



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 355 968**

51 Int. Cl.:

H04J 3/16 (2006.01)

H04J 3/22 (2006.01)

H04L 12/28 (2006.01)

H04L 12/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03707613 .0**

96 Fecha de presentación : **30.01.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1476975**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.11.2004**

54

Título: **Encapsulación de datos por multiplexación por división de tiempo (TDM).**

30

Prioridad: **01.02.2002 US 353615 P**
22.05.2002 US 153265

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2011

73

Titular/es: **HARRIS CORPORATION**
1025 West Nasa Boulevard
Melbourne, Florida 32901, US

72

Inventor/es: **Pattavina, Jeffrey, S. y**
Kim, Junius, A.

74

Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 355 968 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud se refiere a las siguientes solicitudes estadounidenses, de cesionario común, de las que se reivindica prioridad:

- 5 “Method and System For Encapsulating Time Division Multiplex Data Into Real Time Protocol Packets For Transport”, solicitud de patente estadounidense provisional con n.º de serie 60/353,615, presentada el 1 de febrero de 2002.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

- 10 La presente invención se refiere a comunicaciones digitales, y más en particular, a procedimientos y sistemas para transportar datos multiplexados por división de tiempo (TDM) a través de redes basadas en paquetes.

- 15 Los datos TDM pueden consistir en datos a tasa de transmisión de bits constante (CBR) así como datos no CBR. Los datos CBR incluyen datos en tiempo real tal como voz, vídeo o audio profesional, con calidad de estudio (es decir, de programa). Normalmente, los datos a tasa de transmisión de bits constante (CBR) están formateados en ranuras de tiempo (TS) de 64 kbps y se usan técnicas de TDM para mapear las ranuras de tiempo en tramas T1 o E1 que se transportan a través de la red de telefonía pública conmutada (PSTN).

- 20 En un ejemplo “del mundo real” de datos CBR, el audio de programa producido en un estudio debe retransmitirse a un emplazamiento de transmisor remoto para su posterior difusión. En algunos casos, un enlace estudio-a-transmisor (en lo sucesivo denominado STL) puede implementarse con un circuito digital T1 (o E1) a través de la PSTN. En la técnica anterior, este circuito digital se implementa normalmente usando costosas líneas T1 “fijadas” (es decir, dedicadas). Una forma de reducir el coste de tal STL es retransmitir los datos de audio con calidad profesional a través de una red basada en paquetes de propósito general, existente, tal como Internet. Otros formatos de datos CBR que normalmente se transmitirían a través de una línea T1 dedicada (por ejemplo, MPEG, APT-X, Linear, etc.) también podrían transportarse ventajosamente a través de una red basada en paquetes. Una “capa de convergencia” única, es decir, un conjunto de reglas que definen cómo encapsular los datos T1/E1 en los paquetes individuales de la red basada en paquetes, debe diseñarse específicamente para cada tipo de medio particular. Por tanto, cada capa de convergencia individual es específica del medio. Además, tipos más genéricos de datos, tal como voz, vídeo, datos sincrónicos, asíncronos datos, etc., podrían beneficiarse también de ser transportados a través de redes por paquetes.

- 30 Una desventaja de los sistemas de la técnica anterior para encapsular datos T1 o E1 basados en TDM en un protocolo de comunicaciones basado en paquetes es la necesidad de capas de convergencia únicas para cada tipo de datos. Además, las técnicas de la técnica anterior para encapsular datos T1 o E1 en un protocolo basado en paquetes normalmente encapsulan todos los bits de sobrecarga T1, así como los datos de carga útil, lo que reduce la eficacia de ancho de banda global.

- 35 El documento EP0952710 da a conocer un sistema de comunicaciones que permite la transferencia de datos isócronos para cuatro LTU periféricas. El primer controlador multiplexa la voz en sentido ascendente y las entradas HDLC para que las LTU generen cuatro tramas de datos isócronas, correspondiendo cada trama a una respectiva LTU, cada trama isócrona se encapsula entonces en una correspondiente trama de datos de paquete. El dispositivo de lógica de paquete lee los datos de trama isócrona desde la memoria intermedia de enlace ascendente y entonces empaqueta estos datos en tramas de datos de paquete para su transferencia a través de la red por paquetes. Para paquetizar los datos isócronos, el dispositivo de lógica de paquete añade la cabecera e información de cola a cada trama isócrona que lee desde la memoria intermedia de enlace ascendente.

- 45 El documento EP 1 134 944 da a conocer una red de comunicaciones configurada para operar usando el protocolo de tiempo real (RTP) dentro del protocolo de Internet (IP), caracterizada porque la red está configurada adicionalmente de modo que las cargas útiles RTP comprenden: un mapa de bits de tramas transportadas de longitud fija que define si los datos para cada una de una pluralidad N+1 de posibles ranuras de tiempo están presentes en la carga útil, y un cuerpo de longitud variable que contiene los datos definidos como presentes en el mapa de bits transportados. El documento D2 da a conocer además que las N+1 (por ejemplo 32) tramas de voz pueden multiplexarse en un único paquete RTP.

- 50 El documento ROSENBERG J ET AL: “An RTP Payload Format for User Multiplexing” IETF AVT WORKING GROUP (INTERNET DRAFT), 6 de mayo de 1998 (1998-05-06), XP002127739 da a conocer un formato de carga útil RTP para multiplexar datos de múltiples usuarios en un único paquete RTP. El formato de una cabecera RTP dado a conocer en el mismo incluye los siguientes campos: tipo de carga útil, marca de fecha y hora, bit marcador, SSRC (usado para identificar grupos de usuarios cuyas tramas están sincronizadas)

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

- 55 En un aspecto, la invención comprende un procedimiento de encapsulación de datos TDM en paquetes de datos individuales para su transmisión a través de una red por paquetes. El procedimiento incluye delinear los datos

TDM en una o más multitramas de señalización, en el que cada multitrama de señalización incluye un periodo de un patrón de señalización periódico. El procedimiento incluye además adjuntar una cabecera que está asociada con los paquetes de datos individuales a cada una de las multitramas de señalización de datos TDM.

5 Una realización del procedimiento incluye además delinear los datos TDM de manera que un primer byte en la una o más multitramas de señalización sea directamente adyacente a la cabecera.

Otra realización del procedimiento incluye además adjuntar una cabecera RTP a cada una de las multitramas de señalización.

Otra realización del procedimiento incluye además adjuntar una cabecera RTP modificada a cada una de las multitramas de señalización.

10 Otra realización del procedimiento incluye además extraer los datos TDM desde una o más ranuras de tiempo a partir de un flujo TDM de datos.

15 Otro aspecto de la invención comprende un paquete de datos construido y dispuesto para encapsular datos TDM para su transmisión a través de una red por paquetes. El paquete de datos incluye un segmento de los datos TDM de una o más ranuras TDM de tiempo. El segmento de los datos TDM corresponde a una multitrama de señalización de los datos TDM que incluye un periodo de un patrón de señalización periódico. El paquete de datos incluye además una cabecera asociada con los paquetes de datos individuales adjuntada al segmento de los datos TDM.

En otra realización del paquete de datos, los datos TDM incluyen datos T1.

En otra realización del paquete de datos, los datos TDM incluyen datos E1.

20 En otra realización del paquete de datos, el segmento de datos TDNL está delineado de manera que un primer byte en la multitrama de señalización sea directamente adyacente a la cabecera. La cabecera puede incluir una cabecera RTP. Además, la cabecera RTP puede incluir una cabecera RTP extendida que contiene datos asociados con (i) la ranura de tiempo de inicio, (ii) el número de ranuras de tiempo por trama, y (iii) el número de multitramas en el paquete de datos

25 En otra realización del paquete de datos, la multitrama de señalización corresponde a una multitrama asociada con los datos TDM. La multitrama puede incluir 16 tramas para datos E1, o la multitrama puede incluir 24 tramas para datos T1.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las diversas características únicas, así como las diversas realizaciones inventivas, pueden entenderse mejor a partir de la siguiente descripción, leída junto con los dibujos adjuntos en los que:

30 la figura 1 muestra cómo se encapsulan datos TDM en paquetes de protocolo de tiempo real, según la presente invención;

la figura 2 muestra la configuración de tramas E1 usadas en la encapsulación de datos en la figura 1;

la figura 3A muestra la configuración de tramas T1 (señalización de 16 estados) usadas en la encapsulación de datos en la figura 1;

35 la figura 3B muestra la configuración de tramas T1 (señalización de 4 estados) usadas en la encapsulación de datos en la figura 1;

la figura 4 muestra la extensión de la cabecera RTPx usada en la encapsulación de datos en la figura 1;

la figura 5 muestra cómo varía la eficacia EF en función de n, y cómo la constante de tiempo τ controla la tasa a la que cambia la eficacia;

40 la figura 6 muestra k, el número de multitramas encapsuladas en un paquete RTP según la presente invención, representado en una gráfica en función de n;

la figura 7 representa en una gráfica k de la figura 6 junto con otros diversos parámetros asociados;

la figura 8 representa en una gráfica los parámetros k, PL y EFF frente a n con el suelo de eficacia $EF1 = 0,8$;

45 la figura 9 representa en una gráfica los parámetros k, PL y EFF frente a n con $\tau = 6$, y todos los demás parámetros iguales que en la figura 7; y,

la figura 10 muestra el parámetro k, el número de multitramas encapsuladas en un paquete RTP según la presente invención, en forma de tabla.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

Un procedimiento de encapsulación de datos TDM en paquetes de datos individuales (también denominado “capa de convergencia”), tal como se describe en el presente documento, proporciona una nueva forma de transportar datos T1 o E1 a través de redes basadas en paquetes existentes. Por tanto, el procedimiento descrito en el presente documento es un conjunto de reglas que definen cómo organizar los datos TDM en los paquetes individuales de un protocolo de comunicaciones basado en paquetes. Otras clases de datos TDM, tal como T1/E1 fraccional y Nx64K, también pueden transportarse usando el procedimiento descrito en el presente documento. Con fines de ilustración y ejemplo únicamente, la descripción del procedimiento en el presente documento se centra en el transporte de datos T1 o E1 (denominados E1/T1 en el presente documento). Los conceptos subyacentes enseñados también son aplicables a otros formatos de datos. El presente procedimiento de encapsulación de datos TDM en paquetes de datos individuales (es decir, la capa de convergencia) permite que los datos TDM, por ejemplo T1, E1, N x 64k, etc., se encapsulen en paquetes de protocolo de tiempo real (denominado en el presente documento “RTP”), tal como se muestra en la figura 1. Cada trama 102 se distribuye entre n ranuras 104 de tiempo, y M tramas a partir de cada multitrama 106. Para transportar aplicaciones CBR en tiempo real a través de redes por paquetes, el protocolo usado con mayor frecuencia es RTP, que proporciona servicios de entrega de extremo a extremo adicionales necesarios por los protocolos de capa superior para transportar datos con características de tiempo real, tales como audio, vídeo y voz. Estos servicios incluyen identificación del tipo de carga útil; numeración de secuencias, marcación de fecha y hora y monitorización de entrega. Los números de secuencia incluidos en RTP permiten al receptor reconstruir la secuencia de paquetes del emisor.

Para redes basadas en IP, RTP normalmente se ejecuta encima de UDP para hacer uso de sus servicios de multiplexación y suma de comprobación. Esto se indica por RTP/IP/UDP para indicar las capas de protocolo implicadas.

Para redes basadas en retransmisión de trama, RTP se ejecuta encima del protocolo de retransmisión de trama y se indica por FR/RTP. También es posible encapsular RTP/IP/UDP dentro del paquete de retransmisión de trama, por lo que pasa a ser FR/IP/UDP/RTP.

Además de las cabeceras convencionales para IP, UDP y FR, se añade una cabecera de cuatro bytes para la capa de convergencia. Esta cabecera de cuatro bytes se denomina cabecera de extensión RTP (RTPx).

El número de multitramas T1/E1 en un único paquete RTP viene dado por el parámetro k. El valor de k puede seleccionarse manualmente o determinarse automáticamente mediante un algoritmo de ponderación exponencial (EWA). El algoritmo EWA se describe con más detalle en el presente documento.

Una multitrama T1/E1 (denominada en el presente documento “MF”) consiste en M tramas, siendo M igual a 24 para T1 y siendo M igual a 16 para E1. Cada trama consiste en n ranuras de tiempo DS0, pudiendo ser el valor de n de desde 1 hasta 24 para T1 y desde 1 hasta 32 para E1. El parámetro n también se denomina en el presente documento como “utilización de ranura de tiempo”. Los bits de entramado T1/E1 no están encapsulados en los paquetes RTP, y por tanto se descartan en la capa de convergencia.

La señalización asociada al canal (denominada en el presente documento “CAS”), también conocida en la técnica como señalización ABCD o AB, se usa normalmente para implementar entroncado de voz sobre T1B1. La señalización CAS es esencialmente un patrón de señalización periódico dentro del flujo de datos E1/T1. Con el fin de conservar la información de señalización después de que se hayan descartados los bits de entramado T1/E1, la capa de convergencia requiere que el primer byte después de la cabecera RTP debe ser el primer byte en una multitrama de señalización E1/T1 (denominada en el presente documento “SMF”). Para la señalización de 16 estados, los bits de señalización ABCD se repiten una vez por multitrama (es decir, cada M tramas). Por tanto, la longitud de la SMF es igual que la longitud de la multitrama T1/E1. La SMF para señalización de 16 estados es de 16 tramas de longitud para E1 y de 24 tramas para T1. La primera trama en una SMF para señalización de 16 estados corresponde la trama 0 para E1 (véase la figura 2) y a la trama 1 para T1 (véase la figura 3). Esta colocación de las tramas T1/E1 en la SMF permite identificar los bits de señalización CAS y extraerlos en el extremo remoto. Los bits de señalización ABCD pueden por tanto transportarse de manera transparente a las capas superiores sin tener que enviar los bits de entramado T1/E1. Para la señalización (AB) CAS de 4 estados sólo se usan dos bits de señalización. La SMF para E1 es la misma que para el caso de 16 estados. Para T1 sin embargo, los bits AB se repiten cada M/2 tramas. Por tanto la SMF sólo tiene una longitud de 12 tramas. El primer byte después de la cabecera RTP para este caso es o bien el primer byte en la trama 1 o la trama 13. El byte de señalización E1 se transporta de manera transparente en la ranura de tiempo 16 (TS 16). Para E1, TS 0 no se usa. Por tanto en una realización preferida, TS 16 en la carga útil E1 se transporta en TS 0 de la carga útil encapsulada. En otras realizaciones, TS 16 de la carga útil E1 se transfiere en TS 16 de la carga útil encapsulada. Para T1, la señalización CAS se incrusta en los datos TDM (LSB) y es transparente para las capas superiores. La capa de convergencia para N x 64 no tiene el requisito de mantener límites de multitrama, por lo que M (es decir, la longitud de la SMF) puede ser cualquier valor.

La capa de convergencia define una cabecera RTP modificada que incluye una extensión de cuatro bytes, indicada por RTPx, tal como se muestra en la figura 4, donde se definen los siguientes campos de RTPx como sigue:

a) TS de inicio 5 bits, ranura de tiempo de inicio para la carga útil T1/E1

- b) n 5 bits, número de ranuras de tiempo usadas en la trama T1/E1
- c) k 6 bits, número de multitramas encapsuladas en un paquete RTP
- d) Resto 16 bits, sin definir. Son opcionales y pueden usarse para cosas tales como un enlace de datos de usuario o para información de tipo de carga útil adicional.

5 La capa de convergencia requiere que el paquete IP tras la encapsulación sea inferior o igual a 1500 bytes, que es la unidad de transmisión máxima (MTU) de Ethernet. Esto se hace para evitar la fragmentación de paquetes dando como resultado una multiplicación de errores.

Pueden definirse varios parámetros asociados con la capa de convergencia descrita en el presente documento. Por ejemplo:

10 1) Sobrecarga de paquete – este parámetro describe el número de bytes en cada paquete para varias capas de comunicación.

Sobrecarga de paquete = 20 para IP

Sobrecarga de paquete = 8 para UDP

Sobrecarga de paquete = 12 para RTP

15 Sobrecarga de paquete = 8 para retransmisión de trama

Sobrecarga de paquete = 4 para RTPx (Extensión RTP)

2) OH -- este parámetro describe el número total de bytes de sobrecarga para varias combinaciones de capas de comunicaciones.

OH= 44 para IP/UDP/RTP/RTPx

20 OH= 24 para FR//RTP/RTPx

3) n - este parámetro describe el número de ranuras de tiempo por trama T1/E1.

n= de 1 a 31 para E1

n = de 1 a 24 para T1

4) M -- este parámetro describe el número de tramas en una multitrama de señalización

25 M = 16 para E1

M = 24 para T1 con señalización de 16 estados

M = 12 para T1 con señalización de 4 estados

5) N_{mx} – este parámetro describe el número máximo de ranuras de tiempo por trama

N_{mx} = 31 para E1

30 N_{mx} = 24 para T1

6) k -- este parámetro describe el número de multitramas en un paquete

Seleccionar k manualmente para $k < 32$

Seleccionar k automáticamente basándose en n, usar algoritmo de factor de ponderación

7) T_{MF} – este parámetro describe el periodo (duración) de una multitrama de señalización (SMF)

35 T_{MF} = 2 ms para E1

T_{MF} = 3 ms para T1 con señalización de 16 estados

T_{MF} = 1,5 ms para T1 con señalización de 4 estados

8) PL - este parámetro describe el tamaño de la carga útil en bytes; $PL = k n M$

9) PKT – este parámetro describe el tamaño de cada paquete en bytes, incluyendo la sobrecarga y la carga útil.

$$PKT = PL + OH$$

10) EF – este parámetro, la eficacia del paquete, describe la proporción del tamaño de carga útil frente al tamaño global del paquete.

$$EF = PL / PKT$$

5 11) T_D - este parámetro, la latencia del paquete, describe la duración del número total de multitramas en un paquete.

$$T_D = k T_{MF} \text{ ms}$$

10 En una realización, el número de multitramas T1/E1 en un único paquete RTP (es decir, el parámetro k) se selecciona manualmente, en los casos en los que el usuario necesita controlar o minimizar la latencia. En esta realización, el usuario especifica la utilización de ranura de tiempo n, y el número de multitramas k que van a encapsularse.

15 En otra realización, el parámetro k se selecciona automáticamente mediante un algoritmo de ponderación exponencial (en lo sucesivo denominado EWA), que optimiza el valor de k para EF altas y por tanto una eficacia de ancho de banda alta. En general, la eficacia de ancho de banda alta es más importante para n más grandes, es decir, para una utilización de ranura de tiempo más grande de la transmisión T1/E1. Aumentar la eficacia de ancho de banda requiere aumentar el valor de k, es decir, aumentar el número de multitramas que van a encapsularse. Un aumento en la latencia del paquete puede ser una consecuencia no deseable de aumentar k.

20 Obsérvese que para valores grandes de n (es decir, utilización de ranura de tiempo alta), el valor de k no tiene que ser grande para una eficacia de ancho de banda alta. Por ejemplo, dado n = 31 en un sistema E1, un valor de k = 1 da lugar a una eficacia superior al 90% para el caso IP/UDP. Sin embargo, para valores pequeños de n, un valor grande de k puede ser necesario para conseguir ese mismo 90%, lo que por consiguiente aumenta la latencia. Esta realización usa un algoritmo (EWA) para controlar el porcentaje de sobrecarga de paquete (con respecto al paquete total) para ponderar exponencialmente la eficacia de ancho de banda. Para valores menores de n, el algoritmo EWA permite un mayor porcentaje de sobrecarga de paquete, disminuyendo la eficacia de paquete EF y por tanto la eficacia de ancho de banda. El algoritmo EWA disminuye gradualmente el porcentaje de la sobrecarga de paquete, aumentando así la eficacia de paquete EF, a medida que n se hace más grande. Una "eficacia permitida mínima" puede establecerse aplicando un parámetro de entrada predeterminado, EF_1 , al algoritmo EWA, lo que sucede con n = 1. El usuario también puede especificar una constante de tiempo exponencial τ . El valor de τ determina con qué rapidez o lentitud aumenta la eficacia de paquete EF. En una realización, los valores para τ oscilan desde 1 hasta 8, aunque también pueden usarse otros intervalos adecuados para τ . Los valores de τ en o cerca del extremo inferior del intervalo admisible normalmente proporcionan una convergencia más rápida. Detalles del algoritmo EWA se exponen mediante las siguientes ecuaciones y texto.

El tamaño de carga útil (PL) en bytes es el producto del número de multitramas enviado (k), el número de tramas en cada multitrama (M), y el número de ranuras de tiempo DSO en cada trama (n), es decir,

$$PL = knM \tag{1}$$

El tamaño de paquete PKT en bytes es la suma del tamaño de carga útil (PL) y los bytes de sobrecarga total (OH) en cada paquete, es decir,

$$\begin{aligned} PKT &= OH + PL \\ &= knM + OH \end{aligned} \tag{2}$$

La eficacia EFF en función de n viene dada por la proporción del tamaño de carga útil (PL) respecto al tamaño de paquete global (PKT), es decir,

$$EFF = \frac{PL}{PKT} = \frac{knM}{knM + OH} \tag{3}$$

Cuando se utiliza el número máximo de ranuras de tiempo DSO (es decir, $n = N_{mx}$), la eficacia mínima E_{31} se da para k=1, y (para E1) viene dada por

$$E_{31} = EFF(k \rightarrow 1, n \rightarrow N_{\max})$$

$$= \frac{M N_{\max}}{M N_{\max} + OH} \quad (4)$$

Una eficacia ponderada, EF, viene dada por la siguiente ecuación:

$$EF = EF_{31} - (EF_{31} - EF_1) e^{\frac{1-n}{\tau}} \quad (5)$$

5 La eficacia ponderada EF en la ecuación (5) aumenta exponencialmente a medida que n se aproxima a N_{\max} . El empaquetado de cada paquete individual se basa en el porcentaje de sobrecarga objetivo que produce una eficacia mínima EF_1 . Este algoritmo de ecuación (5) usa un factor de ponderación exponencial, de manera que la eficacia aumenta a medida que aumenta el número de ranuras de tiempo n, desde un mínimo de EF_1 con $n = 1$, hasta un máximo de EF_{31} con $n = N_{\max}$. La figura 5 muestra cómo varía la eficacia EF en función de n, tal como se describe mediante la ecuación (5), y cómo la constante de tiempo τ controla la tasa a la que cambia la eficacia. La figura 5 muestra dos curvas, una representando $\tau = 2$ y una representando $\tau = 6$. Aunque ambas curvas tienen esencialmente el mismo valor en los extremos de n (es decir, ambas empiezan con $EF_1 = 0,7$ y tienen una eficacia final de aproximadamente 0,9), la curva correspondiente a $\tau = 2$ se aproxima al nivel de eficacia de 0,9 con respecto a n que la curva correspondiente a $\tau = 6$.

15 La expresión para EFF dada por la ecuación (3) y la expresión para EF dada por (5) son ambas en función de n. Ajustar la expresión para EFF igual a la expresión para EF y resolver k da lugar a:

$$\tilde{k} = \frac{-OH(-M N_{\max} e^{1/\tau} + M N_{\max} e^{n/\tau} + EF_1 M N_{\max} e^{1/\tau} + EF_1 OH e^{1/\tau})}{nM(-M N_{\max} e^{1/\tau} + EF_1 M N_{\max} e^{n/\tau} - OH e^{n/\tau} + EF_1 OH e^{1/\tau})} \quad (6)$$

20 Una función de cuantificación (denominada en el presente documento como "techo[]"), que redondea el argumento entre paréntesis al entero más alto, se aplica al lado derecho de la ecuación (6). La ecuación (6) debe cuantificarse porque la variable k sólo puede adoptar valores enteros. La ecuación resultante dada por la ecuación (7) siguiente se denomina en el presente documento algoritmo de ponderación exponencial (EWA).

$$k = \text{Techo} \left[\frac{-OH(-M N_{\max} e^{1/\tau} + M N_{\max} e^{n/\tau} + EF_1 M N_{\max} e^{1/\tau} + EF_1 OH e^{1/\tau})}{nM(-M N_{\max} e^{1/\tau} + EF_1 M N_{\max} e^{n/\tau} - OH e^{n/\tau} + EF_1 OH e^{1/\tau})} \right] \quad (7)$$

Usando el valor de k calculado a partir de la ecuación (7), el retardo (es decir, la latencia) puede calcularse como sigue:

$$T_D = k T_{MF} \quad (8)$$

25 La figura 6 muestra k a partir de la ecuación (7) representada en una gráfica en función de n. Los parámetros usados en este ejemplo (es decir, $N_{\max} = 31$, $M = 16$, $OH = 44$, y $\tau = 2$) son para E1 sobre IP/UDP/RTP, para eficacias de $EF = 0,7$ y $0,8$.

30 La figura 7 representa en una gráfica k, PL y EFF frente a n, según se derivan de la ecuación (7). Algunos de los parámetros se ajustaron a escala con el fin de representarlos todos en la misma gráfica. La carga útil PL se ajusta a escala de manera descendente por un factor de 100 y la eficacia EFF se ajusta a escala de manera ascendente por un factor de 10. Por tanto, la figura 7 representa en una gráfica k, PL/100 y 10 EFF para EF_1 del 60%. La figura 7 muestra que la carga útil PL está por debajo de un límite objetivo superior (es decir, max PL) de 1500 bytes.

35 La figura 8 también representa en una gráfica los parámetros k, PL y EFF frente a n, según se derivan de la ecuación (7), con el mismo ajuste a escala usado para la figura 7. La figura 8 representa los parámetros k, PL y EFF frente a n con el suelo de eficacia $EF_1 = 0,8$, y todos los demás parámetros iguales que para la figura 7. La comparación

de la figura 7 con la figura 8 muestra por tanto cómo varían los parámetros k , PL y EFF con respecto a n para diferentes eficacias mínimas.

La figura 9 representa en una gráfica los parámetros k , PL y EFF frente a n con $\tau = 6$, y todos los demás parámetros iguales que para la figura 7. La comparación de la figura 7 con la figura 9 por tanto muestra el efecto que tiene τ sobre la convergencia de los parámetros k , PL y EFF.

La figura 10 muestra una selección de parámetros producidos a partir de la ecuación (7) en forma de tabla (es decir, una "tabla de consulta") para E1 sobre IP/UDP/RTP con la eficacia mínima del 90%, 80% y 70%, y los parámetros $N_{\max} = 31$, $M = 16$, $OH = 44$, y $\tau = 2$. La tabla de consulta de la figura 10 puede usarse para proporcionar un punto de funcionamiento adecuado para el protocolo de paquetes (es decir, un valor particular de k con respecto a n) dada una eficacia EF deseada y el suelo de eficacia E_1 .

Una realización de un sistema 200 para implementar el algoritmo EWA según la ecuación (7) (es decir, para seleccionar un valor de k de modo que se pondere exponencialmente la eficacia de paquete) se muestra en forma de diagrama de bloques en la figura 11. El sistema 200 incluye un ensamblador 202 de paquetes, un procesador 204, y un conmutador 206. El ensamblador 202 de paquetes recibe datos TDM para su encapsulación en paquetes. El procesador 204 recibe parámetros 208 introducidos por el usuario (por ejemplo, ranuras de tiempo máximas por trama N_{\max} , tamaño de sobrecarga OH, tramas por multitrama de señalización M, eficacia mínima EF_1 , constante de tiempo τ , número de ranuras de tiempo asociadas con los datos TDM n , et al.) en el procesador 204. El procesador 204 calcula un valor del parámetro k en función de los parámetros 208 introducidos por el usuario. El procesador 204 pasa el parámetro k , a través del conmutador 206, al ensamblador de paquetes. Cada posible valor de k que el procesador 204 genera corresponde a un valor del número de ranuras de tiempo n en los datos TDM, de manera que la eficacia del paquete de datos aumenta exponencialmente a medida que aumenta el número de ranuras de tiempo en los datos TDM. Por tanto, el procesador 204 proporciona valores de k para diferentes valores de n al ensamblador 202 de paquetes, según el algoritmo EWA tal como se ha descrito en el presente documento, y el ensamblador 202 de paquetes compila paquetes con eficacias deseadas, según el algoritmo EWA. El usuario también puede proporcionar un ajuste "manual" de k al ensamblador 202 de paquetes a través del conmutador 206, evitando el algoritmo EWA. Para seleccionar manualmente k , el usuario proporciona un valor de k manual al conmutador 206 y proporciona una señal 208 de control apropiada al conmutador de modo que el valor manual de k se presente al ensamblador 202 de paquetes, en lugar del k generado por el algoritmo EWA.

La invención puede realizarse de otras formas específicas sin alejarse del espíritu o características esenciales de la misma. Las presentes realizaciones han de considerarse por tanto a todos los efectos como ilustrativas y no restrictivas, estando el alcance de la invención indicado por las reivindicaciones adjuntas más que por la descripción anterior, y todos los cambios que entren dentro del significado y alcance de equivalencia de las reivindicaciones pretenden por tanto estar abarcados por las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de encapsulación de datos por TDM en paquetes de datos individuales para su transmisión a través de una red por paquetes, que comprende:
- 5 delinear los datos TDM en una o más multitramas (106) de señalización, en el que cada multitrama (106) de señalización está formada por tramas e incluye un periodo de un patrón de señalización periódico mediante el que cada una de las tramas comprende un número de ranuras de tiempo; y,
- adjuntar una cabecera asociada con un paquete de datos individual a la una o más multitramas (106) de señalización de datos TDM;
- 10 **caracterizado porque** incluye además adjuntar una cabecera RTP modificada a la una o más multitramas de señalización, teniendo la cabecera RTP modificada datos asociados con
- (i) la ranura (104) de tiempo de inicio,
- (ii) el número de ranuras (104) de tiempo por trama (102), y
- (iii) el número de multitramas (106) en el paquete de datos individual.
- 15 2. Un procedimiento según la reivindicación 1, que incluye además delinear los datos TDM de manera que un primer byte en la una o más multitramas (106) de señalización sea directamente adyacente a la cabecera.
3. Un procedimiento según la reivindicación 1, que incluye además extraer los datos TDM desde una o más ranuras de tiempo a partir de un flujo TDM de datos.
4. Un paquete de datos construido y dispuesto para encapsular datos TDM para su transmisión a través de una red por paquetes, que comprende:
- 20 datos TDM desde una o más ranuras (104) de tiempo TDM, delineados en una multitrama (106) de señalización formada por tramas y que incluye un periodo de un patrón de señalización periódico, mediante el cual cada una de las tramas comprende un número de ranuras de tiempo; y,
- una cabecera asociada con los paquetes de datos adjuntada a los datos TDM;
- 25 **caracterizado porque** la cabecera incluye una cabecera RTP, y la cabecera RTP incluye una cabecera RTP extendida que tiene datos asociados con
- (i) la ranura (104) de tiempo de inicio,
- (ii) el número (104) de ranuras de tiempo por trama (102), y
- (iii) el número de multitramas (102) en el paquete de datos.
5. Un paquete de datos según la reivindicación 4, en el que los datos TDM incluyen datos T1.
- 30 6. Un paquete de datos según la reivindicación 4, en el que los datos TDM incluyen datos E1.
7. Un paquete de datos según la reivindicación 4, en el que los datos TDM están delineados de manera que un primer byte n la multitrama (106) de señalización sea directamente adyacente a la cabecera.
8. Un paquete de datos según la reivindicación 4, en el que la multitrama (106) de señalización corresponde a una multitrama (106) asociada con los datos TDM.
- 35 9. Un paquete de datos según la reivindicación 8, en el que la multitrama (106) incluye 16 tramas (102) para datos E1.
10. Un paquete de datos según la reivindicación 8, en el que la multitrama (106) incluye 24 tramas (102) para datos T1.

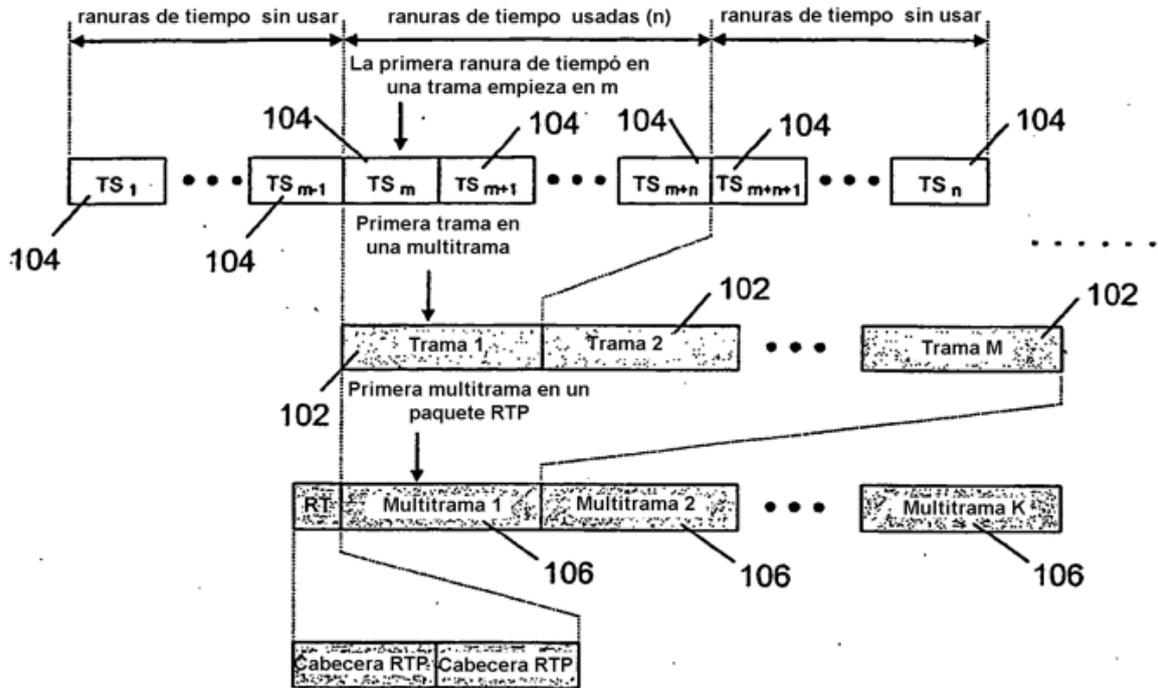


FIG. 1

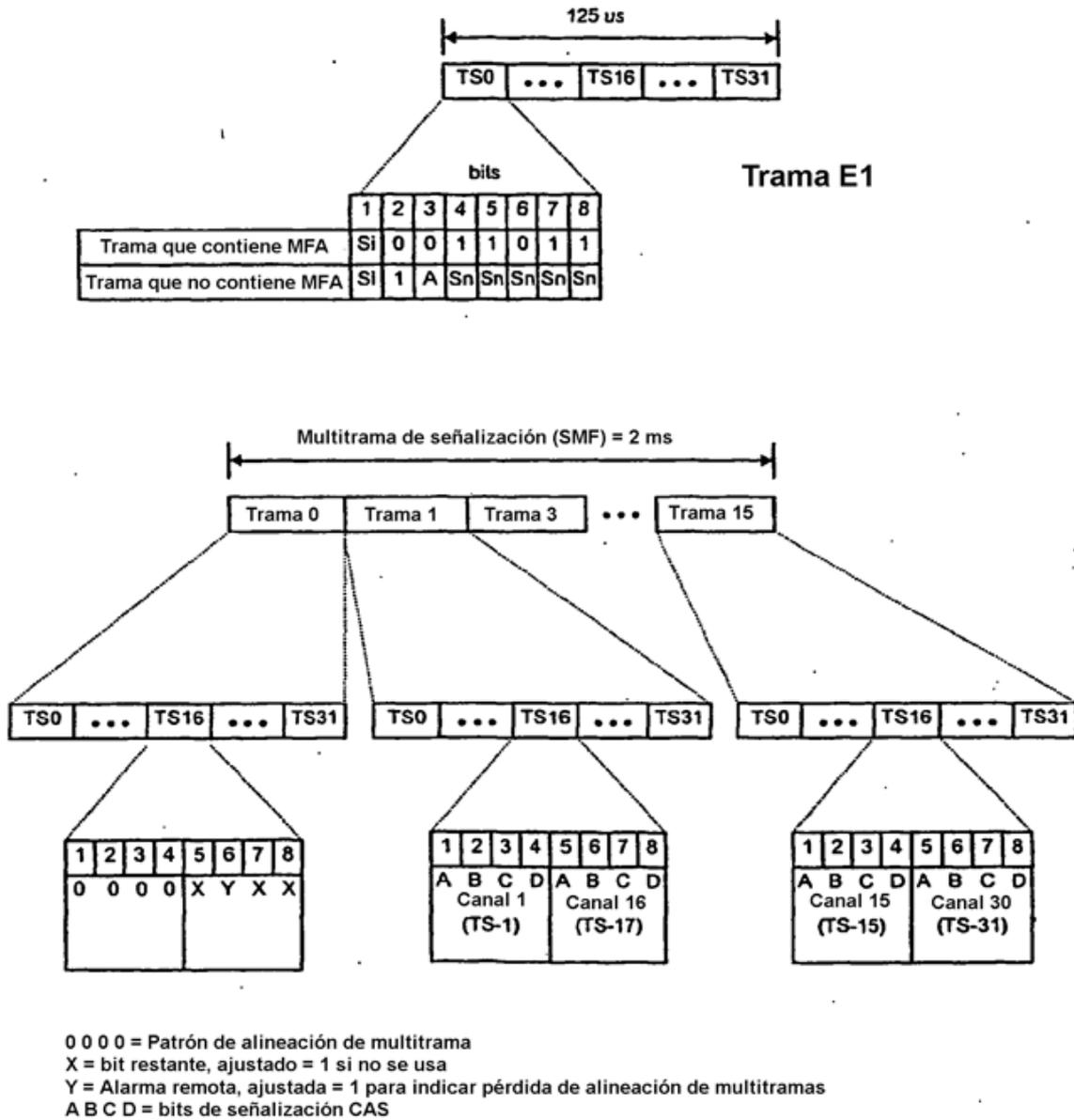


FIG. 2

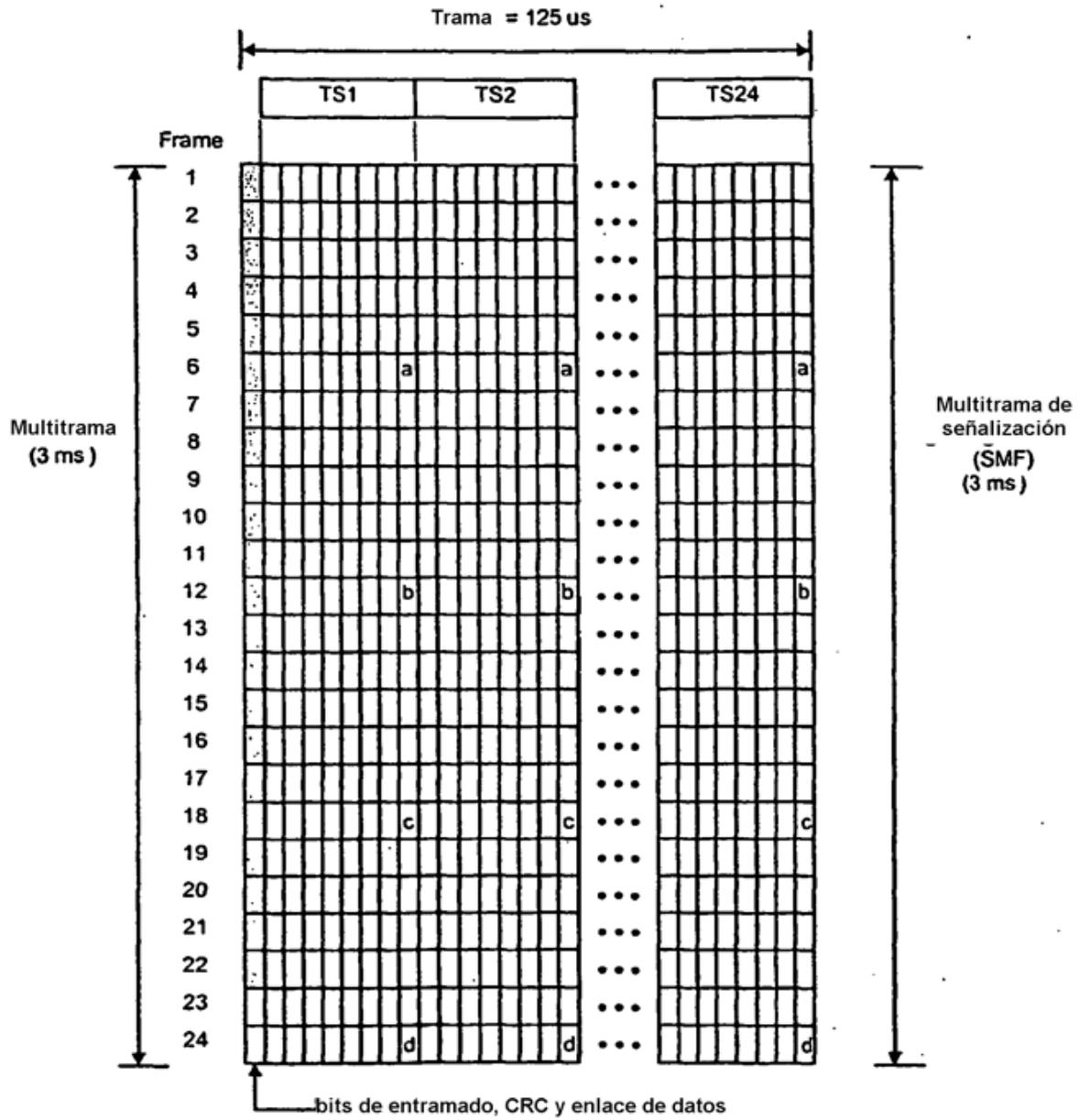


FIG. 3A

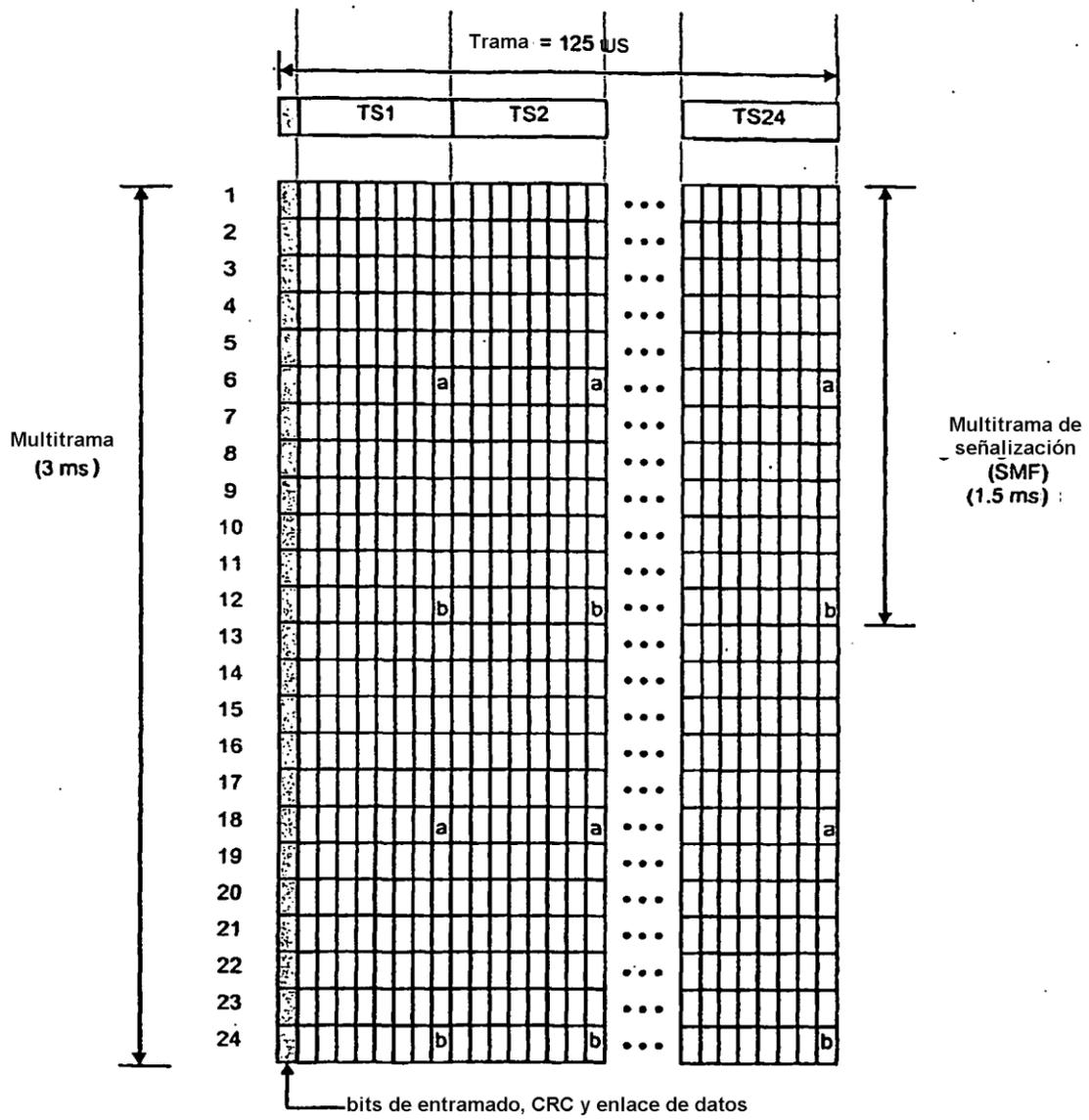


FIG. 3B

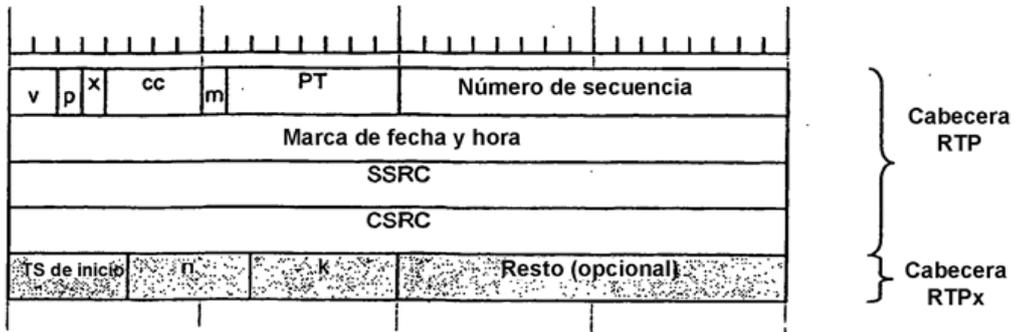


FIG. 4

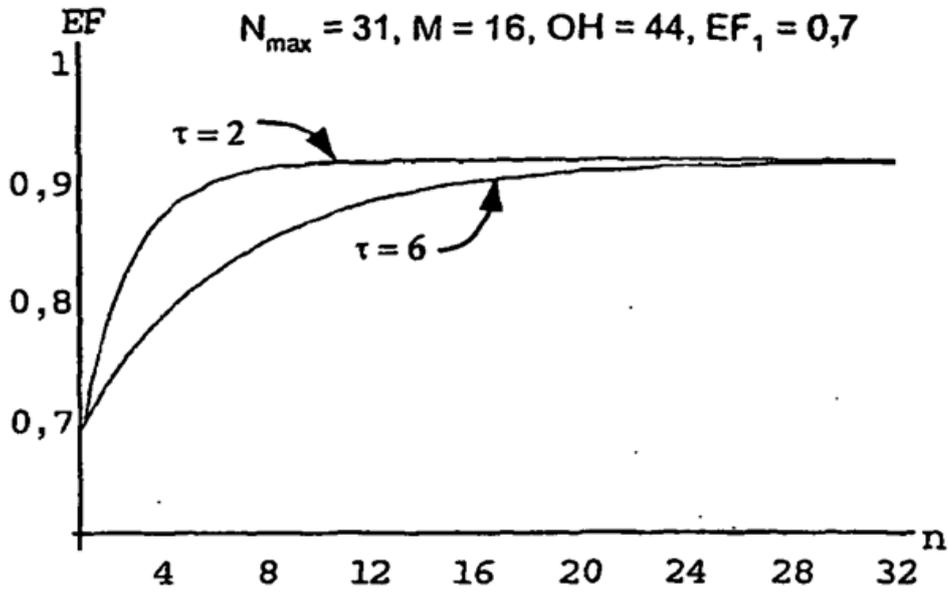


FIG. 5

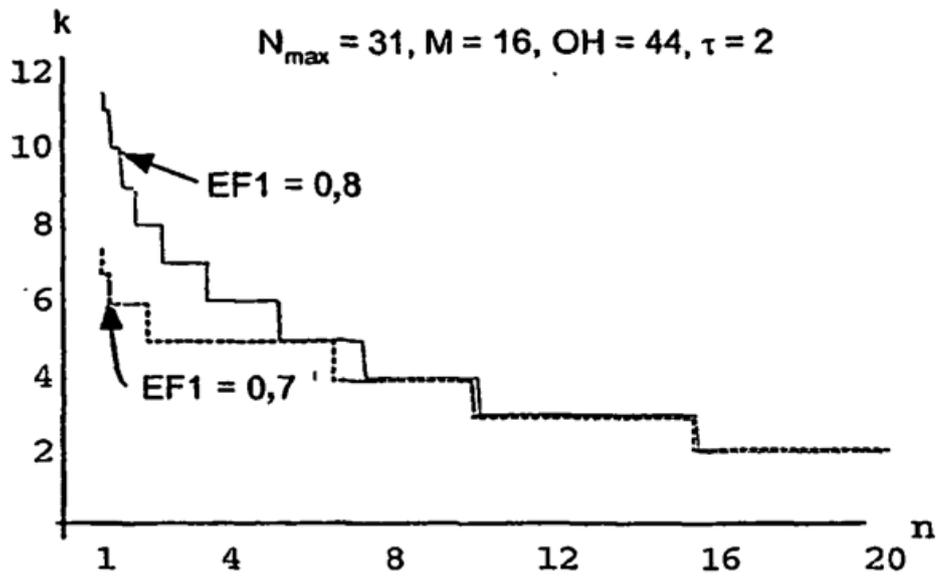


FIG. 6

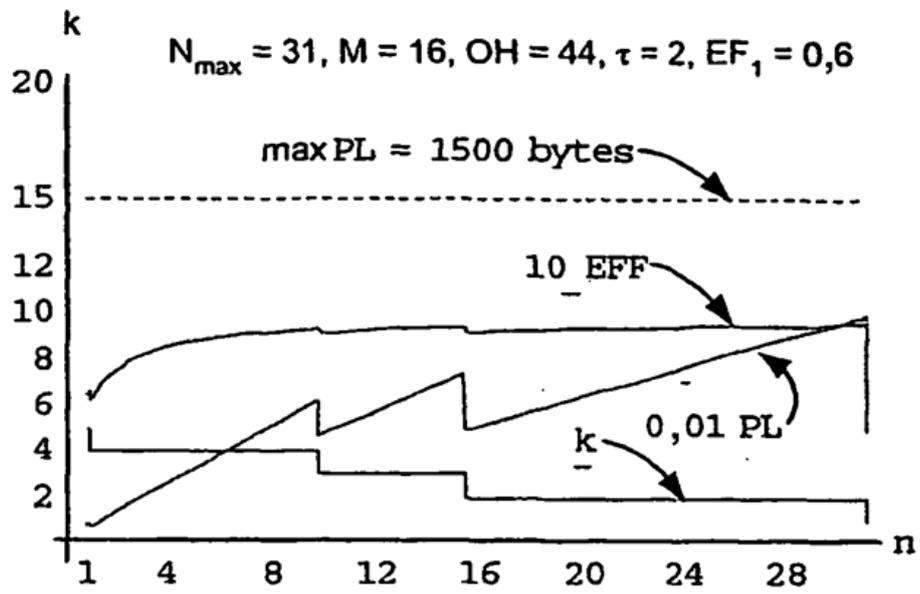


FIG. 7

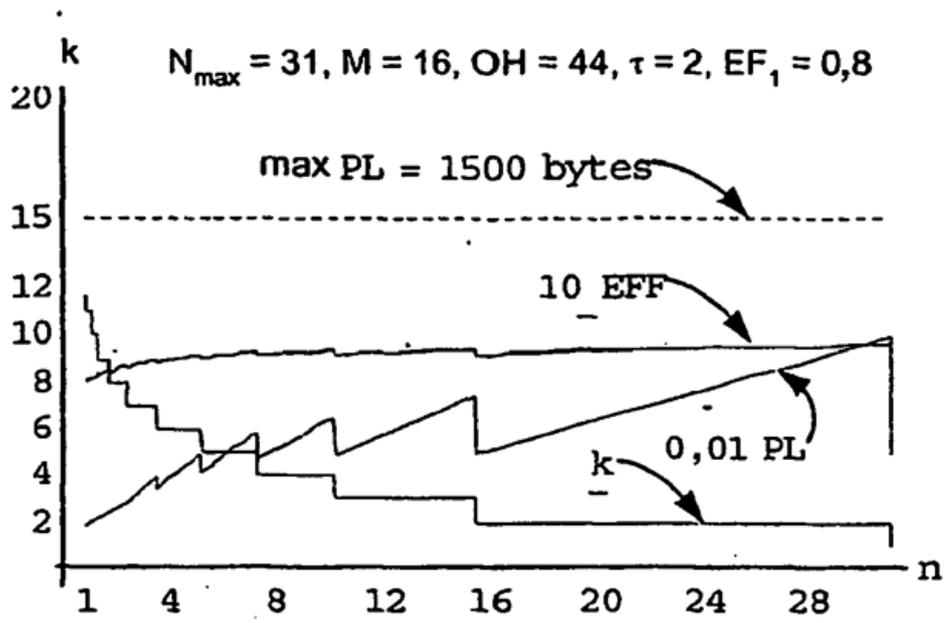


FIG. 8

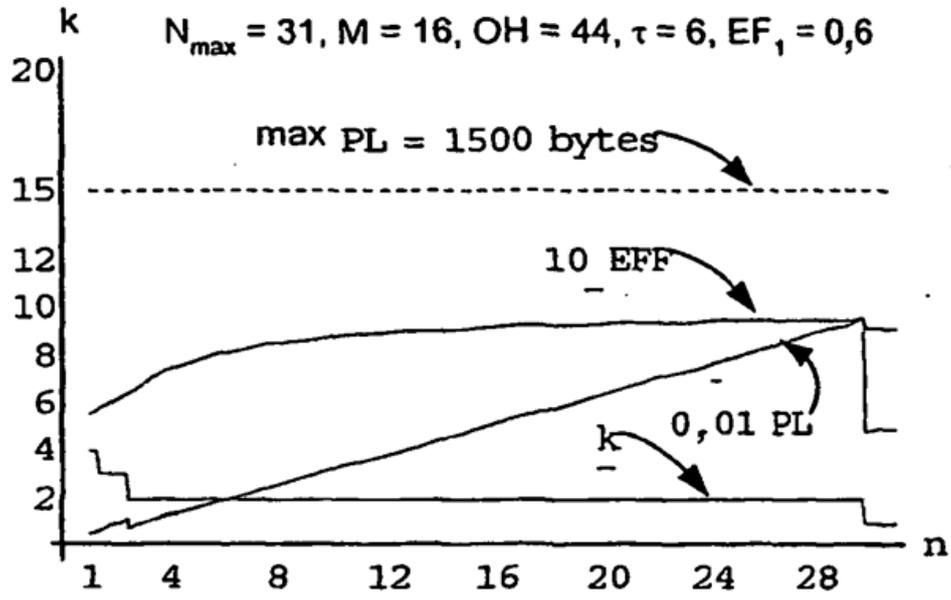


FIG. 9

| n | E1 = 0.9 | | E1 = 0.8 | | E1 = 0.7 | |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | k | EF | k | EF | k | EF |
| 1 | 25 | 0,900901 | 11 | 0,8 | 7 | 0,717949 |
| 2 | 14 | 0,910569 | 8 | 0,853333 | 6 | 0,313559 |
| 3 | 10 | 0,916031 | 7 | 0,884211 | 5 | 0,34507 |
| 4 | 8 | 0,920863 | 6 | 0,897196 | 5 | 0,379121 |
| 5 | 6 | 0,916031 | 6 | 0,916031 | 5 | 0,900901 |
| 6 | 6 | 0,929032 | 5 | 0,916031 | 5 | 0,916031 |
| 7 | 5 | 0,927152 | 5 | 0,927152 | 4 | 0,910569 |
| 8 | 4 | 0,920863 | 4 | 0,920863 | 4 | 0,920863 |
| 9 | 4 | 0,929032 | 4 | 0,929032 | 4 | 0,929032 |
| 10 | 4 | 0,935673 | 4 | 0,935673 | 4 | 0,935673 |
| 11 | 3 | 0,923077 | 3 | 0,923077 | 3 | 0,923077 |
| 12 | 3 | 0,929032 | 3 | 0,929032 | 3 | 0,929032 |
| 13 | 3 | 0,934132 | 3 | 0,934132 | 3 | 0,934132 |
| 14 | 3 | 0,938547 | 3 | 0,938547 | 3 | 0,938547 |
| 15 | 3 | 0,942408 | 3 | 0,942408 | 3 | 0,942408 |
| 16 | 2 | 0,920863 | 2 | 0,920863 | 2 | 0,920863 |
| 17 | 2 | 0,92517 | 2 | 0,92517 | 2 | 0,92517 |
| 18 | 2 | 0,929032 | 2 | 0,929032 | 2 | 0,929032 |
| 19 | 2 | 0,932515 | 2 | 0,932515 | 2 | 0,932515 |
| 20 | 2 | 0,935673 | 2 | 0,935673 | 2 | 0,935673 |
| 21 | 2 | 0,938547 | 2 | 0,938547 | 2 | 0,938547 |
| 22 | 2 | 0,941176 | 2 | 0,941176 | 2 | 0,941176 |
| 23 | 2 | 0,94359 | 2 | 0,94359 | 2 | 0,94359 |
| 24 | 2 | 0,945813 | 2 | 0,945813 | 2 | 0,945813 |
| 25 | 2 | 0,947867 | 2 | 0,947867 | 2 | 0,947867 |
| 26 | 2 | 0,949772 | 2 | 0,949772 | 2 | 0,949772 |
| 27 | 2 | 0,951542 | 2 | 0,951542 | 2 | 0,951542 |
| 28 | 2 | 0,953191 | 2 | 0,953191 | 2 | 0,953191 |
| 29 | 2 | 0,954733 | 2 | 0,954733 | 2 | 0,954733 |
| 30 | 2 | 0,956175 | 2 | 0,956175 | 2 | 0,956175 |
| 31 | 1 | 0,918519 | 1 | 0,918519 | 1 | 0,918519 |

FIG. 10

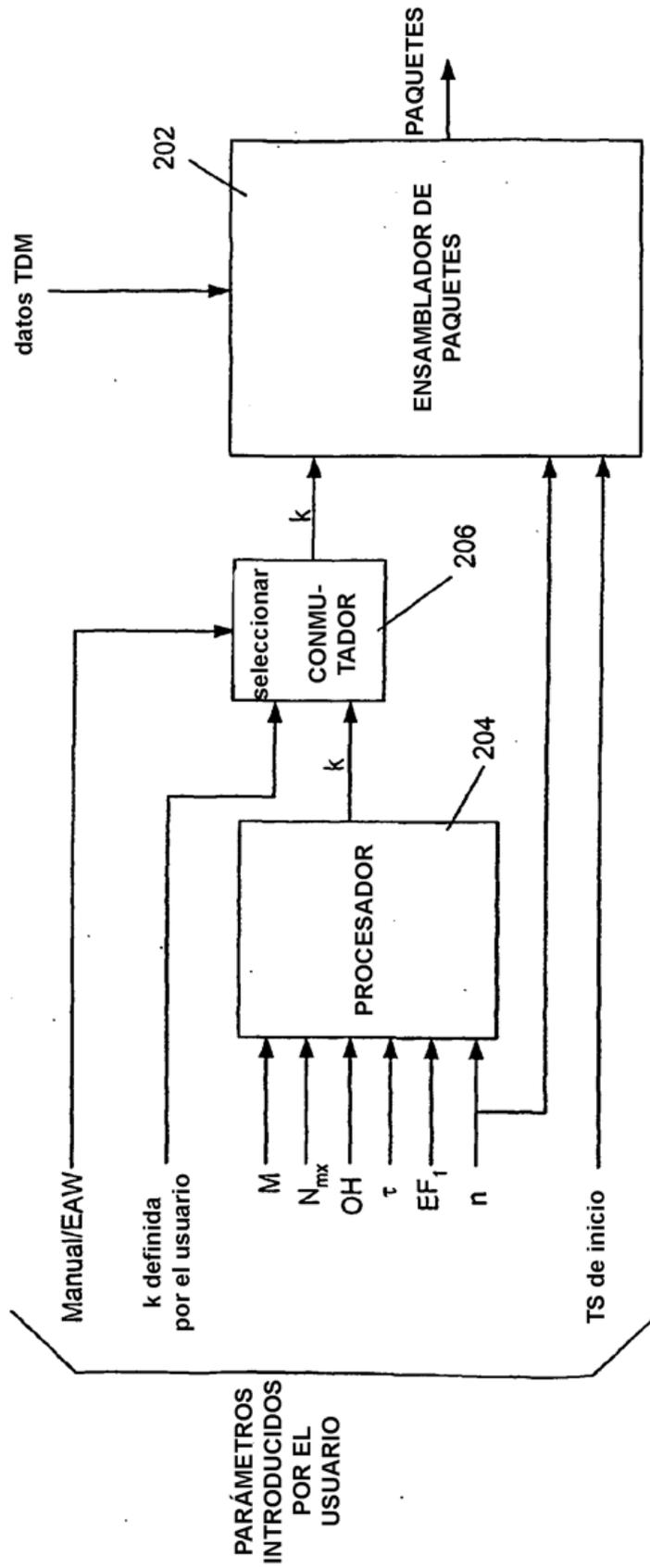


FIG. 11