	6	5	4	3	2	1	Nº de byte
INDICADOR	0	1	1	1	1	1	1	0	byte 1
DIRECCIÓN	IPAS						C/R	ED=0	byte 2
DIRECCIÓN	IET							ED=1	byte 3
CONTROL									byte 4 (nota)
INFORMACIÓN									nº variable
SVT									byte N-2
SVT									byte N-1
INDICADOR	0	1	1	1	1	1	1	0	byte N

nota: El campo de control tendrá dos bytes para tramas de información y para tramas de supervisión pero tendrá un solo byte para tramas no numeradas.

La estructura de la trama está, pues, constituida por campos formados por una serie de bytes, a saber:

Campo indicador: Constituido por el byte 01111110 que indica el comienzo de trama. Para evitar que cualquier secuencia de bits comprendida entre los indicadores de valor 01111110 sea confundida como indicador, la capa de enlace de datos examinará la trama a transmitir entre campos indicadores y añadirá un bit "0" después de cada cinco bits "1" consecutivos, realizándose la operación inversa en recepción.

Campo de dirección: Este campo está formado por dos octetos. Un acceso básico de RDSI está constituido por 8 equipos terminales (ET) como máximo y un terminal de red (TR) con el que se comunican a través de 4 hilos (2 de transmisión y 2 de recepción).Luego, para que el TR pueda distinguir el ET origen de una trama recibida e identificar al ET destino de una trama transmitida, dichos ETs deben poseer un número llamado identificador de equipo terminal (IET). Además, como el objetivo es permitir la transferencia de datos de la capa de red que puede acceder a la capa de enlace de datos por distintos PAS, se precisará un identificador de punto de acceso al servicio (IPAS).

Por otro lado, cada trama enviada será o un comando o una respuesta. Así que se empleará un bit C/R que indicará que la trama es un comando o una respuesta de la siguiente manera:

Si la trama es transmitida desde un ET hacia el TR: C/R=0 indica trama comando.

C/R=1 indica trama respuesta.

Si la trama es transmitida desde el TR hacia el ET:

C/R=0 indica trama respuesta.

C/R=1 indica trama comando.

En el protocolo LAP B de la capa de enlace de datos X.25 se emplea un solo byte para el campo de dirección, para soportar esto con LAP D se ha puesto un delimitador en este campo de dirección, codificado con el bit ED que con el valor "0" indica que el campo de direcciones aún no ha terminado, así que el siguiente byte forma parte del campo de direcciones y terminará con ED="1" por lo que la capa de enlace de datos dará por finalizado el campo de direcciones cuando encuentre ED="1".

Luego, los 6 bits más significativos del primer byte del campo de direcciones constituye el IPAS, el bit 2 es el C/R y el bit 1 es ED que, excepto para X.25, tendrá valor "0". Los 7 bits más significativos del segundo byte constituyen el IET y el bit 1 será el ED que en este caso tendrá siempre el valor "1".

Campo control: Formado por un byte o por dos bytes según se trate de una operación sin acuse de recibo o con acuse de recibo respectivamente. El campo de control estará constituido ,pues, por uno o dos bytes según sea el tipo de trama transmitida.

Estos tipos pueden ser:

Tramas I: Son tramas comando de información numeradas módulo 128, o sea, van de la 0 a la 127 luego de nuevo la 0 y así sucesivamente. Estas tramas contienen datos de la capa de red en el campo de información y exigen un acuse de recibo de la capa de enlace de datos.

Tramas S: Son tramas de supervisión y se emplean para indicar al terminal remoto el número de trama I recibida y alguna acción. Pueden ser tramas comando o respuesta.

Tramas U: Son tramas de información no numerada y funciones de control. Con ellas se puede transferir información contenida en el campo de información sin acuse de recibo o bien desempeñarán funciones de control en cuyo caso, no contienen campo de información. Están codificadas con un solo byte.

Campo información: Su número de bytes es variable siendo su número máximo N201 (el valor del parámetro N201 es 260 bytes). En este campo se introduce la información que es transmitida entre entidades de capa de la capa de red pares.

Campo SVT: La secuencia de verificación de trama es un número de 16 bits obtenido mediante una expresión matemática que toma los valores del resto de los campos que conforman la trama sin incluir los indicadores. En recepción se recalculará y se comprobará con el recibido en este campo para, así, reducir la probabilidad de tomar como válida una trama el la que algún o algunos bits de la trama recibida hayan cambiado su valor.

Gestión de los IET

Un ET para poder transmitir o recibir tramas I o tramas S deberá estar unívocamente identificado en el conjunto de los ETs que conforman el bus pasivo de un acceso básico (2B+D).

A un ET se le puede asignar un identificador de equipo terminal (IET) bien de forma no automática, o sea, un valor fijo en la configuración del equipo (se debe tener cuidado de que sea el único con ese IET) o bien de forma automática, en cuyo caso será el TR quien asigne el valor del IET.

Los valores de IET del 1 al 63 son los posibles mediante asignación no automática, mientras que los valores del 64 al 126 son los de asignación automática. El IET de valor 127 identifica a todos los ETs.

La obtención y anulación de un IET se lleva a cabo por la entidad de gestión de capa de la capa de enlace de datos, mediante la trama UI no numerada y que tiene la siguiente codificación:

----- Trama UI comando -----								
BITS	8	7	6	5	4	3	2	1
CONTROL	0	0	0	P	0	0	1	1

Cuando se precisa una conexión de enlace de datos, es necesaria una asignación de un IET; el procedimiento es el siguiente:

La entidad de la capa de enlace de datos enviará hacia el TR la siguiente secuencia de bytes:

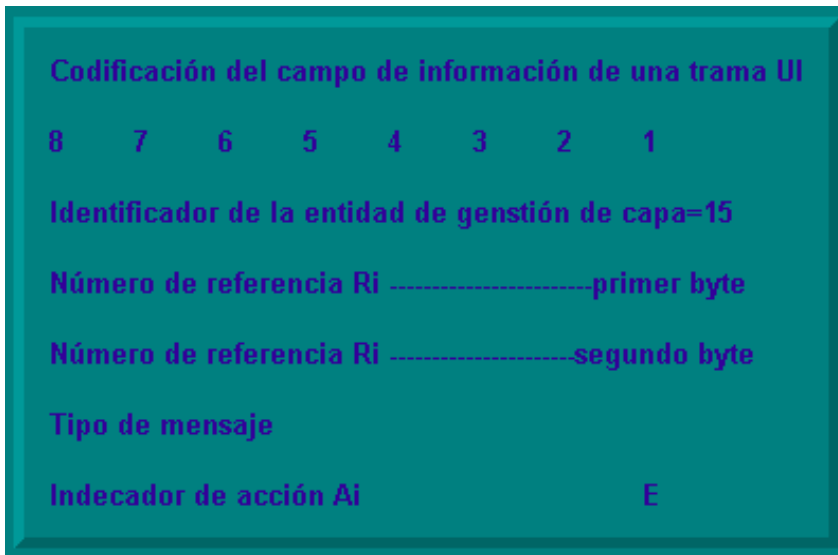
1°.- Indicador de comienzo de trama.

2°.- IPAS=63 que identifica la entidad de gestión de capa de la capa de enlace de datos, C/R="0".IET=127 ya que aún no tiene uno propio.

3°.- Campo de control con el comando UI con el bit P="0".

4°.- Campo de información con 5 bytes que serán entregados a la entidad de gestión de capa de la capa de enlace de datos del TR.

Cada vez que se transmite una trama UI con un IPAS=63, la codificación de los 5 bytes del campo de información es la siguiente:



El número de referencia se obtiene aleatoriamente en el ET y éste se empleará luego para identificarse al recibir una trama UI con un IPAS=63 y un IET=127.

El tipo de mensaje será uno de los siguientes:

- .-Identidad asignada.
- .-Solicitud de identidad.
- .-Identidad denegada.
- .-Solicitud de comprobación de identidad.
- .-Respuesta de comprobación de identidad.
- .-Verificación de identidad.
- .-Supresión de identidad.

El indicador de acción que contiene el IET.

Según lo expuesto, la entidad de capa de enlace de datos generará un número de referencia aleatoriamente, lo transmitirá, seguidamente enviará el tipo de mensaje "solicitud de mensaje" y el valor 127 en el indicador de acción.

5.- Dos bytes formando el SVT.

6.- Indicador de final de trama.

En la entidad de gestión de capa de la capa de enlace de datos del TR, se encuentra el punto fuente de asignación (PFA), al recibir un tipo de mensaje de solicitud de identidad, llevará a cabo alguna de las siguientes acciones:

a) Seleccionará algún valor (del 64 al 126) válido de IET y se lo transmitirá al ET correspondiente mediante una trama UI con el siguiente campo de información: El número de referencia Ri enviado por el ET solicitante de asignación de identificador, de esta manera, sólo dicha entidad de capa de la capa de enlace de datos recibirá la trama.

El tipo de mensaje será el de identidad asignada.

El indicador de acción contendrá el valor IET asignado.

b) Si en el campo de indicador de acción aparece algún valor de 64 a 126 a. i., en la trama UI a transmitir, el tipo de mensaje será solicitud denegada y si el valor del indicador de acción corresponde al de asignación no automática, ignorará la solicitud de identidad.

c) Si mientras está gestionando el mensaje de solicitud de identidad, recibe otro igual con idéntico número de referencia y aún no se ha enviado respuesta, no se llevará a cabo ninguna asignación de IET obligando, de este modo, a la retransmisión por parte de los ETs de la trama UI de solicitud de identidad con nuevos números de referencia (Ri).

El TR puede llevar a cabo una comprobación de un IET mediante la transmisión de una trama UI con dicho IET, IPAS=63 y con un tipo de mensaje "solicitud de comprobación de identidad" añadiendo en el indicador de acción el IET.

EL ET aludido responderá con otra trama UI donde el tipo de mensaje será "respuesta de comprobación de identidad", incluirá el valor del IET y un número de referencia con el fin de que pueda ocurrir que varios ETs respondan simultáneamente provocando la colisión en la capa física, se resuelva dicha colisión con la retransmisión (por parte del ET retirado durante la resolución de la colisión) de la "respuesta de comprobación de identidad".

Si se reciben varias "respuesta de comprobación de identidad", el PFA debe asumir la asignación múltiple.

Si no se recibe ningún mensaje del tipo "respuesta de comprobación de identidad", el valor IET se considerará libre.

Si sólo se recibe un mensaje del tipo "respuesta de comprobación de identidad", el valor IET se considerará simplemente asignado.

Todo este procedimiento de comprobación de un IET puede ser arrancado por un ET mediante la transmisión de una trama UI hacia la entidad de gestión de capa de la capa de enlace de datos del TR con un tipo de mensaje "verificación de identidad".

Para la supresión de un IET, el TR transmitirá dos veces un tipo de mensaje "supresión de identidad" con indicador de acción igual al IET que será reconocido por los ETs con dicho IET quedando, pues, sin identidad asignada.

Codificación de tramas

Codificación de tramas I: Dentro del campo de control de una trama, la trama I se estructura de la siguiente manera:

BITS	8	7	6	5	4	3	2	1	bytes de control
CONTROL	N(T)							0	primer byte
CONTROL	N(R)							P	segundo byte

Los bits del 8 al 2 del primer byte forman el número de trama I transmitida N(T) ($0 \leq N(T) \leq 127$). El bit 1 estará a "0". Los bits 8 al 2 del segundo byte forman el número de trama que se espera recibir N(R) ($0 \leq N(R) \leq 127$), o sea, indica que ya se ha recibido la trama N(R)-1. El bit 1 es P que indica con un valor "1" una petición de estado de la entidad de enlace de datos remota que exigirá que dicha entidad de enlace de datos remota envíe una trama respuesta con el bit F puesto a "1".

Codificación de tramas S: Dentro del campo de control de una trama, la trama S se estructura de la siguiente manera:

BITS	8	7	6	5	4	3	2	1	bytes de control
CONTROL	X	X	X	X	S	S	0	1	primer byte
CONTROL	N(R)							P/F	segundo byte

Las tramas S de supervisión tienen codificadas en el primer byte del campo de control, la función que realizan y en el segundo byte los bits 8 y 2 el valor N(R) que sirve a la entidad de la capa de enlace de datos como acuse de recibo de las tramas hasta la N(R)-1. El bit 1 es un bit P/F, luego las tramas S pueden ser tanto tramas comando, en cuyo caso el bit P/F será un bit P, como tramas respuesta, en cuyo caso el bit P/F será un bit F. Llegados a este punto, cabría preguntarse cómo distingue la entidad de la capa de enlace de datos una trama I de una trama comando S, si ambas emplean dos bytes. Bien,

cualquier trama cuyo primer byte del campo de control tenga el bit menos significativo a "0" será una trama I, si lo tiene. pues, a "1" será una trama S o U.

Codificación de tramas U: Dentro del campo de control de una trama, la trama U se estructura de la siguiente manera:



Las tramas U están codificadas en un solo byte. El bit 5 es un bit P/F por lo que, en este aspecto, funcionará igual que la trama S.

Para poder distinguir una trama comando no numerada (trama U) de las otras dos (tramas I y tramas S) los dos bits menos significativos de campo de control estarán puestos a "1".

Modo multitrama.

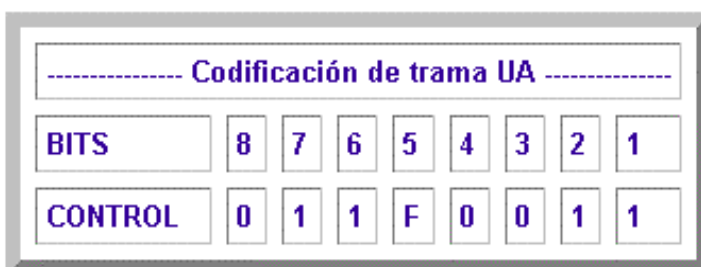
Cuando la entidad de la capa de enlace de datos se encuentra con un IET asignado, puede llevar a cabo un establecimiento del modo multitrama, en el cual se pueden transmitir tramas I y tramas S, también se pueden transmitir tramas U.

Para llevar a cabo el establecimiento del modo multitrama, una entidad de capa de enlace de datos transmitirá una trama U del tipo SABME codificado en el campo de control. La codificación del comando SABME es la siguiente:



SABME es un comando que se transmite con el bit P puesto a "1" indicando la solicitud de establecimiento de una conexión entre entidades de capa de enlace de datos pares.

La entidad de capa de enlace de datos que el comando SABME, si desea establecer el modo multitrama, transmitirá una trama respuesta no numerada UA con el bit F puesto a "1". La codificación de una trama UA es la siguiente:



Seguidamente en ambas entidades de capa de la capa de enlace de datos se inicia una serie de variables:

$V(T)$: Variable de estado en transmisión e indica el valor de la próxima trama I que será transmitida. Este valor no podrá exceder en un número determinado al número de tramas I de las que se ha recibido acuse de recibo. $V(T)$ se incrementará en una unidad después de cada trama I transmitida.

$V(R)$: Variable de estado en recepción e indica el número de la próxima trama I a recibir. Se incrementa después de cada trama I recibida.

$V(A)$: Variable de estado del acuse de recibo e indica el número de tramas I transmitidas por la propia entidad de capa de la capa de enlace de datos, de las cuales ya

se ha recibido acuse de recibo. Representa exactamente que de las tramas I transmitidas, la entidad par ya ha recibido las $V(A) - 1$. Esta variable se actualiza con el $N(R)$ de la trama I recibida siempre que $V(A) \leq N(R) < V(T)$.

Una vez realizado esto, la entidad de capa de enlace de datos informará del establecimiento del modo multitrama a la capa de red.

Si, por el contrario, la entidad de capa de la capa de enlace de datos que recibe el comando SABME no desea establecer el modo multitrama, responderá con una trama respuesta no numerada DM con el bit F puesto a "1". La codificación de la trama DM es:

----- Codificación de trama DM -----								
BITS	8	7	6	5	4	3	2	1
CONTROL	0	0	0	F	1	1	1	1

Para liberar el procedimiento multitrama, la entidad de capa de la capa de enlace de datos transmitirá una trama comando no numerada DISC con el bit P puesto a "1". La codificación de la trama DISC es:

----- Codificación de trama DISC -----								
BITS	8	7	6	5	4	3	2	1
CONTROL	0	1	0	P	0	0	1	1

La entidad par responderá con una trama respuesta no numerada UA o DM con el bit F puesto a "1", liberándose, de esta manera, el modo multitrama.

Tramas de supervisión

Se trata de tramas de control que se envían entre entidades de capa de la capa de enlace de datos pares para supervisar el enlace.

TRAMAS RR:

Esta es una trama de supervisión que puede ser tanto una trama comando como una trama respuesta.

La codificación en el campo de control es la siguiente:

----- Codificación de trama RR -----								
BITS	8	7	6	5	4	3	2	1
CONTROL	0	0	0	0	0	0	0	1
CONTROL	N(R)						P/F	

Si se trata de una trama comando con el bit P puesto a "1", está indicando que la entidad de capa de la capa de enlace de datos que la transmite, se encuentra disponible para recibir una trama I enviando, además, el acuse de recibo $N(R)$ que indica que ya se han recibido las $N(R) - 1$ tramas anteriores. El bit P puesto a "1" significa que solicita una respuesta del estado de la entidad de capa de la capa de enlace de datos remota, que responderá con la trama de supervisión correspondiente con el bit F puesto a "1".

TRAMAS RNR:

Es una trama de supervisión que puede ser tanto comando como respuesta e indica que la entidad de capa de la capa de enlace de datos que la transmite, no puede recibir más tramas I pero sí puede recibir tramas de supervisión. La codificación de esta trama es:

----- Codificación de trama RNR -----								
BITS	8	7	6	5	4	3	2	1
CONTROL	0	0	0	0	0	1	0	1
CONTROL	N(R)						P/F	

Si se envía como trama comando con el bit P puesto a "1", indica que la entidad de capa de la capa de enlace de datos receptora debe transmitir una trama respuesta de supervisión con el bit F puesto a "1" mostrando el estado en el que se encuentra.

TRAMAS REJ:

Es una trama de supervisión que puede ser tanto comando como respuesta e indica que la entidad de capa de la capa de enlace de datos que la transmite, solicita la retransmisión de las tramas I a partir de la N(R) enviada dando acuse de recibo de las N(R) -1 tramas I anteriores. La codificación de esta trama de supervisión es:

----- Codificación de trama REJ -----								
BITS	8	7	6	5	4	3	2	1
CONTROL	0	0	0	0	1	0	0	1
CONTROL	N(R)						P/F	

Si transmite con el bit P puesto a "1", la entidad par debe transmitir una trama respuesta de supervisión indicando su estado con el bit F puesto a "1".

Transferencia de información si acuse de recibo

Se trata de la transferencia de tramas U en las que el bit P/F siempre está puesto a "0". En el campo de información irán los datos que la entidad de la capa de red haya querido transmitir sin acuse de recibo, así que la entidad de la capa de enlace de datos remota que reciba la trama UI simplemente transferirá el campo de información a la entidad de la capa de red correspondiente sin llevar a cabo ninguna otra acción.

Para que una entidad de la capa de enlace de datos acepte una trama UI, el IPAS y el IET del campo de dirección deben ser válidos, de lo contrario desechará la trama UI sin llevar a cabo acción alguna.

NIVEL 3 DE LA RDSI.

El nivel 3 está definido en las recomendaciones I-450 de una forma general Y en la I-451 de una forma detallada.

Las características más importantes del nivel tres se pueden resumir como sigue:

Manejar varias conexiones distintas a través del mismo interfaz Red-Usuario.

Protocolo simétrico para llamada entrante como saliente.

La estructura de mensajes consiste en elementos comunes a todos los mensajes y elementos de información opcionales y obligatorios para cada tipo.

La capa de nivel de red del canal de control D de la RDSI ofrece los medios necesarios para el establecimiento de conexiones entre usuarios mediante la conmutación de circuitos o conmutación de paquetes.

Algunas de las funciones realizadas por la capa de nivel de red son:

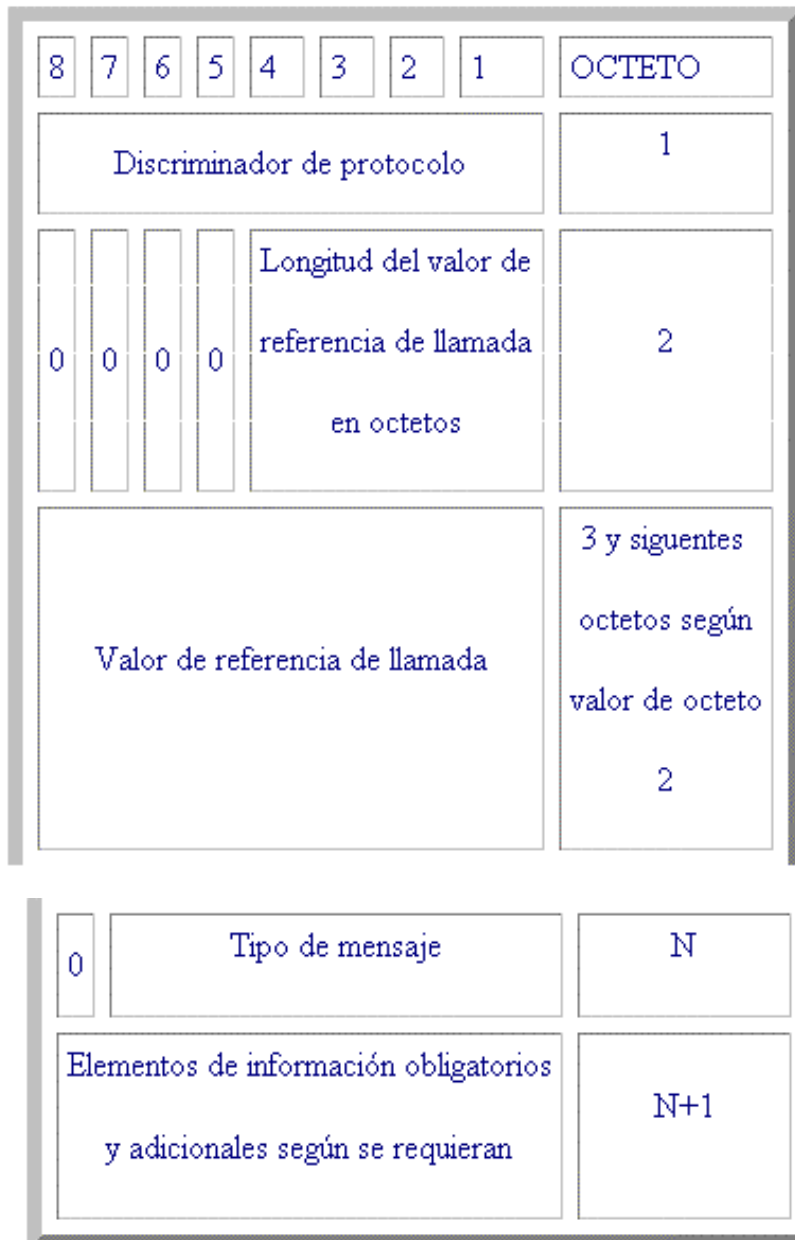
- a) Procesamiento de primitivas para poder mantener comunicación con la entidad de la capa de enlace de datos sobre la que lleva a cabo su protocolo.
- b) Procesa los mensajes propios de su capa de red, o sea, implementa el protocolo de red.
- c) La consecuencia del apartado b es, entre otras, la administración del acceso a los canales B y a los canales lógicos para el soporte de comunicaciones en modo paquete X.25, entiéndase esto como el posible empleo por parte de un equipo terminal de un canal B multiplexado en el tiempo para permitir recibir paquetes por conmutación mediante circuito virtual desde o hacia distintos usuarios, pues el control temporal de este multiplexaje es capaz de llevarlo a cabo el nivel de red del canal D de la RDSI. Bien, la implementación de este protocolo de nivel de red del canal de control D se hace mediante el envío y recepción de mensajes que se irán describiendo a medida que vayan apareciendo en la exposición.

Los mensajes son de relevancia RDSI, esto es, serán transmitidos desde el usuario hacia la red (desde el equipo terminal a través del punto de referencia S hacia el TR) o bien desde la red hacia el usuario (desde el TR a través del punto de referencia S hacia el equipo terminal)

Por otro lado conviene recordar que todos los mensajes del nivel de red precisan previamente el establecimiento de un enlace de datos sobre el que viajarán los mensajes de la capa de red, dicho enlace de datos sigue el protocolo Lap D descrito en ESTRUCTURA DE LA TRAMA, así que todos los mensajes de la capa de red son transportados en el campo de información de tramas I o tramas UI de la capa de enlace de datos. Por tanto si previamente a la transmisión o recepción de mensajes del nivel de red no existía un enlace de datos establecido, éste deberá establecerse.

3.1.-. Formato de los mensajes

Los mensajes de la capa de nivel de red siguen un formato determinado y éste es el siguiente:



Un mensaje de información determinado puede contener más información (elementos de información) que la que necesita o puede contener un equipo particular, por lo que todo equipo debe ser capaz de ignorar presente en un mensaje que no se requiera para el funcionamiento adecuado del mismo. Por ejemplo, un equipo terminal puede ignorar el elemento de información "número llamante" si no resulta necesario cuando se recibe un mensaje ESTABLECIMIENTO .

Alguno de los elementos de información se enumeran a continuación :
envío completo.

- identidad de la llamada.
- identificación del canal.
- indicador de progreso.
- fecha/hora.
- número llamante.
- subdirección llamante.
- número llamado.
- subdirección llamada.
- indicador de reinicio.
- referencia de llamada.

La referencia de llamada tiene una localización propia dentro del mensaje distinta del resto de elementos de información según se desprende del formato presentado. La finalidad de la referencia de llamada es a qué llamada se aplica un mensaje particular transmitido a través del interfaz usuario/red (punto de referencia S), nótese que identifica una llamada dentro de un equipo terminal lo que permite a dicho equipo terminal controlar simultáneamente varias llamadas, lo cual puede ser muy útil para soportar el modo paquete x.25 sobre el canal D, porque se sabría en todo momento a qué llamada pertenece el dato recibido. Además al tener sólo interés a nivel de red dentro de un equipo terminal sólo tendrá que ser exclusivo para el enlace de datos sobre el cual se soporta el protocolo de red que implementa el equipo terminal pudiéndolo utilizar simultáneamente otro enlace de datos, esto es otro equipo terminal.

Procedimiento de establecimiento de la conexión mediante conmutación de circuitos

Aquí hay que hacer una distinción entre el establecimiento de la conexión en el interfaz usuario/red que origina la llamada (llamada saliente) y el interfaz usuario/red de destino de la llamada (llamada entrante).

Tenemos un equipo terminal (p.e., un teléfono) en el interfaz usuario/red origen que desea establecer una conexión con otro equipo terminal (p.e., un teléfono) en el interfaz usuario/red destino, para ello el equipo terminal llamante debe establecer una conexión de enlace de datos mediante protocolo LAP D, ESTRUCTURA DE LA TRAMA sobre la cual se sostendrá el protocolo de nivel de red de la RDSI, nuestro equipo terminal origen de la llamada transmitirá hacia la red (hacia el TR) un mensaje ESTABLECIMIENTO contenido en una trama I utilizando pues la transmisión con acuse de recibo del enlace de datos, a través de la interfaz usuario/red. Una vez que se ha transmitido el mensaje ESTABLECIMIENTO, el equipo espera una respuesta de la red (TR), si los dos canales B están ocupados y ninguno por el equipo que solicita el establecimiento de la conexión por canal B, la red (TR) transmitirá hacia el usuario (equipo terminal) el mensaje LIBERACIÓN COMPLETA especificando la causa 34 "canal/circuito no disponible", pero si el usuario ya controla una canal B puede solicitar un establecimiento de conexión para llevar a cabo una transferencia en modo paquete X.25, aunque no controle ningún canal B siempre podrá solicitar el establecimiento de conexión para transferencia de datos en modo paquete X.25 sobre canal D.

En el mensaje de establecimiento se puede enviar hacia la red toda la información necesaria (número llamado y subdirección llamada en el caso de que la hubiese) para el establecimiento de la conexión en cuyo caso si la red puede efectuarla enviará hacia el usuario un mensaje de LLAMADA EN CURSO como acuse de recibo del mensaje ESTABLECIMIENTO indicando con este acuse de recibo que se está cursando la llamada hacia el usuario destino y además se indica explícitamente al usuario llamante en un elemento de información el canal B que puede utilizar. Sin en el mensaje establecimiento no se encuentra toda la información que la red precisa para llevar a cabo la conexión, entonces la red transmitirá como respuesta al mensaje ESTABLECIMIENTO un mensaje ACUSE DE ESTABLECIMIENTO en el que se especificará el canal B que debe utilizar el usuario llamante, si con el mensaje ESTABLECIMIENTO además se le ha indicado al red que se hará una transferencia de voz (llamada telefónica convencional) entonces el mensaje ACUSE DE ESTABLECIMIENTO incluirá el elemento de información indicador de progreso que indicará al usuario que tiene información en la banda (o sea que existen tonos de invitación a marcar en el canal B que se le asignó también mediante el mensaje ACUSE DE ESTABLECIMIENTO, en este caso, el teléfono debe conectarse al canal B indicado para que el usuario reciba la invitación a marcar o bien si tiene capacidad el equipo terminal, suministrará él los tonos de invitación en el momento de recibir el mensaje ACUSE DE ESTABLECIMIENTO con el indicador de progreso indicando información dentro de la banda.

Cuando el equipo terminal dispone del número llamado y de la subdirección llamada opcionalmente, transmitirá estos hacia la red mediante un mensaje INFORMACIÓN y la red tras recibirlos transmitirá hacia el equipo terminal el mensaje LLAMADA EN CURSO como acuse de recibo al último mensaje. Si la información para efectuar la llamada está completa pero la red no puede llevarla a cabo, transmitirá un mensaje DESCONEXIÓN hacia el equipo terminal.

En el caso de que se haya iniciado la llamada, si la red del interfaz usuario/red recibe una indicación de que se ha iniciado el aviso del usuario llamado, entonces la red transmitirá hacia el usuario llamante un mensaje de AVISO en este caso la red proporciona dentro de la banda los tonos de que se está avisando al usuario destino y por tanto el equipo terminal se conectará al canal B con el fin de proporcionar los tonos al usuario o bien los generará en caso de disponer de esa posibilidad.

Cuando la red del interfaz usuario/red llamante reciba una indicación de que la llamada ha sido aceptada por el usuario llamado, transmitirá un mensaje CONEXIÓN hacia el equipo terminal llamante, en este momento el equipo terminal transmitirá el mensaje ACUSE DE CONEXIÓN y por tanto se considerará la llamada en estado activo.

Veamos cómo reacciona el equipo terminal destino en el procedimiento de establecimiento de conexión.

La red indicará la llegada de una llamada al interfaz usuario/red mediante la transmisión del mensaje ESTABLECIMIENTO empleando bien una trama I del enlace de datos o quizás una trama UI con el IET 127 que expresa difusión, esto es, que lo recibirán todos los equipos terminales.(ver transferencia sin acuse de recibo).

EL mensaje ESTABLECIMIENTO será enviado en caso de que la red haya podido seleccionar un canal B libre, no obstante, la red podrá enviar el mensaje cuando soporte servicios como llamada en espera o transferencia de información en modo paquete X.25 aunque no haya canal B libre, el mensaje ESTABLECIMIENTO contendrá toda la información de la llamada, o sea número llamado, subdirección llamada en su caso.

Cuando el/los equipos terminales que han recibido el mensaje ESTABLECIMIENTO determinan que tienen toda la información para procesar la llamada, pueden responder con un mensaje:

a) LLAMADA EN CURSO: en este caso, la red tomará los mensajes recibidos como acuse de recibo del mensaje ESTABLECIMIENTO, reteniendo las direcciones de todos los equipos terminales que respondieron con este mensaje.

b) LIBERACIÓN COMPLETA: Los equipos que respondan con este mensaje no serán retenidas sus direcciones.

c) AVISO: Un equipo responde con este mensaje cuando quiere aceptar la llamada pero necesita confirmación del usuario al que está avisando, por ejemplo cuando suena el teléfono. Con la recepción de este mensaje, la red (TR) retendrá las direcciones de todos los equipos terminales que lo hayan transmitido, desechando los anteriores (los del apartado a). Además originará la transmisión del mensaje AVISO hacia el usuario llamante.

d) CONEXIÓN: Cuando la red reciba el primer mensaje de conexión asociará la llamada a ese equipo terminal, le enviará un mensaje ACUSE DE CONEXIÓN , originará un mensaje de CONEXIÓN hacia el usuario llamante y un mensaje LIBERACIÓN a todos los equipos terminales que respondieron con los mensajes a), c) y d), este último se supone que han sido recibidos después del primer mensaje CONEXIÓN al que se le ha asignado la llamada.

Una vez que la red ha recibido los mensajes a) y/o c) puede recibir de dichos equipos un mensaje DECONEXIÓN si después de saltar los correspondientes temporizadores, ningún equipo terminal, excluyendo a los anteriores, transmite un mensaje a) , c) o d) entonces la red originará un mensaje DESCONEXIÓN hacia el usuario llamante.

Procedimiento de finalización de la conexión mediante conmutación de circuitos

Aquí se describe el proceso normal de finalización de la conexión.

Primeramente, el usuario que desea finalizar la llamada (tanto el llamante como el llamado) transmite en el interfaz usuario/red hacia la red el mensaje DESCONEJÓN , cuando la red reciba el mensaje de desconexión, desconectará el canal B que se estaba utilizando y seguidamente transmitirá el mensaje LIBERACIÓN hacia el usuario, por otro lado, originará la transmisión de un mensaje DESCONEJÓN hacia el usuario llamante.

El usuario que transmitió el mensaje DESCONEJÓN tras recibir el mensaje LIBERACIÓN considerará la llamada finalizada y transmitirá como acuse LIBERACIÓN COMPLETA, con la recepción de este mensaje, la red considerará al canal B listo para ser reutilizado.

En el interfaz usuario/red remoto al que solicitó la finalización de la desconexión, la red transmitirá un mensaje DESCONEJÓN hacia el usuario, además para el caso de conversación (p.e. llamada telefónica), la red transmitirá un tono dentro de banda por canal B indicando este evento en el mensaje DESCONEJÓN con un elemento de información indicador de progreso especificando que en ese momento se encuentra información dentro de banda.

El usuario con la recepción del mensaje DESCONEJÓN, debe enviar hacia la red un mensaje de LIBERACIÓN y se desconectará del canal B, la transmisión de este mensaje de liberación puede llevarla a cabo el equipo terminal o esperar a que sea el usuario quien la provoque (p.e al colgar el teléfono).

Con la recepción del mensaje LIBERACIÓN por parte de la red, ésta desconectará el canal B considerándolo reutilizable y transmitirá hacia el equipo terminal un mensaje LIBERACIÓN COMPLETA .

Procedimiento de reconfiguración de la llamada. Portabilidad de terminales

Existe un procedimiento de reconfiguración de la llamada para permitir llevar a cabo la portabilidad de terminales cuando existe ya una conexión establecida, lo cual permite la sustitución de terminales o su reubicación, reanudándose la llamada posteriormente sobre el mismo canal B, previamente ocupado por la llamada y que deberá ser reservado. Este procedimiento sólo es aplicable a los accesos básicos.

Este procedimiento se inicia con la transmisión por parte del equipo terminal del mensaje SUSPENSIÓN , en este mensaje el usuario puede opcionalmente incluir una identidad de llamada de hasta 8 caracteres, identidad que permitirá tanto a la red como al usuario identificar dicha llamada en el momento de la reanudación. En el caso de que el elemento de información identidad de llamada del mensaje SUSPENSIÓN se encuentre vacío, la llamada será recuperada sin introducción de identidad de llamada. Con la recepción del mensaje SUSPENSIÓN, la red transmitirá el mensaje ACUSE DE SUSPENSIÓN y originará una transmisión hacia el usuario remoto de un mensaje NOTIFICACIÓN que incluirá el elemento de información indicador de notificación especificando que el usuario suspendió la llamada. Tras la recepción del mensaje SUSPENSIÓN la red puede responder con un mensaje RECHAZO DE SUSPENSIÓN en el caso de que la identidad de llamada ya se encuentre utilizada por otra suspensión previa.

Para recuperar, si no hay ya un enlace de datos establecido, se debe establecer mediante el protocolo LAP D (ver Protocolo Lap D) una vez se dispone de un enlace de datos para transferir los mensajes del nivel de red, el equipo transmitirá un mensaje REANUDACIÓN que deberá contener la misma identidad de llamada utilizado cuando se suspendió la llamada. Cuando la red reciba este mensaje, procederá a la validación de la identidad de llamada y si es correcta transmitirá un mensaje ACUSE DE REANUDACIÓN hacia el equipo terminal con el canal B válido, además originará un mensaje NOTIFICACIÓN en el interfaz usuario/red remoto con un elemento de

información identificador de notificación especificando que el usuario reanudó la llamada.

Con la recepción del mensaje ACUSE DE RECEPCIÓN, el usuario se conectará al canal B y considerará la conexión establecida. Si la identidad de llamada enviada con el mensaje REANUDACIÓN no es válida, la red transmitirá un mensaje RECHAZO DE REANUDACIÓN.

7. Conclusiones y líneas futuras

La principal conclusión es que en este proyecto fin de carrera se han logrado todos los objetivos que inicialmente estaban expuestos al principio respecto de la práctica 4 de la asignatura Fundamentos de Telemática.

A modo de resumen, los objetivos alcanzados son:

-Se ha construido un simulador que nos ayuda a entender el funcionamiento estudio del nivel físico en una trama RDSI, así como dar a conocer las diferentes partes que forman esta trama.

-Hemos creado una interfaz gráfica para poder realizar las prácticas desde casa.

-La interfaz se ha tratado de hacer lo más real posible, para que se parezcan, tanto las prácticas realizadas en el laboratorio, como las simuladas en el PC.

-El código fuente se deja abierto y disponible, para así dejar el programa abierto para posibles mejoras futuras.

-Se ha conseguido el objetivo de la portabilidad, ya que el programa al estar hecho en JAVA, se puede ejecutar en cualquier plataforma (Windows, Linux, Solaris...).

-Uno de los objetivos principales del proyecto que también se han cumplido, es que el APLET es muy intuitivo a la hora de realizar las prácticas.

Las líneas futuras para este programa dependerán de las nuevas necesidades que se encuentren a lo largo de las prácticas donde se utilice este simulador. En prácticas sucesivas de los cursos posteriores a la asignatura de Fundamentos de Telemática, tanto profesores como alumnos podrían ver que mejoras se pueden realizar en función de las necesidades didácticas, completando el ciclo de vida de este software. La práctica de RDSI se podría implementar en varios idiomas.

La especificación de este Proyecto Final de Carrera consistió en una serie de objetivos claramente definidos y que se han conseguido en su totalidad. El definir unas líneas futuras para él va a depender de las necesidades didácticas que se puedan ir encontrando durante la utilización de la herramienta a lo largo de los cursos académicos. Se tiene que producir un proceso de retroalimentación en el que los usuarios (alumnos y profesores), dependiendo de hipotéticas necesidades futuras que el simulador pudiera ofrecer. Esta retroalimentación permitiría modificaciones en el programa para ajustarlo a necesidades futuras.

8. Pasos para realizar un archivo “.jar”

Los archivos “.java” que contienen el código, al compilarlos generan los archivos “.class” que son los que hacen funcionar la aplicación. Para tener juntas estas clases y las imágenes (si las hubiera dentro del proyecto) del programa, lo mejor es empaquetarlo todo en un archivo “.jar”.

Los pasos para crear el archivo “.jar” son los siguientes:

i. Entrar en las propiedades de “Mi PC”, en “Opciones Avanzadas, Variables de entorno”, y aquí creamos una variable llamada Path, donde su valor será el directorio bin del JDK que tengamos instalado.

ii. Editamos el archivo MANIFEST.MF, y aquí indicamos cuál es la clase principal (main class) del programa.

iii. Editar el archivo Comandos-jar.bat e indicamos cómo se llamará el archivo “.jar” que se desea construir, los archivos “.class” y todas las imágenes si hubiese imágenes insertadas en el proyecto. La forma de editarlo es la siguiente:

```
jar cmvf manifest.mf AppletPrácticaRdsi.jar*.class
```

El asterisco en .class quiere decir que se incluirán todos los archivos que contengan esta extensión.

iv. Finalmente, hacemos doble click en el archivo Comandos-jar.bat. Debe estar absolutamente todo en una misma carpeta, sino el archivo .bat no lo incluirá.

Después de hacer doble click, en el archivo “.jar” se encuentra construido en la misma carpeta donde estamos, listo para funcionar.

Recomendaciones:

Tener instalado el JDK 1.7.0 o superior.

Si en el sistema está instalado el WinRAR, desasociarlo con las extensiones “.jar”, ya que si no lo hacemos, el archivo “.jar” en vez de ejecutarse, se abre para explorar lo que hay dentro, es decir, el sistema lo trata como un archivo comprimido a explorar, no como un ejecutable.

Anexo A.

Manual de usuario

A. Introducción

El programa ha sido creado mediante JAVA, por lo que en los ordenadores donde se utilice se deberá tener instalado el JRE(Java Runtime Environment) para que pueda ejecutarse, y éste incluye la Java Virtual Machine (JVM) y la API. Todo está incluido en el J2SE (Java 2 Standard Edition), donde puede instalarse cada cosa por separado.

Si lo que desea es modificar el código fuente del programa, no es suficiente tener instalado el JRE, sino que se necesita el J2SE.

El software está disponible gratuitamente en <http://java.sun.com/>

La aplicación consiste en un único archivo con extensión “.jar” (AppletPrácticaRdsi.jar), donde se encuentran las clases que componen el programa.

B. Objetivos

El objetivo final de esta práctica es que el alumno sea capaz de comprender las diferentes partes que componen una trama RDSI, haciendo un estudio a nivel físico de la misma.

C. Página principal

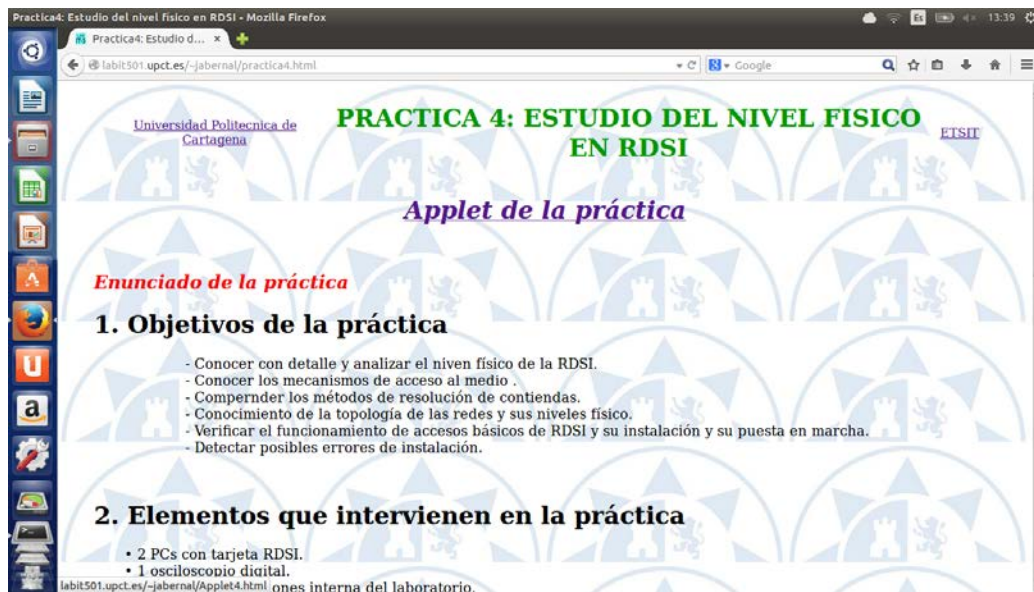
El programa se inicia desde una web (<http://labit501.upct.es/~jabernal/>), desde aquí se tiene acceso a todo el conjunto de ventanas de las cuales dispone el Applet.

Cuando accedemos a la web de inicio nos encontramos con lo siguiente:



En la página web que aparece tenemos un enlace llamado Enunciado Práctica4, el cual nos redirige a otra página web que contiene el enunciado de la práctica.

D. Página de la Práctica4



En esta página tenemos el enunciado de la práctica, y nos encontramos con un enlace llamado Applet de la práctica que nos mostrará el applet para poder simular la práctica.

E. Applet de la Práctica4

Aquí ya nos encontramos en la página que contiene el applet donde podemos realizar la práctica.



Uso del applet

En la página del applet, si pinchamos en el botón “LLAMAR”, se simula una llamada entre terminales RDSI, tras la cual nos muestra un cuadro de diálogo si la llamada ha sido correcta.

Tras este proceso aparecen sobre el applet una serie de botones con los cuales podemos visualizar las diferentes partes y cualidades que tiene una trama RDSI capturada durante la comunicación entre terminales.

E. Trabajo a realizar por el alumno.

4.1 Codificación de línea.

Para el estudio del formato de trama y código de línea en RDSI pincharemos una línea de acceso básico durante una comunicación. Para ello estableceremos una comunicación telefónica a través de un dispositivo RDSI. Como dispositivo RDSI se puede usar la tarjeta RDSI del PC de cada puesto o un IBT-5 que conectaremos a un acceso RDSI a través del POD para conectores RJ-45. Una vez hecho esto se hará una llamada a través de la centralita a otro dispositivo RDSI del laboratorio o a uno de los teléfonos analógicos del puesto. El POD nos permite tener acceso a los cuatro pares de cables del RJ-45. Para realizar las distintas cuestiones de la practica se hará uso del osciloscopio digital. Durante la sesión de prácticas se demostrará como configurar adecuadamente al osciloscopio y como usar la memoria de capturas. Con ayuda del osciloscopio se determinará en primer lugar:

- Que par usan los equipos terminales para transmitir.
- Que par usan los equipos terminales para recibir. [1]
- Cuales son las tensiones empleadas para la codificación de línea. [2]
- Decodificar una secuencia de bits a partir de las tensiones que aparezcan en pantalla. [3]

4.2 Formato de trama.

Un dibujo con el formato de trama se encuentra en el anexo de la práctica, lo usaremos para contrastar con el las imágenes que se capturen con el osciloscopio. Usando los dos canales disponibles, se pueden almacenar tramas de transmisión y recepción simultáneamente. Para realizar estas capturas se debe de realizar una comunicación RDSI y pinchar el bus una vez se establezca la comunicación. Con las capturas realizadas y con ayuda del dibujo del anexo, se deberá identificar:

- Comienzo y fin de cada una de las tramas.
- Identificar dentro de la trama cada uno de sus campos.
- Medir la duración de las tramas y en tiempo de bit. [4]

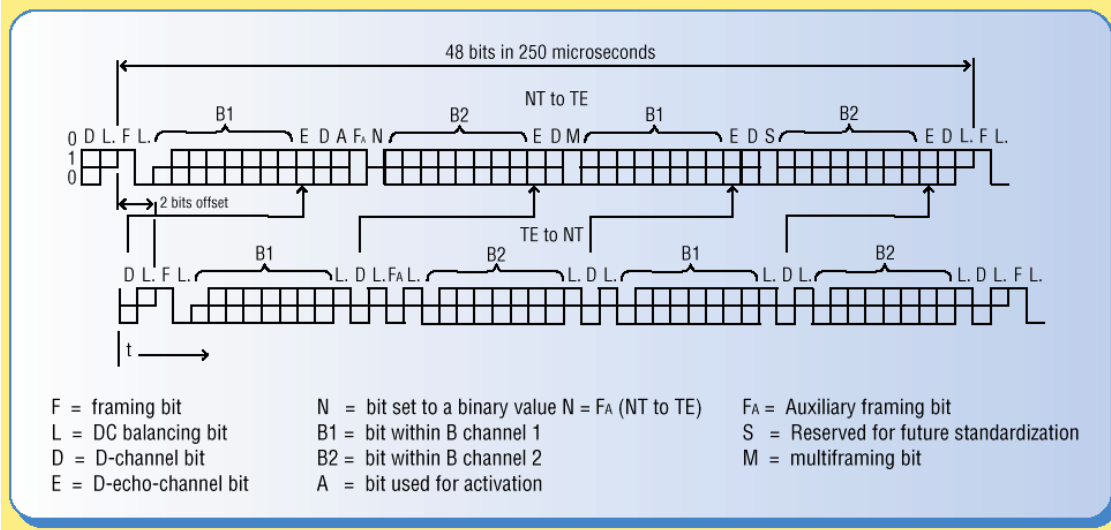
4.3 Canales en un acceso básico.

Manteniendo la comunicación entre dispositivos RDSI se determinará que canales se están usando. [5] En cada puesto de trabajo hay un bus S0 que tiene dos canales de comunicación, el B1 y el B2. Para comprobar la ocupación de los canales debe de haber una comunicación entre uno de los PC del puesto de laboratorio y uno de los teléfonos analógicos.

Una vez comprobado el canal que se esta usando se establecerá otra comunicación usando el otro PC del puesto de trabajo y comunicándolo con el otro teléfono analógico. Una vez echo esto se comprobará la ocupación de los dos canales y la posibilidad de realizar otra comunicación en el mismo bus S0. [6]

Estructura de tramas RDSI:

Frame Structure at S and T Reference Points



Manual de prácticas de Fundamentos de Telemática.

<http://labit501.upct.es/~fburrull/docencia/FundamentosTelematica/prácticas/P4EstudiodelnivelfisicoenRDSI.pdf>

Manuales de métodos de JAVA.

<http://objetos2.wordpress.com/2010/04/24/clase-window-listener/>

Apuntes de clase de la asignatura Fundamentos de Telemática, de 1º curso de Ingeniería Telemática de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Apuntes de clase de la asignatura de Ingeniería de Protocolos, de 3º curso de Ingeniería de Telemática de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Apuntes de clase de la asignatura de Fundamentos de Programación, de 2º curso de Ingeniería Telemática de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Stallings, W., "Comunicaciones y Redes de Computadores". Prentice-Hall Iberia, 2000 (6ª Ed.). ISBN: 84-205-2986-9.

Halsall, F., "Data Communications, Computer Networks and Open Systems". Ed. Addison-Wesley, 1996 (4ª Ed.).

