

Capítulo 3.

Protocolos de Comunicación.

3.1. Descripción general de los protocolos.

Lo fundamental de la comunicación de datos es resolver el problema de llevar la información de un punto A hacia un punto B sin errores, utilizando redes con la codificación correspondiente para su transmisión. Para esto utilizamos canales de comunicación que establecen la unión entre los puntos A y B. En dichos puntos estarán los equipos transmisores y receptores de datos y sus convertidores encargados de la codificación y decodificación. Los sistemas de comunicación no responden ni reaccionan ante el contenido de la información. Un componente importante en el sistema de comunicación es el protocolo de comunicación.

El protocolo.

El protocolo, se define como las reglas para la transmisión de la información entre dos puntos. Un protocolo de red de comunicación de datos es un conjunto de reglas que gobierna el intercambio ordenado de datos dentro de la red.

Los elementos básicos de un protocolo de comunicaciones son: un conjunto de símbolos llamados conjunto de caracteres, un conjunto de reglas para la secuencia y sincronización de los mensajes construidos a partir del conjunto de caracteres y los procedimientos para determinar cuando ha ocurrido un error en la transmisión y como corregir el error. El conjunto de caracteres se formará de un subconjunto con significado para las personas (usualmente denominado como caracteres

imprimibles) y otro subconjunto que transmite información de control (usualmente denominado caracteres de control). Hay una correspondencia entre cada carácter y los grupos de símbolos usados en el canal de transmisión, que es determinado por el código. Muchos códigos estándar con sus respectivas equivalencias de grupos de unos y ceros (bits) han sido definidos con el paso de los años. El conjunto de reglas a seguir por el emisor y el receptor propicia: que haya un significado con secuencias permitidas y a tiempo, entre los caracteres de control y los mensajes formados a partir de los símbolos. La detección de error y los procedimientos de corrección permiten la detección y la recuperación ordenada de los errores causados por factores fuera del control de la terminal en cada extremo.

Para que exista comunicación en ambos puntos al extremo de un canal se deben emplear la misma configuración de protocolos.

Los protocolos gestionan dos niveles de comunicación distintos. Las reglas de alto nivel definen como se comunican las aplicaciones, mientras que las de bajo nivel definen como se transmiten las señales.

El protocolo de bajo nivel es básicamente la forma en que las señales se transmiten, transportando tanto datos como información y los procedimientos de control de uso del medio por los diferentes nodos. Los protocolos de bajo nivel más utilizados son: Ethernet, Token ring, Token bus, FDDI, CDDI, HDLC, Frame Relay y ATM.

El protocolo de red determina el modo y organización de la información (tanto los datos como los controles) para su transmisión por el medio físico con el protocolo de bajo nivel. Los protocolos de red más comunes son: IPX/SPX, DECnet, X.25, TCP/IP, AppleTalk y NetBEUI.

En un circuito de comunicación de datos, la estación que transmite en el momento se llama estación maestra, y la estación que recibe se llama esclava. En una red

centralizada, la estación primaria controla cuándo puede transmitir cada estación secundaria. Cuando transmite una estación secundaria se convierte en estación maestra, y la estación primaria es ahora la esclava. El papel de estación maestra es temporal, y la estación primaria determina cuál estación es maestra. Al principio, la estación primaria es maestra. La estación primaria solicita por turno a cada estación secundaria interrogándola. Una interrogación es una invitación de la primaria a una secundaria para que transmita un mensaje. Las estaciones secundarias no pueden interrogar a una primaria. Cuando una primaria interroga a una secundaria, inicia un cambio de dirección de línea; la secundaria interrogada ha sido designada como maestra y debe responder. Si la primaria selecciona una secundaria, ésta se identifica como receptora. Una selección es una interrogación, por parte de una primaria o una secundaria, para determinar el estado de la secundaria (es decir, lista para recibir o no lista para recibir un mensaje). Las estaciones secundarias no pueden seleccionar a la primaria. Las transmisiones de la primaria van a todas las secundarias, y depende de las estaciones secundarias la decodificación individual de cada transmisión, y la determinación de si es para ellas. Cuando una secundaria transmite, sólo manda a la primaria.

Los protocolos de enlace de datos se clasifican en general como: asíncronos o síncronos. Por regla, los protocolos asíncronos usan un formato de datos asíncronos y módems asíncronos, mientras que los protocolos síncronos usan un formato de datos síncronos y módems síncronos.

Protocolo OSI/ISO.

El término interconexión de sistemas abiertos (OSI, de open system interconnection) es el nombre de un conjunto de normas para comunicaciones entre computadoras. El objetivo principal de las normas OSI es contar con un lineamiento estructural para intercambiar información entre computadoras, terminales y redes. El OSI está patrocinado por ISO y también por CCITT, que trabajaron en conjunto para establecer un grupo de normas ISO y de recomendaciones CCITT que en

esencia son idénticas. En 1983, ISO y CCITT adoptaron un modelo de referencias con arquitectura de comunicaciones de siete capas. Cada capa consiste en protocolos específicos para comunicación.

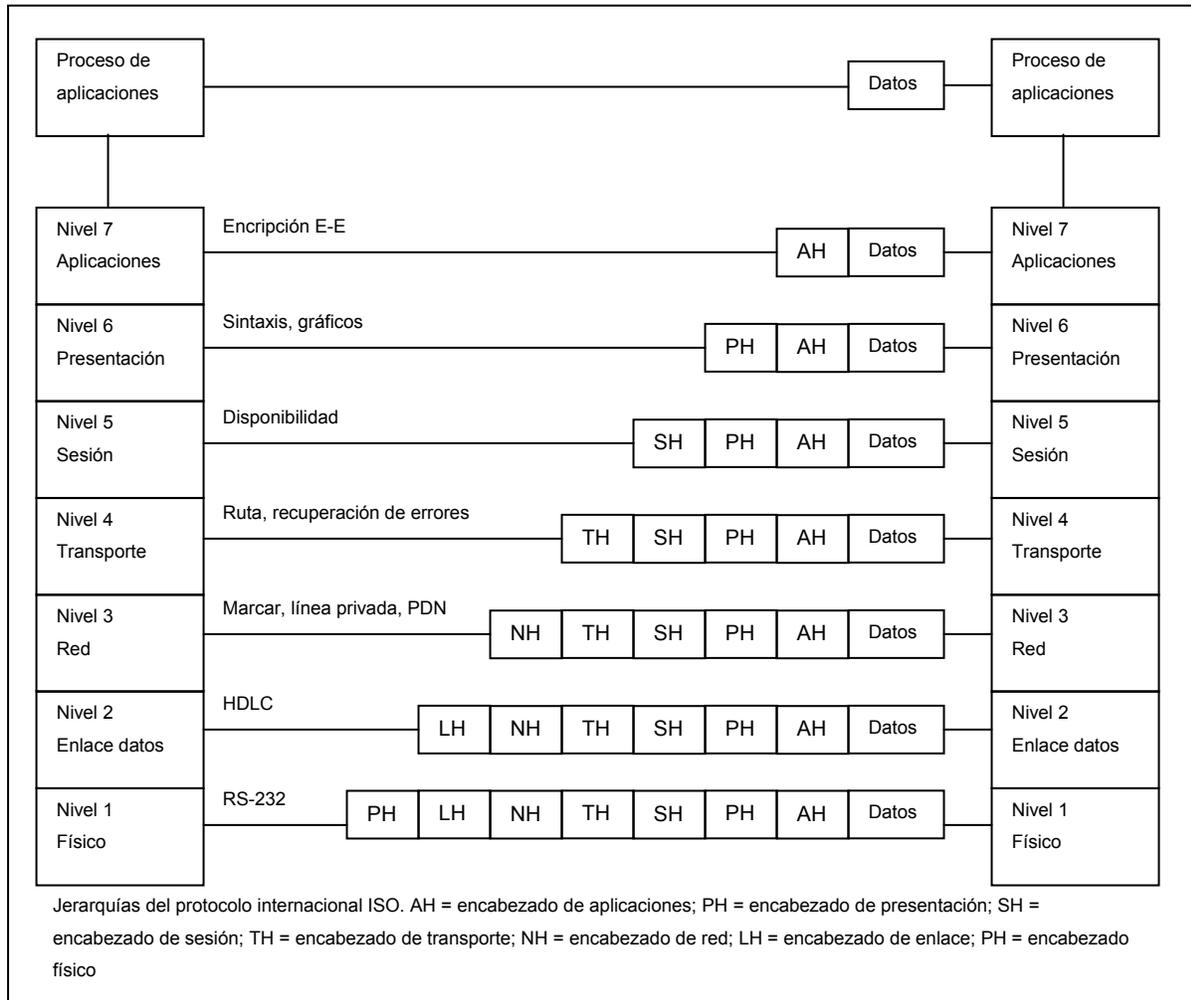


Figura: 3.1.1 Capas OSI

El modelo ISO, de interconexión de sistemas abiertos con siete capas, se ve en la Figura: 3.1.1. Esta jerarquía se desarrolló para facilitar las comunicaciones del equipo procesador de datos, separando las responsabilidades en la red en siete capas distintas. El concepto básico de estratificar las responsabilidades es que cada capa agregue valores a los servicios suministrados por los conjuntos de las capas inferiores. De esta manera, el nivel más alto cuenta con el conjunto completo de servicios necesarios para hacer funcionar una aplicación de datos distribuidos.

Hay varias ventajas por usar una arquitectura estratificada en el modelo OSI. Las diversas capas permiten que se comuniquen diversas computadoras en distintos niveles. Además, al avanzar la tecnología, es más fácil modificar el protocolo de una capa sin tener que modificar todas las demás. Cada capa es, en esencia, independiente de las demás. Por consiguiente, muchas de las funciones que se encuentran en las capas inferiores se han eliminado por completo de las tareas programadas (software), y se han reemplazado por componentes (hardware). En la figura: 3.1.1 se ven algunos ejemplos de estas funciones. La desventaja principal de la arquitectura de siete niveles es la cantidad tan tremenda de indirectos necesarios para agregar encabezados a la información que se transmite entre las diversas capas. De hecho, si se tienen en cuenta las siete capas, menos de 15% del mensaje transmitido es información de la fuente; el resto es indirecto. En la figura: 3.1.1 se ve el resultado de agregar encabezados a cada capa.

Los niveles 4, 5, 6 y 7 permiten comunicarse a dos computadoras anfitrión en forma directa. Las tres capas inferiores tienen que ver con la mecánica real de pasar datos (a nivel de bit) de una máquina a otra. A continuación se resumen los servicios básicos suministrados por cada capa de la jerarquía:

Capa física.

La capa física es el nivel más bajo de la jerarquía, y especifica las normas físicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento para entrar a la red de comunicación de datos. En esta capa se hacen definiciones como por ejemplo de valores máximos y mínimos de voltaje y de impedancia del circuito. Las especificaciones para la capa física se parecen a las especificadas por la norma RS-232 de EIA para interfaces serie.

Capa de enlace de datos.

Esta capa es responsable de las comunicaciones entre nodos primarios y secundarios de la red. La etapa de enlace de datos proporciona un medio para activar, mantener y desactivar el enlace de datos. También proporciona la trama final de la envolvente de información, facilita el flujo ordenado de datos entre nodos, y permite la detección y corrección de errores. Como ejemplo de protocolos de enlace de datos está el control de enlace de comunicaciones bisíncronas (Bisync) y síncronas (SDLC, de synchronous data link control de IBM).

Capa de red.

La capa de red determina cuál configuración de red (marcar, rentada o de paquete) es más adecuada para la función que proporciona la red. También esa capa define el mecanismo con el que los mensajes se dividen en paquetes de datos, y se conducen de un nodo de transmisión a uno de recepción, dentro de una red de comunicaciones.

Capa de transporte.

Esta capa controla la integridad del mensaje, de principio a fin, y en eso se incluye la ruta, la segmentación y la recuperación de errores para el mensaje. La capa de transporte es la más alta, en lo que se refiere a comunicaciones. Las capas superiores a la de transporte no intervienen en los aspectos tecnológicos de la red. Las tres capas superiores a la de transporte manejan los aspectos de aplicaciones de la red, mientras que las tres inferiores manejan la transferencia de mensajes. Así, la capa de transporte funciona como interfaz entre las capas de red y de sesión.

Capa de sesión.

Es la responsable de la disponibilidad de la red (es decir, de la capacidad de almacenamiento y del procesador). Entre las responsabilidades de sesión están los

procedimientos de entrada y de salida de la red, y la verificación de usuarios. Una sesión es una condición temporal que existe cuando los datos están transmitiéndose en realidad, y no incluye procedimientos como establecer llamada, preparar o desconectar. La capa de sesión determina la clase de diálogo disponible (es decir, “simplex”, “semidúplex” o “dúplex”).

Capa de presentación.

Esta capa maneja toda conversión de código o de sintaxis necesaria para presentar los datos a la red, en un formato común para las comunicaciones. Entre las presentaciones se incluye el dar formato, codificar (ASCII, EBCDIC, etc.), de archivos de datos, cifrado y descifrado de mensajes, procedimientos de diálogo, compresión de datos, sincronización, interrupción y terminación. La capa de presentación hace la traducción del código y del conjunto de caracteres, y determina el mecanismo de presentación de mensajes.

Capa de aplicación.

Es la máxima en jerarquía, y es análoga al administrador general de la red. La capa de aplicación controla la secuencia de actividades dentro de una aplicación, y también la secuencia de eventos entre la aplicación de cómputo y el usuario de otra aplicación. La capa de aplicación se comunica en forma directa con el programa de aplicación del usuario.

Niveles y Servicios OSI

Los siete niveles que configuran el modelo OSI suelen agruparse en 2 bloques. Los tres niveles inferiores (físico, enlace y red) constituyen el bloque de transmisión. Son niveles dependientes de la red de conmutación utilizada para la comunicación entre los 2 sistemas. En cambio, los tres niveles superiores (sesión, presentación y aplicación) son niveles orientados a la aplicación y realizan funciones directamente vinculadas con los procesos de aplicación que desea

Los servicios pueden ser confirmados o no. Un servicio confirmado utiliza estas cuatro primitivas, en cambio, uno sin confirmar hace uso de las primitivas Reques e Indication. El establecimiento de una conexión siempre es un servicio confirmado, mientras que la transferencia de datos puede ser sin confirmar o no.

Protocolo TCP/IP

La arpanet era una red de investigación patrocinada por el DoD (Departamento de Defensa de Estados Unidos). Al final conectó a cientos de universidades e instalaciones del gobierno usando las líneas telefónicas rentadas. A medida que la red fue creciendo, se añadieron a ella redes de satélites y radio, es aquí cuando los protocolos existentes tuvieron problemas para interactuar con este tipo de redes, de modo que se necesitó una arquitectura de referencia nueva. La nueva arquitectura, capaz de conectar entre sí a múltiples redes fue uno de los principales objetivos en su diseño, esta arquitectura se popularizó después como el modelo de referencia TCP/IP.

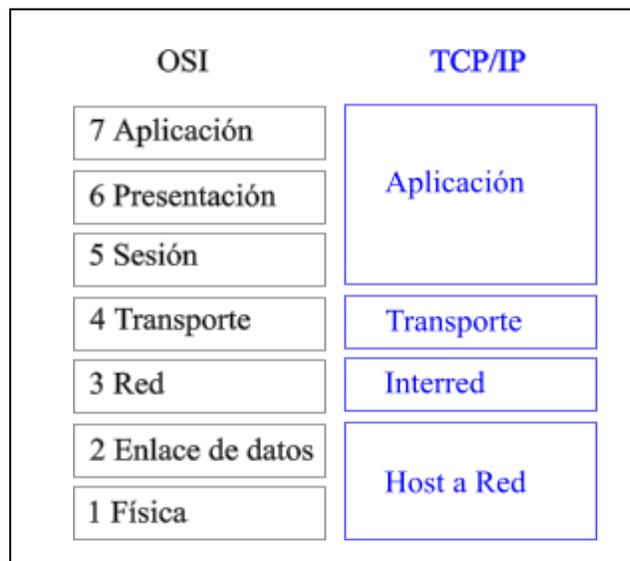


Figura: 3.1.3

Debido a la preocupación del DoD por que algunos de sus costosos nodos, enrutadores o pasarelas de interredes pudieran ser objeto de un atentado en cualquier momento, otro de los objetivos a la hora de su diseño fue que la red fuera capaz de sobrevivir a la pérdida del hardware de subred sin que las conexiones permanecieran intactas mientras las máquinas de origen y destino estuvieran funcionando, aún si alguna de las máquinas o líneas de transmisión dejaran de funcionar repentinamente.

Las capas en TCP/IP.

Capa de Interred:

Es el eje que mantiene unida toda la arquitectura. Su misión es permitir que los nodos inyecten paquetes en cualquier red y los hagan viajar de forma independiente a su destino. Los paquetes pueden llegar incluso en orden diferente a aquel que se enviaron. Esta capa define un formato de paquete y protocolo oficial llamado IP. Aquí el objetivo más importante es claramente el ruteo de los paquetes y también evitar la congestión.

Capa de Transporte:

En esta capa encontramos 2 protocolos de extremo a extremo. Uno de ellos TCP (protocolo de control de la transmisión) es un protocolo confiable orientado a la conexión. El segundo protocolo de esta capa es UDP (protocolo de datagrama de usuario), es un protocolo sin conexión, no confiable, su uso es para aplicaciones que no necesitan la asignación de secuencia ni el control de flujo.

La capa de Aplicación:

El modelo TCP/IP no tiene capas de sesión ni presentación, aquí encontramos los protocolos de más alto nivel. El de correo electrónico SMTP, transferencia de archivos FTP, etc.

3.2. Descripción del Sistema de Red de Radio (Radio Network System o RNS, en idioma inglés)

Introducción.

WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) es la tecnología principal de 3G en el mundo. Esto introduce una nueva generación de telecomunicaciones en el mundo y cambia el modo de comunicarse de la gente proveyendo velocidades de comunicación de 2 Mbps a los usuarios móviles.

WCDMA es una tecnología de ultra alta velocidad, ultra alta capacidad sobre la cual se transporta un nuevo rango de color. Los usuarios tendrán acceso con sus terminales móviles: gráficos de color, videos, animación audio digital, Internet y correo electrónico.

WCDMA fue desarrollado para crear un estándar global para servicios multimedia en tiempo real y asegurar un roaming internacional. Con el apoyo del organismo ITU (International Telecommunication Union) un espectro específico fue asignado - 2GHz para el sistema 3G.

El proyecto asociado a la 3ra generación (3rd Generation Partnership Project 3GPP), es el principal organismo para estandarizar el sistema de 3G, con la colaboración de los siguientes organismos.

- Instituto de Estandarización de Telecomunicaciones Europeas (ETSI European Telecommunications Standards Institute).
- Servicios inalámbricos/móviles y el subcomité de Servicios Técnicos de los Estados Unidos (Wireless/Mobile Services and Systems technical subcommittee of the USA's Committee T1 (T1P1))

- Comité de Tecnología y Telecomunicaciones en Japón (Telecommunication Technology Committee, Japan TTC)
- Asociación de Industrias del Radio y Negocios en Japón. (Association of Radio Industries and Businesses, Japan (ARIB))
- Asociación de Tecnología en Telecomunicaciones en Korea (Telecommunications Technology Association, Korea (TTA))
- Grupo de Estandarización de Telecomunicaciones Inalámbricas en China (China Wireless Telecommunication Standard group (CWTS))

En el 2000, la estandarización de GSM fue trasladada hacia el Instituto de Estandarización de Telecomunicaciones Europeas (European Telecommunications Standards Institute (ETSI)) junto con 3GPP para asegurar la integridad de la plataforma GSM/WCDMA, esto eliminó riesgos de incompatibilidad y eficiencia que pudieran ocurrir en la estandarización. 3GPP es organizado en grupos técnicos específicos (Technical Specifications Group (TSG)) como se muestra en la figura de abajo.

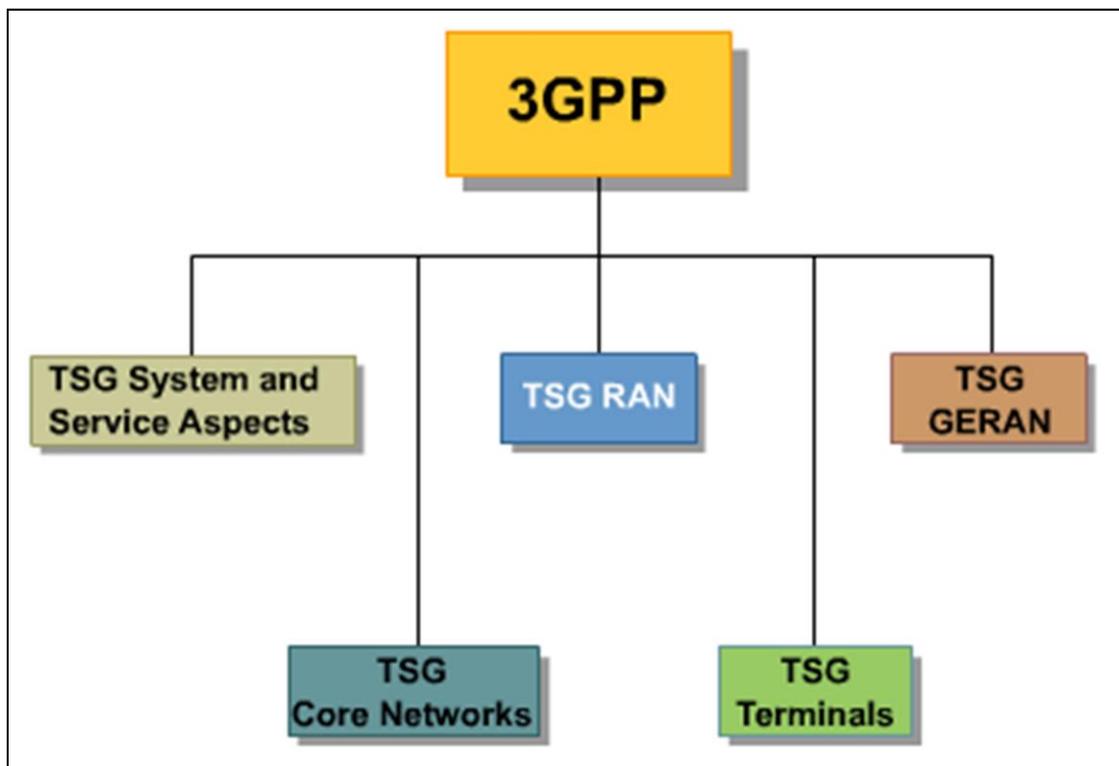


Figura: 3.3.1 Tercera generación.

3.3. Protocolo de comunicación del RNS

DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO.

El protocolo de la capa nº2 de la OSI garantiza la gestión de la señalización entre las diferentes entidades de la red (estación móvil, BTS, BSC, MSC, VLR, HLR).

En el GSM se emplean tres familias de protocolos para la capa número 2:

- LAPDm: protocolo de acceso al enlace sobre el canal D móvil;
- LAPD: a nivel de la interfaz A-bis;
- MTP: transferencia de mensajes del CCIT.

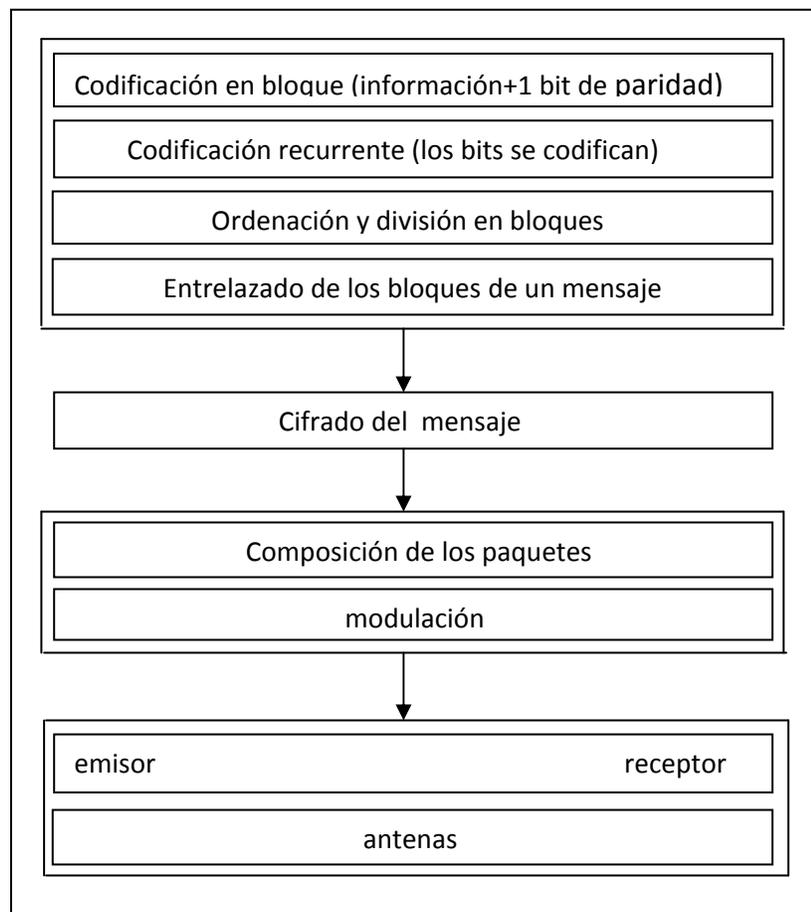


Figura 3.3.1 codificación de la información que se transmite.

Los protocolos LAPD y LAPDm utilizados en el subsistema de radio están muy cerca del protocolo RDSI. Sin embargo, el LAPDm saca partido de la transacción sincronizada para evitar el empleo de indicadores y aumentar la velocidad y la protección contra errores.

La voz puede transmitirse con un flujo de 13 kbps en el subsistema de radio, lo que permite multiplexar cuatro canales de radio sobre un IT MIC en el enlace BTS ↔ BSC (64 kbps = 16 kbps x 4), con vistas a reducir los gastos de transmisión. La transcodificación de los 13 kbps de la codificación de la voz GSM a los 64 kbps de la codificación de la ley A de la red cableada solo tiene lugar en el centro de conmutación MSC. Sin embargo, la transcodificación de voz codificada GSM-ley A también puede hacerse desde la estación base para utilizar los equipos de transmisión extendidos por toda la red.

El protocolo MTP recoge las funcionalidades RDSI.

Pilas de protocolos de GSM.

La aplicación CC (Call Control) controla el proceso de llamada (establecimiento, supervisión y liberación).

La aplicación SMS (Short Message Services).

La aplicación SS (Supplementary Services) controla los complementos de servicio.

La aplicación MM (Mobility Management) se encarga de la localización de un terminal.

La aplicación RR (Radio Resource management) gestiona el enlace de radio.

Las aplicaciones de servicios (CC, SMS, SS) se encuentran en los equipos terminales, y los equipos retransmisores (BSC, BTS) las transforman de forma transparente.

La aplicación de los recursos de radio, RR, afecta a la estación móvil y al subsistema de radio, siendo el controlador de la estación base el que controla la asignación de frecuencias de radio en un clastro.

La interfaz A-bis está situada entre el BTS y el BSC, la capa física utiliza un enlace MIC a 2 Mbps y la capa n° 2, el LAPD.

La interfaz A entre el BSC y el subsistema de red utiliza el protocolo n° 7 del CCITT.