



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 316 874**

51 Int. Cl.:
H04B 7/005 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03814239 .4**

96 Fecha de presentación : **19.12.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1573935**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.09.2005**

54 Título: **Planificación de transmisión de datos a través de capa de control de acceso al medio (MAC) en una red de telefonía celular.**

30 Prioridad: **20.12.2002 US 435842 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2009

73 Titular/es:
INTERDIGITAL TECHNOLOGY CORPORATION
3411 Silverside Road
Concord Plaza, Suite 105
Wilmington, Delaware 19810, US

72 Inventor/es: **Iacono, Ana, Lucia;**
Doshi, Nihar, Anikumar;
Movva, Sasidhar;
Stern-Berkowitz, Janet;
Schnee, Gary;
Terry, Stephen, E. y
Zhang, Guodong

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 316 874 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

Planificación de transmisión de datos a través de capa de control de acceso al medio (MAC) en una red de telefonía celular.

Campo de la invención

Esta invención se refiere generalmente a los procedimientos utilizados por la Capa de MAC para planificar la transmisión de datos. Más particularmente, la invención se refiere a un método y algoritmo para la transmisión de datos en una red de UMTS.

Antecedentes

En un Third Generation Partnership Project Universal Mobile Telecommunications System (3GPP UMTS) (Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universal mediante el Proyecto de Asociación de Tercera Generación), la capa de MAC en el User Equipment (UE) (Equipo de Usuario) y en el Radio Network Controller (RNC) (Controlador de Red de Radio) es responsable de la planificación de la transmisión de datos en el enlace ascendente y en el enlace descendente respectivamente. Los canales de transporte forman la interfaz entre la capa de MAC y la capa física. En la capa física, un conjunto de canales de transporte es combinado para formar un Coded Composite Transport Channel (CCTrCH) (Canal de Transporte Compuesto Codificado).

La solicitud de patente europea con número de publicación EP 1 349 332 describe un método para minimizar el tiempo de búsqueda para la selección de un formato de transporte en un sistema de comunicación CDMA que incluye una capa de RLC y una capa de MAC. La entidad de la capa de RLC contiene una pluralidad de canales lógicos y transmite datos de entrada a la capa de MAC a través de un canal lógico específico de entre los canales lógicos. La capa de MAC contiene una pluralidad de canales de transporte y transmite los datos de entrada a una capa física a través de un canal de transporte específico de entre los canales de transporte. Los formatos de transporte son generados para los canales de transporte, y clasificados de acuerdo con los tamaños de datos que pueden ser transmitidos por canales de transporte correspondientes. Se proporciona un indicador a cada uno de los formatos de transporte clasificados de acuerdo con el tamaño de los datos, y se generan una pluralidad de tablas de subconjunto. Cuando los datos son introducidos en la capa de MAC, después de que las tablas de subconjunto son generadas, se detecta una tabla de subconjunto que tiene el mismo tamaño que los datos introducidos en la capa de MAC, y se selecciona un formato de transporte que corresponde a un indicador específico.

Un Transport Format Combination Set (TFCS) (Conjunto de Combinación de Formato de Transporte) es definido para cada CCTrCH. Cada Transport Format Combination (TFC) (Combinación de Formato de Transporte) define un Transport Format (TF) (Formato de Transporte) para cada canal de transporte del CCTrCH. El TF define la tasa de datos de un canal de transporte estableciendo el Transmission Time Interval (TTI) (Intervalo de Tiempo de Transmisión) (en ms), tamaño del Transport Block (TB) (Bloque de Transporte) (en bits) y el tamaño del Transport Block Set (TBS) (Conjunto de Bloques de Transporte) (en número de bloques).

Un TB es la unidad básica intercambiada entre las capas de MAC y física. Un TBS se define como un conjunto de TBs, que son intercambiados entre las capas física y de MAC al mismo tiempo y que usan el mismo canal de transporte. El TTI se define como el tiempo entre llegadas de TBSs. Un TTI es igual a la periodicidad a la cual un TBS es transferido desde la capa de MAC a la capa física y a continuación a través de la capa física al interfaz de radio.

El MAC obtiene datos de la capa de Radio Link Control (RLC) (Control de Enlace de Radio). El interfaz entre la capa de MAC y la capa de RLC está formado por canales lógicos, Radio Bearers (RB) (Portadores de Radio). Cada canal de transporte puede transportar más de un RB. El RLC mantiene una memoria temporal para cada RB; cada memoria temporal contiene un conjunto de Service Data Units (SDUs) (Unidades de Datos de Servicio) de RLC. Algunas configuraciones de RLC (pero no todas) permiten la segmentación de SDUs en Protocol Data Units (PDUs) (Unidades de Datos de Protocolo), algunas permiten la concatenación de SDUs para construir PDUs y algunas permiten el uso de PDUs de relleno. En la capa de MAC, puede añadirse una cabecera de MAC a la PDU para formar un TB.

La capa de MAC selecciona los tamaños de PDU para un TTI dado y solicita estas PDUs de la capa de RLC. El RLC entonces segmenta y/o concatena las SDUs con el fin de satisfacer la solicitud del MAC. El MAC construye a continuación los TBs y envía los TBs a la capa física para ser enviados por el aire en el siguiente TTI.

En el lado del UE, con el fin de llevar a cabo la selección de la TFC, existen algunos requisitos estándar que pueden ser cumplidos por el UE. Estos requisitos se resumen a continuación.

Es deseable proporcionar un método para la selección de la TFC, que obvia la necesidad de que el MAC tenga que determinar la potencia que necesita cada TFC en cada intervalo de tiempo.

Resumen

Esta invención proporciona un método y un algoritmo para la selección de la TFC en el cual la necesidad de que el MAC determine la potencia necesitada por cada TFC en cada intervalo de tiempo es obviada. La siguiente descripción expone el procedimiento del MAC para planificar la transmisión de datos en el que la planificación puede implicar la selección de una TFC para usarse y la selección de RBs a los que se va a dar servicio.

Se explican tanto los lados del UE como del Serving-RNC (S-RNC) (Controlador de Red de Radio - de Servicio) de una red Time Division Duplex (TDD) (Bidireccional por División de Tiempo) de Universal Mobile Telecommunication Service (UMTS) (Servicio de Telecomunicación Móvil Universal). En particular, se presentan las estrategias para la selección de la TFC y los algoritmos correspondientes.

Antes de seleccionar una TFC, debe establecerse un conjunto de TFCs válidas. Este conjunto se denomina el conjunto candidato. Todas las TFCs del conjunto candidato deben satisfacer generalmente las siguientes seis (6) reglas: 1) pertenecer al TFCS; 2) no transportar más bits de los que pueden ser transmitidos en un TTI; 3) respetar la compatibilidad de TTI (es decir, el TF de un TrCH no puede cambiar en medio del TTI del TrCH; 4) no estar en el estado bloqueado, como se define a continuación; 5) ser compatibles con la configuración del RLC; y 6) no requerir un RLC para producir PDUs de relleno. Si todas las TFCs en el TFCS requieren PDUs de relleno, este último requisito puede ser ignorado. La presente invención proporciona soluciones para los últimos tres (3) requisitos.

El criterio bloqueante se define como sigue:

En el caso de un único CCTrCH o múltiples CCTrCHs que tienen mutuamente asignaciones de intervalo de tiempo exclusivo, el UE considera el criterio bloqueante para una TFC dada de un CCTrCH que debe cumplirse si, para tres (3) tramas sucesivas, la potencia de transmisión del UE estimada es mayor que la potencia transmisora del UE máxima para al menos un intervalo de tiempo asociado con el CCTrCH en cada trama.

En el caso de CCTrCH múltiples que no tienen asignaciones de intervalo de tiempo exclusivas mutuamente, si, para un CCTrCH dado para tres (3) tramas sucesivas, la potencia de transmisión del UE estimada es mayor que la potencia transmisora del UE máxima para al menos un intervalo de tiempo asociado con el CCTrCH en cada trama, el UE considera el criterio bloqueante que debe cumplirse para una TFC dada si el uso de esta TFC provoca que la potencia transmitida del UE estimada continúe siendo mayor que la potencia transmisora del UE máxima en al menos un intervalo de tiempo asociado con el CCTrCH.

Por lo que respecta al criterio no bloqueante, el UE no debe considerar el criterio no bloqueante que debe cumplir una TFC dada (que ha sido bloqueada) hasta que el uso de esta TFC haga que la potencia transmitida del UE estimada sea mayor que la potencia transmisora del UE máxima para todos los intervalo de tiempo de Uplink (UL) (Enlace Ascendente) asociados con la TFC para un mínimo de tres (3) tramas sucesivas. El número de las citadas tramas sucesivas puede ser mayor o menor de tres (3) sin separarse del ámbito de la invención. Por ejemplo, el número de tramas sucesivas podría ser tan pequeño como dos (2) o cuatro (4) o más, prefiriéndose tres (3) tramas consecutivas. Este es también el caso para todos los criterios subsiguientes para disposiciones de intervalo de tiempo exclusivo mutuamente para UEs y S-RNCs.

El MAC está dividido en MAC-c y MAC-d. El MAC-c es responsable de canales comunes y el MAC-d es responsable de canales dedicados. En el lado del UE, hay una única TFC definida para el canal común, y por consiguiente la selección de TFC no aplica en el MAC-c del UE. En el lado del RNC, la selección de la TFC se realiza en MAC-c y MAC-d.

La configuración del RLC juega un importante papel durante la selección de la TFC. Dependiendo de la cantidad de datos disponibles para transmisión, algunas TFCs en el TFCS pueden no estar conformes con la configuración del RLC.

La compatibilidad de relleno (es decir, la necesidad de PDUs de relleno) es un problema de la configuración del RLC. Para comprobar la compatibilidad de relleno se necesita comprobar si una TFC requiere PDUs de relleno para un canal de transporte que lleva sólo canales lógicos que no puede proporcionar PDUs de relleno, (es decir, canales lógicos en RLC-TM (modo transparente)). Si es así, entonces la TFC es incompatible con la configuración del RLC y se considera no válida.

Obsérvese que existen otros requisitos relativos a la configuración del RLC. Sin embargo, estos requisitos son comprobados durante el propio procedimiento de selección de TFC. Debido a que el procedimiento de selección de TFC maximiza la capacidad de tratamiento de los datos de alta prioridad, el procedimiento de selección de TFC se lleva a cabo en orden de prioridad de canal lógico, y no por canal de transporte. De este modo, si el requisito de compatibilidad de relleno no fuese satisfecho, todo el procedimiento necesitaría repetirse (sin la TFC seleccionada) con el fin de obtener una TFC válida. Es por lo que la compatibilidad de relleno es comprobada antes de llevar a cabo la selección de TFC, por lo que se reduce el conjunto candidato de TFC.

La comprobación para la compatibilidad de PDU de relleno debe realizarse preferiblemente para cada TFC basándose en la ocupación de memoria temporal de los canales lógicos mapeados a ese canal de transporte y el TF para ese

ES 2 316 874 T3

canal de transporte. La comprobación de la compatibilidad de PDU de relleno se lleva a cabo sólo en canales lógicos configurados para modo transparente (RLC-TM).

El TF determina el número de TBs y el tamaño del TB que se necesita. La primera etapa es determinar cuántas PDUs pueden ser generadas por todos los canales lógicos en ese canal de transporte. Esta determinación debe considerar el tamaño del TB y si la segmentación está permitida o no en cada canal lógico, y comprende las siguientes etapas:

a) Si la segmentación está permitida en el canal lógico, entonces calcular n :

donde $n = SDUsize/TBsize$,

y comprobar si n es un número entero (que significa que el número de PDUs multiplicado por el tamaño de la PDU es igual al tamaño de la SDU).

i. si es sí, entonces el número de PDUs para ese canal lógico es igual a n

ii. si es no, entonces el número de PDUs para ese canal lógico es igual a cero.

b) Si la segmentación no está permitida, comprobar si el tamaño de la SDU es igual al tamaño del TB.

i. si es sí, el número de PDUs para ese canal lógico es igual al número total de SDUs en ese canal lógico disponibles para su transmisión.

ii. si es no, el número de PDUs para ese canal lógico es igual a cero.

El número de PDUs para ese canal de transporte es determinado sumando el número de PDUs para cada canal lógico mapeado a ese canal de transporte.

La TFC puede ser soportada en términos de PDUs de relleno si el número de PDUs para ese canal de transporte es mayor o igual que el número de TBs en el TF.

La idea de un conjunto de TFC mínimo propuesto en los estándares y usado en esta invención se explica a continuación. El conjunto de TFC mínimo es el conjunto que permite la transmisión de un TB del canal de transporte de prioridad más alta que tiene datos para ser enviados. El conjunto de TFC mínimo incluye todas las TFCs que tienen un "TF compatible de menor tamaño" para un canal de transporte y TFs vacíos para todos los demás canales de transporte, donde el "TF compatible de menor tamaño" se define como:

Para canales lógicos de RLC (AM-RLC) en modo de reconocimiento, el "TF compatible de menor tamaño" es el TF con un TB con "Tamaño de RLC" igual al tamaño de la PDU del RLC.

Para canales lógicos (TM-RLC) en Modo Transparente no segmentado. El "TF compatible de menor tamaño" es el TF con un bloque de transporte con "Tamaño de RLC" igual al tamaño de SDU del RLC considerado.

Para TM-RLC en modo segmentado, el "TF compatible de menor tamaño" es el TF tal que el número de bloques de transporte multiplicado por el "Tamaño de RLC" es igual al tamaño de SDU del RLC considerada.

Para (UM-RLC) en Modo de No Reconocimiento, el "TF compatible de menor tamaño" es el TF con un único bloque de transporte (de cualquier tamaño puesto que no hay restricción en el tamaño de la PDU para UM). Si hay más de un TFs con un único bloque de transporte definido, el "TF compatible de menor tamaño" es el uno con tamaño de bloque de transporte mínimo.

En la presente invención, cada vez que se alcanza la potencia de transmisión máxima en un intervalo de tiempo, la capa física envía una notificación junto con el número del intervalo de tiempo a la capa de MAC que ha alcanzado la máxima potencia.

Cada vez que el MAC recibe una notificación desde la capa física de que se ha alcanzado la máxima potencia de transmisión en un intervalo de tiempo, el MAC determina qué CCTrCHs han asignado códigos en el intervalo de tiempo que alcanzó la máxima potencia y marca tales CCTrCHs como que han alcanzado la máxima potencia. Cuando un CCTrCH alcanza la máxima potencia, el MAC comprobará si debe o no "descender":

Descender: Cada vez que un CCTrCH alcanza la máxima potencia de transmisión para tres (3) tramas consecutivas, el MAC limitará el conjunto de TFC candidato al mínimo conjunto de TFC en el siguiente límite de TTI común (TTI común a todos los canales de transporte en el CCTrCH).

Después de que el MAC "desciende", considerará los criterios de recuperación para "ascender".

ES 2 316 874 T3

Para ascender, tras cada trama de operación de un CCTrCH en el conjunto de TFC mínimo, el MAC predecirá la potencia que necesitará el conjunto de TFC completo de ese CCTrCH en la siguiente trama. Si la potencia de transmisión predicha en todos los intervalos de tiempo del CCTrCH es menor que la máxima potencia de transmisión del UE permitida para tres (3) tramas consecutivas, entonces el conjunto de TFC completo puede ser incluido en el conjunto de TFC candidato. De otra forma, se usará el conjunto de TFC mínimo.

Es decir, el MAC permitirá bien el conjunto completo (en términos de potencia) o bien el conjunto mínimo. Esta es una solución de bajo coste que evita la necesidad de que el MAC determine la potencia que necesita cada TFC en cada intervalo de tiempo.

Por lo que se refiere a la predicción de potencia, con el fin de comprobar si el conjunto completo puede ser soportado, es suficiente comprobar si la TFC que requiere la máxima potencia de transmisión puede ser soportada. Sin embargo, debido a la adaptación de la tasa y la penetración usada en el sistema de TDD, la TFC que requiere potencia máxima de transmisión puede ser diferente para cada intervalo de tiempo (es decir, cada intervalo de tiempo tiene asociado con él una TFC que requiere potencia de transmisión máxima). Una solución para este problema es para el MAC conocer el procedimiento usado por la capa física para “llenar” intervalos de tiempo y códigos. La potencia necesitada por cada intervalo de tiempo dependerá de la TFC que se use, puesto que la potencia de transmisión es una función de los factores beta (β) y del número de códigos usados por la TFC en el intervalo de tiempo, y cada TFC puede tener un factor beta diferente y tasa de datos diferente (y así, diferente número de códigos usados).

Se ha propuesto aquí una solución donde el MAC predice la potencia de transmisión en cada intervalo de tiempo del CCTrCH considerando el escenario del caso peor, asumiendo que: todos los códigos asignados se están usando en ese intervalo de tiempo (todos los códigos incluso si son de diferentes CCTrCHs); y se está usando el factor beta más alto de entre todas las TFCs del TFCs.

Si hay códigos de diferentes CCTrCHs en el intervalo de tiempo, entonces se usarán diferentes factores beta para cada código (cada código usará el factor beta más alto del CCTrCH asociado).

La técnica anterior proporciona una solución de bajo coste que evita la necesidad de que el MAC determine qué TFC requiere la mayor potencia en cada intervalo de tiempo.

Por lo que se refiere a las PDUs, como se ha establecido antes, el requisito para las PDUs de relleno necesita ser cumplido sólo si no hay TFCs disponibles entre las TFCs que no requieren PDUs de relleno. En otras palabras, si hay TFCs disponibles en el conjunto de TFC candidato que no requieren PDUs de relleno, entonces uno de ellos debería ser seleccionado, en lugar de seleccionar una TFC que requiere relleno. Se ha de observar que, para todas las TFCs que requieren relleno, las PDUs de los canales lógicos que no pueden producir PDUs de relleno (es decir, canales lógicos de RLC-TM) son eliminados del conjunto de TFC candidato cuando los requisitos de configuración de TLC analizados para comprobar la compatibilidad de relleno. Las TFCs que requieren PDUs de relleno y están en el conjunto de TFC candidato, requieren PDUs de relleno de canales lógicos que pueden producir relleno. Si se necesitan o no PDUs de relleno para un TFC dado, depende de la ocupación de la memoria temporal del RLC (cantidad de datos que necesita ser enviada). Con el fin de crear un conjunto sólo con TFCs que no requieren PDUs de relleno, todas las TFCs deben ser probados en cada TTI. No obstante, esta es una solución cara.

Se ha propuesto aquí determinar si hay TFCs que no requieren PDUs de relleno mientras se lleva a cabo el algoritmo de selección de TFC, como se expone más adelante. Por consiguiente, todas las TFCs que satisfacen los cinco requisitos establecidos anteriormente formarán parte del conjunto de TFC candidato, y el requisito que se refiere a las PDUs de relleno se cumplirá, cuando sea posible, en cada iteración de selección de TFC.

Debe seleccionarse una TFC elegida del conjunto candidato y debe satisfacer los siguientes criterios (y en el orden en el cual se listan):

a) ninguna otra TFC permite la transmisión de datos de prioridad más alta que la TFC elegida;

b) ninguna otra TFC permite la transmisión de más datos desde los siguientes canales de prioridad menor, y

c) ninguna otra TFC tiene una tasa de bits menor que la TFC elegida.

Breve descripción del dibujo o los dibujos

Las Figuras 1a a 1d comprenden un diagrama de flujo para la implementación del algoritmo de selección de TFC del MAC-c;

la Figura 1 muestra la manera en la cual las Figuras 1A a 1D están dispuestas para formar el diagrama de flujo;

las Figuras 2A a 2D comprenden un diagrama de flujo para la implementación del algoritmo de selección del TFC del MAC-d; y

la Figura 2 muestra la manera en la cual las Figuras 2A a 2D están dispuestas para formar el diagrama de flujo.

La Figura 3 es un diagrama de flujo para el procedimiento de selección del tamaño de la SDU del MAD-d.

5 Descripción detallada de la realización o realizaciones preferida o preferidas

En la descripción de las realizaciones de ejemplo que siguen, cada canal lógico tiene una MLP (MAC Logical Channel Priority) (Prioridad de Canal Lógico de MAC) asociada. La MLP determina la prioridad del canal lógico. Las reglas descritas en el párrafo siguiente están basadas en MLPs:

10 Por consiguiente, el primer punto importante es que el algoritmo itera por prioridad de canal lógico (trata de servir primero a los canales lógicos de prioridad más alta), por contraposición a iterar por canal de transporte.

15 Una solución cuando se lleva a cabo la selección de TFC es determinar cuántos datos de cada prioridad puede llevar cada TFC (empezando con el de prioridad más alta), y a continuación seleccionar uno basándose en los requisitos (maximizando la capacidad de tratamiento de los datos de prioridad más alta). No obstante, esto requiere revisar todas las TFCs del conjunto candidato.

20 La solución propuesta aquí es identificar la cantidad de datos de la máxima prioridad que cada TFC puede transportar, y a continuación eliminar aquellos que proporcionan una menor capacidad de tratamiento desde el conjunto candidato. En la siguiente iteración (para los siguientes datos de prioridad máxima), sólo se considera el nuevo conjunto.

25 No obstante, existe todavía la necesidad de satisfacer el requisito del “conjunto candidato” listado anteriormente en las PDUs de relleno. Cuando se eliminan las TFCs del conjunto antes de completar todo el procedimiento, la TFC final seleccionada puede requerir PDUs de relleno, y debería repetirse todo el procedimiento sin la TFC dada, hasta que se encuentre la TFC que no requiere relleno (y si no se encuentra tal TFC, debería usarse la primera TFC seleccionada).

30 La solución propuesta aquí es asegurar que al menos una TFC que no requiere relleno permanece en el conjunto candidato. Como se ha explicado anteriormente, ciertos conjuntos candidatos pueden no tener tal TFC, en cuyo caso, el requisito del “conjunto candidato” establecido anteriormente no necesita ser satisfecho.

35 Así, si tras eliminar las TFCs que no maximizan la capacidad de tratamiento del conjunto candidato, el conjunto candidato no contiene al menos una TFC que es “llenada” (es decir, todos los bloques de transportes se están usando), entonces una TFC que no requiere PDUs de relleno (pero no maximiza la capacidad de tratamiento) es añadida de nuevo al conjunto candidato (debe observarse que el requisito de relleno es más fuerte que el requisito de la capacidad de tratamiento). Si hay muchas TFCs que podrían ser añadidas al conjunto candidato, se elige la que maximiza la capacidad de tratamiento de los datos de prioridad más alta. Esta regla debería ser aplicada recursivamente para todos los niveles de prioridad.

40 Lo siguiente es un ejemplo de una implementación del procedimiento de selección de la TFC del MAC-d.

Lo siguiente se usa en el algoritmo que sigue:

45 Las SDUs de canales lógicos con la prioridad p son consideradas datos con prioridad p .

El conjunto de TFC candidato se denomina TFC_Can.

50 Sólo canales lógicos que tienen una ocupación de memoria temporal mayor que cero serán considerados para la selección de la TFC.

El algoritmo debería correr sólo si el conjunto de TFC tiene TFCs válidos (TFCs con tasa de datos mayor que cero).

55 El siguiente algoritmo (mostrado en la Figura 2) es llevado a cabo para la selección de la TFC del MAC-d:

Tras llevar a cabo las etapas S1 a S3 para obtener los conjuntos candidatos (siendo la etapa S1 llevada a cabo sólo por los UEs), la rutina continúa como sigue:

60 S4: Inicializar $p=1$.

S5: Comprobar si hay al menos una TFC con al menos un TB disponible en el TFC_Can (conjunto de TFC candidato).

65 a. Si es sí, S5a, ir a la etapa S6.

b. Si es no, S5b, ir a la etapa S25 (todas las TFCs llenas, seleccionar una).

ES 2 316 874 T3

S6: Seleccionar la primera TFC con al menos un TB disponible del TFC_Can (conjunto de TFC candidato).

S7: Comprobar si hay un canal lógico con prioridad p tal que:

El canal lógico tiene PDUs disponibles para ser enviadas; el canal lógico no está bloqueado para esta TFC; y el canal de transporte que está mapeado a ese canal lógico tiene TBs disponibles.

a. Si es sí, S7a, para ir a S9 y seleccionar ese canal lógico. Si hay más de un canal lógico tal, seleccionar uno al azar. A continuación ir a la etapa 10.

b. Si es no, S7b, ir a la etapa S16 (no más datos con prioridad p).

S10: Comprobar si hay restricción en los tamaños de PDU para el canal lógico seleccionado.

a. Si es sí, S10a, ir a la etapa S11 y comprobar si el tamaño de TB del canal de transporte es del mismo tamaño que el tamaño de PDU + la cabecera del MAC.

i. Si es sí, S11a:

1. Ir a S13 y seleccionar PDUs de este canal lógico para llenar tantos TBs disponibles como sea posible en el canal de transporte.

2. Actualizar la información del canal lógico como sigue:

a. Este canal lógico está bloqueado para esta selección de TFC (canal lógico ya servido).

3. Ir a S14, actualizar la información del TB como sigue:

a. Los TBs usados no están ya disponibles para esta selección de TFC.

4. Ir a la etapa S14.

ii. Si es no, S11b,

1. Ir a S8 donde el canal lógico se considera bloqueado para esta TFC (las PDUs no encajan con la TFC).

2. A continuación volver a la etapa S7.

b. Si es no, S10b,

i. ir a S12 y llenar tantos TBs como sea posible en ese canal de transporte con bits de este canal lógico.

ii. En S14, actualizar la información del TB como sigue:

1. Los TBs usados ya no están disponibles para esta selección de TFC

iii. Este canal lógico se considera bloqueado para esta selección de TFC (canal lógico ya servido).

iv. Ir a la etapa S15.

En S15, comprobar si todos los TBs en este TFC están llenos.

a. Si es sí, S15a, ir a la etapa S16 (no hay más espacio en este TFC).

b. Si es no, S15b, volver a la etapa S7.

En S16, computarizar la capacidad de tratamiento óptima total de los datos de prioridad p para esta TFC, como sigue:

Sea $Num_Bits(p,i,j)$ el número de bits de los datos de prioridad p que puede ser transmitido en el DCH i cuando se usa la TFC j (es decir, el tamaño de TB veces el número de TBs que se están enviando, incluyendo cualquier TLC y/o cabecera de MAC que es aplicable y/o bits de relleno).

La capacidad de tratamiento de DCH i normalizada es computarizada como:

$$Throughput(p, i, j) = Num_Bits(p, i, j) \cdot \frac{10\ ms}{TTI\ Length(i, j)}$$

Ecuación 1

donde $TTI\ Length(i, j)$ es la longitud de TTI del TF para el TrCH i dado TFC j .

La capacidad de tratamiento óptima total de los datos de prioridad p para el CCTrCH es la suma de todas las capacidades de tratamiento normalizadas de DCH's de estos datos de prioridad.

$$Total_Throughput(p, j) = \sum_i Throughput(p, i, j)$$

En S17, comprobar si hay más TFCs en la TFC_Can

- a. Si es sí, S17a, seleccionar la siguiente TFC y volver a la etapa S7.
- b. Si es no, S17b, (todas las TFCs fueron comprobadas), ir a la etapa S18.

En S18, entre todas las TFCs de la TFC_Can, hay al menos una TFC, llamada TFC k , que proporciona la "capacidad de tratamiento óptima total" más alta para la prioridad p , de manera que:

$$k = \arg \max_j \{Total_Throughput(p, j)\}$$

Ecuación 2

Borrar (es decir "eliminar") todas las TFCs que proporcionan capacidad de tratamiento menor que la de la TFC k del TFC_Can. A continuación ir a la etapa S19.

En S19, comprobar si hay al menos una TFC en la TFC_Can que tenga todos los TBs llenos.

- a. Si es no, S19a, ir a S20 y comprobar si hay al menos una TFC que no pertenece al TFC_Can y que tiene todos los TBs llenos.
 - i. Si es sí, S20a:
 1. Ir a S21 y crear un conjunto con todas aquellas TFCs, llamado TFC_NoPad (TFCs que no requieren relleno).
 2. Entre todas las TFCs en la TFC_NoPad, seleccionar la TFC que proporciona la "capacidad de tratamiento óptima total" más alta para los datos de prioridad p .
 3. Añadir esa TFC al TFC_Can (conjunto candidato).
 - ii. Si es no, S20b, continuar hacia la etapa S22.
- b. Si es sí, S19b, continuar a la etapa S22 (ya hay una TFC en la TFC_Can que no requiere relleno).

En S22, comprobar si todas las TFCs en el TFC_Can tienen todos los TBs llenos.

- a. Si es sí, S22a, ir a la etapa S25 (la selección de TFC está hecha).
- b. Si es no, S22b, ir a la etapa S23.

En S23, actualizar $p=p+1$.

ES 2 316 874 T3

En S24, comprobar si $p \leq 8$

- a. Si es sí, S24a, volver a la etapa S5
- b. Si es no, S24b, ir a la etapa S25 (todas las prioridades comprobadas, seleccionará un TFC).

En S25, comprobar si hay al menos una TFC en el TFC_Can que no requiera PDUs de relleno.

- a. Si es sí, S25a, ir a la etapa S26.
- b. Si es no, S25b, ir a la etapa S27.

En S26, seleccionar la TFC del TFC_Can que no requiere de relleno. Si hay más de un TFC disponible que no requiere relleno, entre ellos, seleccionar la TFC que proporciona la tasa de datos mínima.

En S27, seleccionar la TFC de la TFC_Can que proporciona la tasa de datos mínima. Si hay más de una TFC disponible con la misma tasa de datos, seleccionar una al azar. Llenar las PDUs no llenas de la TFC con PDUs de relleno del RLC.

En el lado del RLC, la selección de TFC en la capa de MAC se ha hecho tanto en las entidades MAC-c como MAC-d. El MAC-c está situado en la Controlling-RNC (C-RNC) (RNC de Control) y hay un MAC-c por celda; el MAC-d está situado en el S-RNC y hay un MAC-d para cada UE.

Con el fin de transferir datos entre el S-RNC y el C-RNC, se usa el control de flujo de Forward Access Channel (FACH) (Canal de Acceso Posterior). El Control de flujo permite que el MAC-c (C-RNC) controle el número de SDUs (créditos) que cada MAC-d (S-RNC) puede enviar para una prioridad asociada (FACH Priority Indicator) (Indicador de Prioridad FACH). El MAC-d selecciona un tamaño de SDU para cada prioridad, y envía los datos al MAC-c. El MAC-c almacena temporalmente estos datos, antes de ser transmitidos.

Si $credits=0$ (por ejemplo debido a congestión en el C-RNC), el S-RNC inmediatamente detiene la transmisión de SDUs del MAC-c. Si $credits = \text{"unlimited"}$, indica que el SRNC puede transmitir un número ilimitado de SDUs de MAC-c.

Las siguientes secciones describen el algoritmo de selección de TFC para el RNC del MAC-c (Figura 1) y el algoritmo de selección de tamaño de SDU para canales de transporte común en el RNC del MAC-d.

El algoritmo de selección del RNC del MAC-d TFC es similar al de UE MAC-d, con la excepción de que del lado del RNC no hay restricción en la potencia de transmisión, y por ello no será presentado aquí. El procedimiento explicado en la sección previa aplica al MAC-d tanto en los lados del UE y del RNC.

Las especificaciones de MAC no especifican ningún requisito para la selección de TFC en el RNC. Sin embargo, para que el UE descodifique los datos correctamente, hay algunos requisitos que deben cumplirse. Estos requisitos se resumen a continuación.

Antes de seleccionar una TFC para el caso de MAC-c, el conjunto de TFCs válidas debe ser establecido. Este conjunto se llama el "conjunto candidato". Todas las TFCs en el conjunto candidato deben:

1. pertenecer al TFCS;
2. respetar la compatibilidad de TTI - el formato de transporte (TF) de un TrCH no puede cambiar en el medio del TTI del TrCH; y
3. Ser compatible con la configuración del RLC.

La TFC elegida debe ser seleccionada desde el conjunto candidato y debe satisfacer los siguientes criterios en el orden en el que se listan a continuación:

1. Ninguna otra TFC permite la transmisión de datos de prioridad más alta que la TFC elegida.
2. Ninguna otra TFC permite la transmisión de más datos desde los siguientes canales lógicos de prioridad menor. Este criterio es aplicado recursivamente para los niveles de prioridad restante.
3. Ninguna otra TFC tiene una tasa de bit menor que la TFC elegidos.
4. Debe respetar "primero en entrar primero en salir" dentro de cada prioridad para los datos recibidos desde el MAC-d.

ES 2 316 874 T3

Para el procedimiento del MAC-c, los datos que son recibidos desde el MAC-d son almacenados temporalmente en el MAC-c. Esto puede hacerse bien teniendo una cola por UE, o una cola para todos los UEs, o una cola para cada prioridad. Se ha propuesto tener una cola por prioridad, puesto que hacer esto hará más fácil mantener el orden de primero que entra primero que sale. El primer planteamiento requeriría que la memoria temporal fuese de tiempo
5 estampado con el fin de mantener el orden, mientras que el segundo planteamiento requeriría la coordinación de las prioridades.

Para propósito de bloqueo, el MAC-c puede planificar datos en cualesquiera FACHs mapeados en el canal lógico compuesto codificado. Si los datos de un canal lógico son enviados en un canal de transporte con TTI de longitud “t”,
10 los datos del mismo canal lógico no deberían ser enviados en otros canales de lógico, para la duración de “t” puesto que esto puede llevar a un problema de dejar de funcionar en el RLC del lado de recepción (es decir, el lado del UE).

Para un CCCH (Common Control Channel) (Canal de Control Común) este problema puede ser resuelto mediante bloqueo del canal para transmisión para una duración igual al TTI del último canal de transporte transmitido (es decir,
15 no serán enviados datos desde el canal lógico durante ese TTI).

Para los datos almacenados temporalmente (datos recibidos desde el MAC-d), este problema puede ser resuelto mediante el bloqueo de los datos de una prioridad dada. Sin embargo, este planteamiento llevaría a la infra-utilización de los recursos del sistema puesto que una mayor cantidad de datos es bloqueada incluso si no es necesario, y lleva a un
20 retardo en la transmisión de datos desde otros UEs de la misma prioridad. Para evitar esto, los datos de esa prioridad desde un UE son bloqueados durante un periodo “t”, si los datos desde este UE de esa prioridad son enviados en un canal de transporte con periodo de TTI “t”. Esto aumenta la cantidad de datos que pueden ser enviados desde todos los UEs y también soluciona el problema de dejar de funcionar.

En lo que se refiere al de relleno, el MAC-c puede solicitar PDUs de relleno sólo desde la entidad RLC del CCCH. Si el DDDH está bloqueado y si se necesitan PDUs de relleno, el MAC-c solicita sólo PDUs de relleno del RLC.

El siguiente es un ejemplo de una implementación del procedimiento de Selección de TFC del RNC del MAC-c.

30 En este algoritmo de MAC-c, algoritmo:

- Una memoria temporal con PDUs transferidas se denomina “canal lógico”.

- El conjunto de TFC candidato se denomina TFC_Can

- Sólo los canales lógicos que tienen ocupación de memoria temporal mayor que cero serán considerados para la selección de la TFC.

- El algoritmo debería correr sólo si el conjunto de TFC tiene TFCs válidos (TFCs con tasa de datos mayor que
40 cero)

- Haciendo referencia a las Figuras 1A a 1D, las siguientes etapas son llevadas a cabo por el algoritmo de selección de TFC del MAC-c:

45 S1. Inicializar $p=1$.

S2. Comprobar si hay al menos una TFC con al menos un TB disponible en la TFC_Can (conjunto de TFC candidato).

50 a. Si es sí, S2a, ir a la etapa S3.

b. Si es no, ir a la etapa S26 (todas las TFCs llenas, seleccionará una).

S3: Seleccionar la primera TFC con al menos un TB disponible de la TFC_Can (conjunto de TFC candidato)

55 S4: Comprobar si hay un canal lógico con prioridad p tal que:

el canal lógico tiene PDUs disponibles para ser enviadas; si el canal lógico seleccionado es un CCCH, el canal lógico no está bloqueado por la TFC seleccionada; si el canal lógico seleccionado es de PDUs transferidas, entonces
60 comprobarlo; si hay al menos una PDU que no está bloqueada para la TFC seleccionada; y el canal lógico seleccionado no está bloqueado para esta TFC.

- a. Si es sí, S4a, ir a S5 y seleccionar ese canal lógico. Si hay más de un canal lógico tal, seleccionar uno al
65 azar. Ir a la etapa S6.

- b. Si es no, S4b, ir a S17 (no hay más datos con prioridad p).

ES 2 316 874 T3

S6: Comprobar si hay una restricción en los tamaños de PDU para el canal lógico seleccionado.

- a. Si es sí, S6a, ir a S7 y comprobar si hay un TB disponible con el mismo tamaño que el tamaño de PDU + cabecera de MAC.

- i. Si es sí, S7, ir a S8 y:

1. seleccionar el canal de transporte con ese tamaño de TB.

Si más de uno está disponible, seleccionar un canal de transporte que proporcione la máxima tasa de datos disponible, como sigue:

$$\text{MAX } \{(\text{número de TBs disponibles})/\text{tamaño de TTI}\}; \text{ y}$$

2. seleccionar PDUs que no están bloqueadas desde este canal lógico para llenar tantos TBs como sea posible en el canal de transporte. La selección de PDU debe respetar FIFO; las PDUs bloqueadas deben saltarse.

3. Actualizar la información de memoria temporal como sigue:

- a. las PDUs seleccionados no están disponibles para esta selección de TFC, entonces ir a S11 y:
b. los TBs usados ya no están disponibles para esta selección de TFC.

A continuación ir a la etapa S14.

- ii. Si es no, S7b, ir a S9 y realizar:

1. Este canal lógico es considerado bloqueado para este TFC (puesto que las PDUs no encajan con la TFC).
2. A continuación volver a la etapa S4.

- b. Si es no, S6b, ir a S10 y:

- i. seleccionar un canal de transporte que proporcione la máxima tasa de datos disponible, como sigue:

$$\text{MAX } \{(\text{número de TBs disponible} * \text{tamaño de TB})/\text{tamaño de TTI}\}.$$

- ii. Llenar tantos TBs como sea posible en ese canal de transporte con bits de este canal lógico.

- iii. Actualizar la información de la memoria temporal como sigue:

1. Los bits usados ya no están disponibles para esta selección de TFC y no deberían ser contados en la ocupación de la memoria temporal.

- iv. A continuación ir a la etapa S11 para actualizar la información del TB como sigue:

1. Los TBs usados ya no están disponibles para esta selección de TFC.

- v. A continuación ir a la etapa S12.

2. Si el canal lógico seleccionado es un DDDH, S12a, ir a S14 y:

Considerar el CCCH que va a ser bloqueado por esta TFC durante esta selección de TFC (para las siguientes etapas de la selección de TFC para este TTI).

3. Si el canal lógico seleccionado no es un CCCH, S12b, ir a S13 para determinar:

Si el canal lógico seleccionado es de PDUs transferidas, S13a, entonces ir a S15, para asegurar:

- todas las demás PDUs que:

- están en la misma memoria temporal (es decir, la misma prioridad); y

- tienen la misma UE ID que la UE ID de la PDU o las PDUs seleccionadas están consideradas bloqueadas por esta TFC durante esta selección de TFC (para las siguientes etapas de la selección de TFC para este TTI).

5. Si el canal lógico seleccionado no es de PDUs transferidas, S13b, ir directamente a S16.

ES 2 316 874 T3

En S16, comprobar si todos los TBs de esta TFC están llenos.

- a. Si es sí, S16a, ir a la etapa S17 (ya no hay más espacio en este TFC).
- b. Si es no, S16b, volver a la etapa S4.

En S17, computarizar la capacidad de tratamiento óptima total de datos de prioridad p para este TFC, como sigue:

Sea $Num_Bits(p, i, j)$ el número de bits de datos de prioridad p que puede ser transmitido en el FACH i cuando se usa TFC j (es decir, el tamaño de TB veces el número de TBs que están siendo enviados, incluyendo cualquier RLC y/o la cabecera del MAC que es aplicable y/o bits de relleno).

La capacidad de tratamiento normalizada de PACH i es computarizada como

$$Throughput(p, i, j) = Num_Bits(p, i, j) \cdot \frac{10\ ms}{TTI\ Length(i, j)}$$

Ecuación 3

donde $TTI\ Length(i, j)$ es la longitud de TTI de TF para un TrCH i dado TFC j .

La capacidad de tratamiento de MAC óptima total de los datos de prioridad p para el CCTrCH (S-CCPCH) es la suma de todas las capacidades de tratamiento normalizadas de FACHs de los datos de esta prioridad.

$$Total_Throughput(p, j) = \sum_i Throughput(p, i, j)$$

En S18, comprobar si hay más TFCs en la TFC_Can.

- a. Si es sí, S18a, seleccionar la siguiente TFC y volver a la etapa S4.
- b. Si es no, S18b, (todas las TFCs han sido comprobadas), ir a la etapa S19.

En S19, entre todas las TFCs de la TFC_Can, hay al menos una TFC, sea TFC k , que proporciona la “capacidad de tratamiento óptima total” más alta para la prioridad p , de manera que:

$$k = \arg\max_j \{Total_Throughput(p, j)\}$$

Ecuación 4

Borrar todas las TFCs que proporcionan capacidad de tratamiento menor que la TFC k seleccionada de la TFC_Can.

En S20, comprobar si hay al menos un TFC en la TFC_Can que tiene todos los TBs llenos (no requiere relleno).

- a. Si es no, S20a, ir a S21 y comprobar si hay al menos una TFC que no pertenece al TFC_Can y que tiene todos los TBs llenos.
 - i. Si es sí, S21a, ir a S22 para:
 1. Crear un conjunto con todas esas TFCs, llamado TFC_NoPad (TFCs que no requieren relleno);
 2. entre todas las TFCs de la TFC_NoPad, seleccionar la TFC que proporciona la “capacidad de tratamiento óptima total” más alta para los datos de prioridad p ; y
 3. añadir esa TFC al TFC_Can.
 - ii. Si es no, S21b, continuar hacia la etapa S23.
- b. Si es sí, S20b, continuar hacia la etapa S23 (ya hay una TFC en el TFC_Can que no requiere relleno).

ES 2 316 874 T3

En S23, comprobar si todas las TFCs del TFC_Can tienen todos los TBs llenos.

a. Si es sí, S23a, ir a la etapa S26 (la selección de la TFC está hecha).

b. Si es no, S23b, ir a la etapa S24.

En S24, actualizar $p = p+1$, y a continuación ir a S25 para comprobar si $p \leq 8$.

Si es sí, S25a, ir a la etapa S26 (comprobadas todas las prioridades, seleccionar una TFC).

En S26, comprobar si hay al menos una TFC en el TFC_Can que no requiere PDUs de relleno.

a. Si es sí, S26a, ir a la etapa S27.

b. Si es no, S26b, ir a la etapa S28.

En S27, seleccionar la TFC del TFC_Can que no requiere relleno. Si hay más de una TFC disponible que no requiere relleno, entre aquéllos, seleccionar la TFC que proporciona la tasa de datos mínima.

En S28, seleccionar la TFC del TFC_Can que proporciona la tasa de datos mínima. Si hay más de una TFC disponible con el mismo número de bits, seleccionar una al azar. Llenar las PDUs no llenas de la TFC con PDUs de relleno del TLC (CCCH).

Después de S27 o S28, ir a S29.

En S29, si el CCCH se usa en esta TFC, considerar que el CCCH va a ser bloqueado por todas las TFCs durante un periodo de tiempo igual al TTI del canal de transporte seleccionado.

En S30, para cada canal lógico con PDUs transferidas (es decir, para cada memoria temporal con una prioridad específica) usado en la TFC seleccionada, cada PDU que está en esa memoria temporal y tiene el UE ID igual al UE ID de una PDU seleccionada para esta TFC se considera que está bloqueado por todas las TFCs durante un periodo de tiempo igual al TTI del canal de memoria temporal seleccionado para ese canal lógico.

La Figura 1, que muestra el diagrama de flujo para la implementación del algoritmo de selección de TFC del MAC-c, incluye más etapas que el algoritmo de la Figura 2.

El MAC-d puede ser configurado con un conjunto de tamaños de SDU permitidos (el tamaño permitido depende de las TFCs del S-CCPCH (Secondary Common Control Channel) (Canal de Control Común Secundario) para cada indicador de prioridad de canal de transporte común (prioridad de FACH). Una trama de control de flujo de FACH es usada por el C-RNC para controlar el flujo de datos del usuario. Puede ser generada en respuesta a la Petición de Capacidad del FACH o en cualquier otro momento. La trama de control de Flujo del FACH contendrá el número de créditos que a la entidad S-RNC MAC-d se le permite transmitir.

Para cada canal lógico, hay una prioridad de FAC asociada. El MAC-d selecciona un tamaño de SDU (del conjunto configurado) para cada canal lógico, dependiendo de la ocupación de la memoria temporal del canal lógico (BO) y del número de créditos disponibles para la prioridad de ese FACH. Las SDUs del MAC-d del mismo tamaño y de la misma prioridad de FACH pueden ser transmitidas en la misma trama de datos del FACH.

La selección de tamaño de la SDU para un canal lógico depende de la configuración del RLC correspondiente, del canal lógico BO, y del número de créditos disponibles para la prioridad de ese FACH.

Para un BO dado, puede haber un número variable de créditos disponibles necesarios para cada tamaño de SDU. Si el número de créditos requerido multiplicado por el tamaño de la SDU no coincide exactamente con el BO, entonces requerirá algún encabezamiento (relleno de RLC). Un tamaño de SDU que minimiza este encabezamiento es seleccionado, para maximizar la capacidad de tratamiento. Sin embargo, eso puede requerir seleccionar un tamaño que requiere un mayor número de créditos. Se ha de observar que cuanto mayor es el número de créditos que se pide, más veces se añade la cabecera del MAC, lo que provoca más encabezamiento.

Puesto que no existe ninguna ecuación de forma cerrada para determinar qué opción es mejor (minimizar el encabezamiento de relleno de RLC o minimizar el número de créditos para un BO dado), el último (minimizar el número de créditos que se están usando para un BO dado) es seleccionado, porque, seleccionando un tamaño que requiere un menor número de créditos, más créditos están disponibles para un futuro uso, lo que resulta ser extremadamente útil en un sistema completamente cargado. También, si el BO es muy grande comparado con los tamaños de SDU, entonces la solución minimiza tanto el encabezamiento como el número de créditos.

Lo siguiente es un ejemplo de una implementación del procedimiento de selección de tamaño de la SDU del MAC-d del RNC.

ES 2 316 874 T3

Con el fin de enviar SDUs al MAC-c, el MAC-d sigue el siguiente procedimiento (véase la Figura 3):

S1: Seleccionar la mayor prioridad (es decir, la mayor MLP).

5 S2: Seleccionar un canal lógico con esa prioridad. Si hay más de un canal lógico con esa prioridad, seleccionar una al azar.

S3: Basándose en la ocupación de memoria temporal del lógico canal, seleccionar el tamaño de SDU que va a ser usado por ese canal lógico, como sigue:

10 Basándose en el número de “créditos” disponibles en el MAC-d, determinar la cantidad de bits de información que pueden ser transmitidos usando cada tamaño de PDU (no incluyendo bits de relleno). Para cada tamaño de PDU, la cantidad de bits de información está dada por:

15
$$\text{MIN}(\text{BO}, \text{créditos} \times \text{tamaño de PDU}).$$

Seleccionar el tamaño de PDU que proporciona la máxima cantidad de bits de información. Si más de un tamaño de PDU proporciona la misma cantidad máxima de bits de información, seleccionar el tamaño de PDU que proporciona el mínimo número de créditos requerido para enviar la cantidad máxima de bits de información dada. Si más de un

20 tamaño de PDU proporciona el mismo número de créditos mínimo, seleccionar el tamaño de PDU menor.

Seleccionar las SDUs que van a ser enviadas desde ese canal lógico. Muchas PDUs pueden ser enviadas pero sólo un único tamaño de SDU está permitido para ese canal lógico. Los créditos permitidos deben ser respetados cuando se selecciona el número de SDUs que se va a enviar.

25 Comprobar si hay más canales lógicos con la misma prioridad y si hay todavía créditos disponibles para esa prioridad

Si es sí, S5a, volver a S2.

30 Si es no, S5b, ir a S6.

En S6, construir una trama de datos del FACH “Tur” para cada tamaño de PDU (para una prioridad dada). Se ha de observar que el tamaño de la SDU es el mismo para un canal lógico dado, pero puede ser diferente para distintos

35 canales lógicos de la misma prioridad. Así, si hay n canales lógicos con esa prioridad, habrá al menos una (1) y como mucho n tramas de datos del FACH (una para cada tamaño). Debería observarse también que el orden de las SDUs para cada canal lógico debe ser mantenido dentro de la trama de datos.

En S7, comprobar si hay más canales lógicos disponibles.

40 Si es sí, S7a, ir a S8 para seleccionar la siguiente prioridad más alta disponible y volver a S2.

Si es no, S7b, el procedimiento está terminado.

45 En las secciones previas, se ha descrito la información que se necesita con el fin de llevar a cabo la selección de la TFC. Para la interacción entre el MAC y el RLC, se necesitan tanto la información de la configuración basada en modo de canal lógico (estática) como la información de los datos almacenados temporalmente (dinámica).

Por lo que respecta a la Especificación del Protocolo del MAC (3GPP TS 25.321) y a la Especificación del Protocolo del RLC (3GPP TS 25.322), el RLC proporciona el MAC con la ocupación de la memoria temporal (BO), que es la cantidad total de datos almacenados temporalmente en el RLC. No obstante, puesto que el MAC necesita más información del RLC con el fin de llevar a cabo la selección de la TFC, la especificación del protocolo de RLC (3GPP TS 25.322) establece también que el RLC necesita proporcionar la “RLC Entity Info” (Información de la Entidad RLC) al MAC. La especificación del protocolo del RLC (3GPP TS 25.322) no especifica qué debe contener la “RLC

55 Entity Info”.

En esta sección se describirán los contenidos de la “RLC Entity Info”. Puesto que esta información es usada para “restringir” la selección de la TFC, a esta información se la denomina TFC Restriction Variables (Variables de Restricción de la TFC).

60 Las variables de restricción de la TFC proporcionan información sobre las PDUs y/o las SDUs almacenadas temporalmente en el RLC que están disponibles para transmisión en el siguiente TTI.

Para modos no reconocidos y transparentes, el MAC especifica el tamaño de la PDU con respecto al TTI. Por lo tanto, el RLC no puede crear PDUs por delante del TTI, y sólo información basada en las SDUs almacenadas temporalmente puede ser proporcionada por el RLC antes de la transmisión. Para un modo reconocido, el tamaño de la PDU está fijado, y por lo tanto información basada en las PDUs almacenadas temporalmente puede ser proporcionada por el RLC.

Debe observarse que las variables de restricción de la TFC pueden contener el propio modo de RLC. No obstante, puesto que proporcionar el modo de RLC requiere que el MAC haga asunciones sobre las características de los datos almacenados temporalmente en el RLC basándose en el modo de RLC, entonces las propias características de los datos son proporcionadas en su lugar.

Puesto que la selección de la TFC depende de la cantidad de datos que está disponible para su transmisión en un TTI dado, las variables de restricción de la TFC incluyen el tamaño de la SDU/PDU y el número de SDUs/PDUs almacenadas temporalmente en el RLC.

Dependiendo del modo de RLC, y también con el fin de evitar conflictos en la transmisión de datos, sólo algunos de los datos almacenados temporalmente en el RLC pueden estar disponibles para la transmisión.

Para todos los modos de RLC, los tamaños y los tipos de UE Id de todas las PDUs transmitidas al MAC en un TTI deben ser los mismos. La información reportada al MAC debe garantizar que la TFC está seleccionada de manera que estas dos restricciones no son violadas. Por lo tanto, sólo se proporciona información para SDUs y PDUs que tienen el mismo tamaño y tipo de UE Id. Puesto que los datos deben ser transmitidos en el orden en el que fueron recibidos, el RLC informa sólo sobre el número de SDUs/PDUs consecutivas en la memoria temporal de transmisión del RLC (empezando desde la SDU/PDU más antigua) que tienen el mismo tamaño y el mismo tipo de UE Id.

Para modo transparente con segmentación configurada, sólo puede ser transmitida una SDU por TTI, y por lo tanto el RLC informará de que sólo una SDU está disponible para su transmisión.

Para modo reconocido, dependiendo de la configuración del RLC, un canal lógico puede transportar datos de la SDU del RLC (recibida desde la capa superior) y/o datos de control de igual a igual del RLC. La cantidad de datos de PDU disponibles para un canal lógico de modo reconocido está por lo tanto restringida por el tipo de datos del RLC sobre los que puede informar. Para canales en modo reconocido que soportan la transmisión de RLC SDUs (recibido desde la capa superior), la cantidad de datos de PDUs disponibles está también restringida por el tamaño de la ventana de transmisión del RLC del canal lógico. Debe observarse que el tamaño de la ventana de transmisión del RLC está estáticamente configurado en el RLC.

Para la selección de la TFC, el MAC necesita saber cuánto del TB es recogido por la cabecera del MAC. Puesto que el tamaño de la cabecera del TB depende del tipo de la UE ID, entonces las variables de restricción de la TFC contienen también el tipo de UE ID. Debe observarse que la especificación del protocolo del MAC (3GPP TS 25.321) establece que el tipo del UE Id es proporcionado por el RLC al MAC para cada transmisión de datos.

Puesto que la TFC contiene información sobre el número de PDUs que el MAC debe solicitar del RLC entonces el MAC necesita saber si las SDUs almacenadas temporalmente en el RLC pueden ser segmentadas o no. Por lo tanto las variables de restricción de la TFC incluyen un indicador de segmentación. Debe observarse que este indicador está estáticamente configurado en el RLC.

Como se ha mencionado en las secciones previas, la información de relleno necesita ser conocida por el MAC con el fin de que sea capaz de llevar a cabo la selección de la TFC. Puesto que el relleno sólo está soportado en ciertos modos de RLC (sólo modos UM y AM), se incluye también un indicador de PDU de relleno en las variables de restricción de la TFC.

Lo anterior es una descripción de un método y algoritmos de ejemplo para procedimientos usados por la capa de MAC para la selección de la TFC con el fin de planificar la transmisión de datos. El 3GPP UMTS establecido anteriormente como el contexto para la invención es sólo a modo de ejemplo, y, la invención puede ser modificada para servir a otros estándares relacionados y modos de transmisión de datos. Se considera que todas las modificaciones tales están dentro del ámbito de la presente invención.

Las técnicas bloqueantes y no bloqueantes descritas anteriormente son extremadamente ventajosas para su uso en una red de radio que emplea Time Division Duplex (TDD) (Transmisión Bidireccional por División de Tiempo) para comunicaciones. No obstante, las técnicas anteriores pueden ser empleadas en una red del tipo de Frequency Division Duplex (FDD) (Transmisión Bidireccional por División de Frecuencia).

Todos los demás aspectos de la invención son aplicables a todos los demás modos de UMTS.

REIVINDICACIONES

1. Un método para planificar la transmisión de datos en una red de comunicación por radio que elimina una necesidad de determinar los requisitos de potencia para cada combinación de formato de transporte (TFC) en cada intervalo de tiempo, incluyendo la citada red al menos una capa física y una capa de Medium Access Control (MAC) (Control de Acceso Medio), que comprende:

la citada capa física:

que monitoriza la potencia de transmisión en un intervalo de tiempo; y

que envía una notificación a la capa de MAC de que se ha alcanzado la máxima potencia, junto con el número de intervalo de tiempo;

la citada capa de MAC:

que determina qué Coded Composite Transport Channels (CCTrCHs) (Canales de Transporte Compuesto Codificados) han asignado códigos en el intervalo de tiempo que alcanza la máxima potencia;

que marca que tales CCTrCHs han alcanzado la máxima potencia; y

que limita un conjunto de Transport Format Combination (TFC) (Combinación de Formato de Transporte) a un conjunto de TFC mínimo en el límite del siguiente Common Transmit Time Interval (TTI) (Intervalo de Tiempo de Transmisión Común).

2. El método de la Reivindicación 1, en el que la etapa limitadora incluye también:

Detectar que la máxima potencia de transmisión ha tenido lugar para un número dado de tramas consecutivas antes de limitar al citado conjunto de TFC candidato.

3. El método de la Reivindicación 1, en el que el número de tramas consecutivas es preferiblemente tres (3).

4. El método de la Reivindicación 2 que comprende también:

la citada capa de MAC:

que predice una potencia que necesita el conjunto de TFC lleno de un CCTrCH que será requerida en la siguiente trama responsable de la operación de un CCTrCH en el conjunto de TFC mínimo:

que compara la potencia de transmisión predicha en todos los intervalos de tiempo del CCTrCH; y que incluye el conjunto de TFC completo en el conjunto de TFC candidato cuando la potencia de transmisión predicha en todos los intervalos de tiempo del CCTrCH es menor que la máxima potencia de transmisión del UE permitida.

5. El método de la Reivindicación 4, en el que la etapa comparadora incluye:

llevar a cabo la etapa comparadora para un número dado de tramas consecutivas con el fin de incluir el conjunto de TFC completo en el conjunto de TFC candidato.

6. El método de la Reivindicación 5, en el que el número dado de tramas consecutivas es tres (3).

7. El método de la Reivindicación 1, en el que predecir la potencia de transmisión en cada intervalo de tiempo comprende considerar un escenario de caso peor asumiendo que todos los códigos asignados están siendo usados en ese intervalo de tiempo y si son de diferentes CCTrCHs.

8. El método de la Reivindicación 7, en el que un factor beta usado para cada código es un factor beta más alto del CCTrCH entre todas las TFCs en el conjunto de TFC que se está usando.

9. El método de la reivindicación 1, en el que una TFC es seleccionada del el conjunto candidato de manera que:

ninguna otra TFC permite la transmisión de datos de mayor prioridad en una TFC elegida;

ninguna otra TFC permite la transmisión de más datos desde los siguientes canales de prioridad menor, y

ninguna otra TFC tiene una tasa de bits menor que la TFC elegida.

10. El método de la Reivindicación 1, en el que la citada capa de MAC es un canal del tipo MAC-dedicated (MAC-d) (Canal dedicado a MAC).

ES 2 316 874 T3

11. El método de la Reivindicación 1, en el que la etapa de aprovisionamiento incluye también:

proporcionar el conjunto de TFC completo sólo si el conjunto de TFC completo puede ser soportado.

12. El método de la Reivindicación 1, en el que la citada red emplea una técnica de Time Division Duplex (TDD) (Transmisión Bidireccional por División de Tiempo) para comunicación.

13. Un método para planificar la transmisión de datos en una red de comunicación por radio que elimina una necesidad de determinar los requisitos de potencia para cada Transport Format Combination (TFC) en cada intervalo de tiempo, incluyendo la citada red al menos una capa física y una capa de Medium Access Control (MAC) (Control de Acceso Medio), que comprende:

la citada capa física:

que monitoriza la potencia de transmisión en un intervalo de tiempo; y

que envía una notificación a la capa de MAC de que se ha alcanzado la máxima potencia, junto con el número del intervalo de tiempo; y

la citada capa de MAC:

que selecciona una TFC bien sea de un conjunto de TFC completo o de un conjunto de TFC mínimo basándose en la notificación de potencia desde la capa física.

14. El método de la Reivindicación 13, en el que la citada capa de MAC es un tipo de canal MAC-dedicated (MAC-d) (Dedicado a MAC).

15. Aparato para planificar la transmisión de datos en una red de comunicación por radio que elimina una necesidad de determinar los requisitos de potencia, incluyendo la citada red al menos una capa física y una capa de Medium Access Control (MAC) (Control de Acceso Medio), que comprende:

la citada capa física que comprende:

un medio para monitorizar la potencia de transmisión en un intervalo de tiempo; y

un medio para enviar una notificación a la capa de MAC de que se ha alcanzado la máxima potencia, junto con el número del intervalo de tiempo;

la citada capa de MAC que comprende:

un medio para determinar qué Coded Composite Transport Channels (CCTrCHs) (Canales de Transporte Compuesto Codificado) han asignado códigos en el intervalo de tiempo que alcanza la máxima potencia;

un medio para marcar que tales CCTrCHs han alcanzado la máxima potencia; y

un medio para limitar un conjunto de Transport Format Combination (TFC) (Combinación de Formato de Transporte) candidato a un conjunto de TFC mínimo en el límite de un Common Transmit Time Interval (TTI) (Intervalo de Tiempo de Transmisión Común) siguiente.

16. El aparato de la Reivindicación 15 en el que el medio para limitar comprende también:

un medio para detectar que la potencia de transmisión máxima ha tenido lugar para un número dado de tramas consecutivas; y

un medio responsable de que el citado medio de detección limite el citado conjunto de TFC candidato.

17. El aparato de la Reivindicación 16 en el que el medio para detectar el número de tramas consecutivas determina que la potencia de transmisión máxima ha tenido lugar para tres (3) tramas consecutivas.

18. El aparato de la Reivindicación 15 en el que la citada capa de MAC es un canal del tipo de MAC-dedicated (Dedicado a MAC).

19. El aparato de la Reivindicación 15, en el que la citada red emplea una técnica de Time Division Duplex (TDD) (Transmisión Bidireccional por División de Tiempo) para comunicaciones.

20. El aparato de la Reivindicación 15, que comprende también:

la citada capa de MAC que comprende:

ES 2 316 874 T3

un medio para predecir una potencia necesitada por el conjunto de TFC completo de un CCTrCH en la siguiente trama responsable de todas las tramas de operación de un CCTrCH en el conjunto de TFC mínimo;

un medio para comparar la potencia de transmisión predicha en todos los intervalos de tiempo del CCTrCH; y

un medio para incluir el conjunto de TFC completo en el conjunto de TFC candidato cuando la potencia de transmisión predicha en todos los intervalos de tiempo del CCTrCH es menor que la potencia de transmisión máxima permitida de un User Equipment (UE) (Equipo de Usuario).

21. El aparato de la Reivindicación 20, en el que el medio de comparación comprende:

un medio para llevar a cabo la etapa de comparación para un número dado de tramas consecutivas con el fin de incluir el conjunto de TFC completo en el conjunto de TFC candidato.

22. El aparato de la Reivindicación 21, en el que, el medio para incluir incluye el conjunto de TFC llenos en el conjunto de TFC candidato responsable de que el citado medio de comparación detecte que la potencia de transmisión predicha es menor que la potencia permitida máxima para tres (3) tramas consecutivas.

23. El aparato de la Reivindicación 15, en el que el medio para predecir la potencia de transmisión en cada intervalo de tiempo comprende:

un medio para considerar un escenario de caso peor asumiendo que todos los códigos asignados están siendo utilizados en ese intervalo de tiempo incluso si son de diferentes CCTrCHs.

24. El aparato de la Reivindicación 23, en el que un factor beta usado para cada código es un factor beta más alto del CCTrCH entre todas las TFCs del conjunto de TFC que se está usando.

25. El aparato de la Reivindicación 15, que comprende también:

un medio para seleccionar una TFC del conjunto de TFC candidato empleando los criterios de que:

ninguna otra TFC permite la transmisión de datos de prioridad más alta que una TFC elegida;

ninguna otra TFC permite la transmisión de más datos desde los siguientes canales de prioridad más baja, y

ninguna otra TFC tiene una tasa de bits más baja que la TFC elegida.

26. El aparato de la Reivindicación 15, en el que el medio para proporcionar comprende también:

un medio para proporcionar el conjunto de TFC completo sólo si el conjunto de TFC completo puede ser soportado.

27. Aparato para planificar la transmisión de datos en una red de comunicación por radio que elimina una necesidad de determinar los requisitos de potencia para cada Transport Format Combination (TFC) (Combinación de Formatos de Transporte) en cada intervalo de tiempo, comprendiendo la citada red:

al menos una capa física y una capa de Medium Access Control (MAC) (Control de Acceso Medio);

comprendiendo la citada capa física:

un medio para monitorizar la potencia de transmisión en un intervalo de tiempo; y

un medio para enviar una notificación a la capa de MAC de que la potencia máxima ha sido alcanzada, junto con el número del intervalo de tiempo;

comprendiendo la citada capa de MAC:

un medio para proporcionar una de un conjunto de TFC completo y un conjunto de TFC mínimo basándose en una notificación de potencia desde la capa física.

28. El método de la Reivindicación 13, en el que el citado MAC:

estableciendo un conjunto de TFC mínimo:

prediciendo, después de cada trama de operación de un Coded Composite Transport Channel (CCTrCH) (Canal de Transporte Compuesto Codificado), una potencia necesitada por un conjunto de TFC completo para el citado CCTrCH en una trama siguiente;

ES 2 316 874 T3

incluyendo el conjunto de TFC completo en un conjunto de TFC candidato cuando la potencia de transmisión predicha es menor que la potencia de transmisión del User Equipment (UE) (Equipo de Usuario) permitida máxima para tres (3) tramas consecutivas.

5 29. El método de la Reivindicación 28 en el que la citada capa de MAC es un canal MAD-dedicado del tipo (MAC-d).

10 30. El método de la Reivindicación 28 en el que el conjunto de TFC mínimo es empleado por el citado MAC cuando la citada potencia de transmisión predicha no es menor que la citada potencia de UE permitida máxima para las citadas tres (3) tramas consecutivas.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

FIG. 1A

FIG. 1B

FIG. 1C

FIG. 1D

FIG. 1A

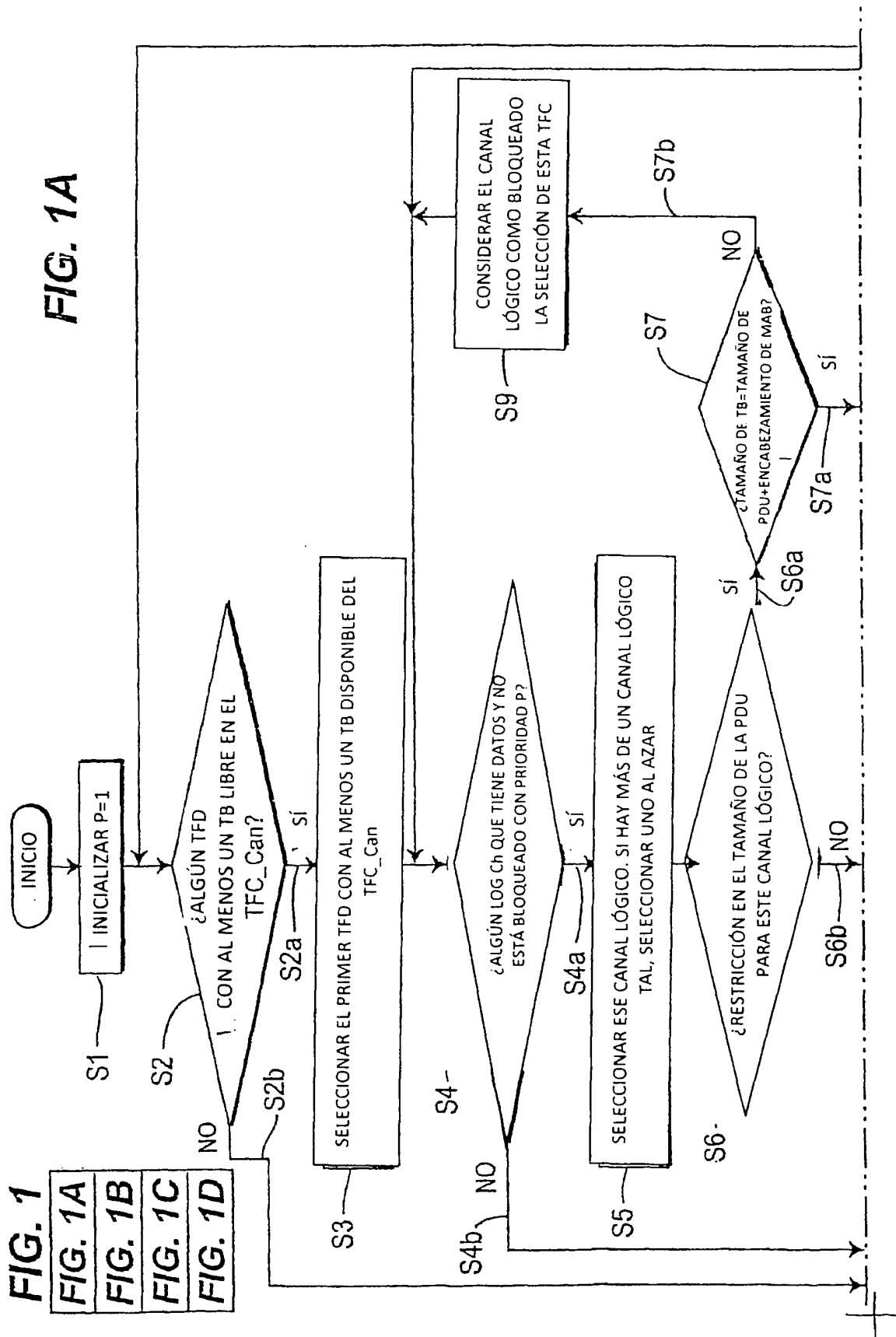


FIG. 1B

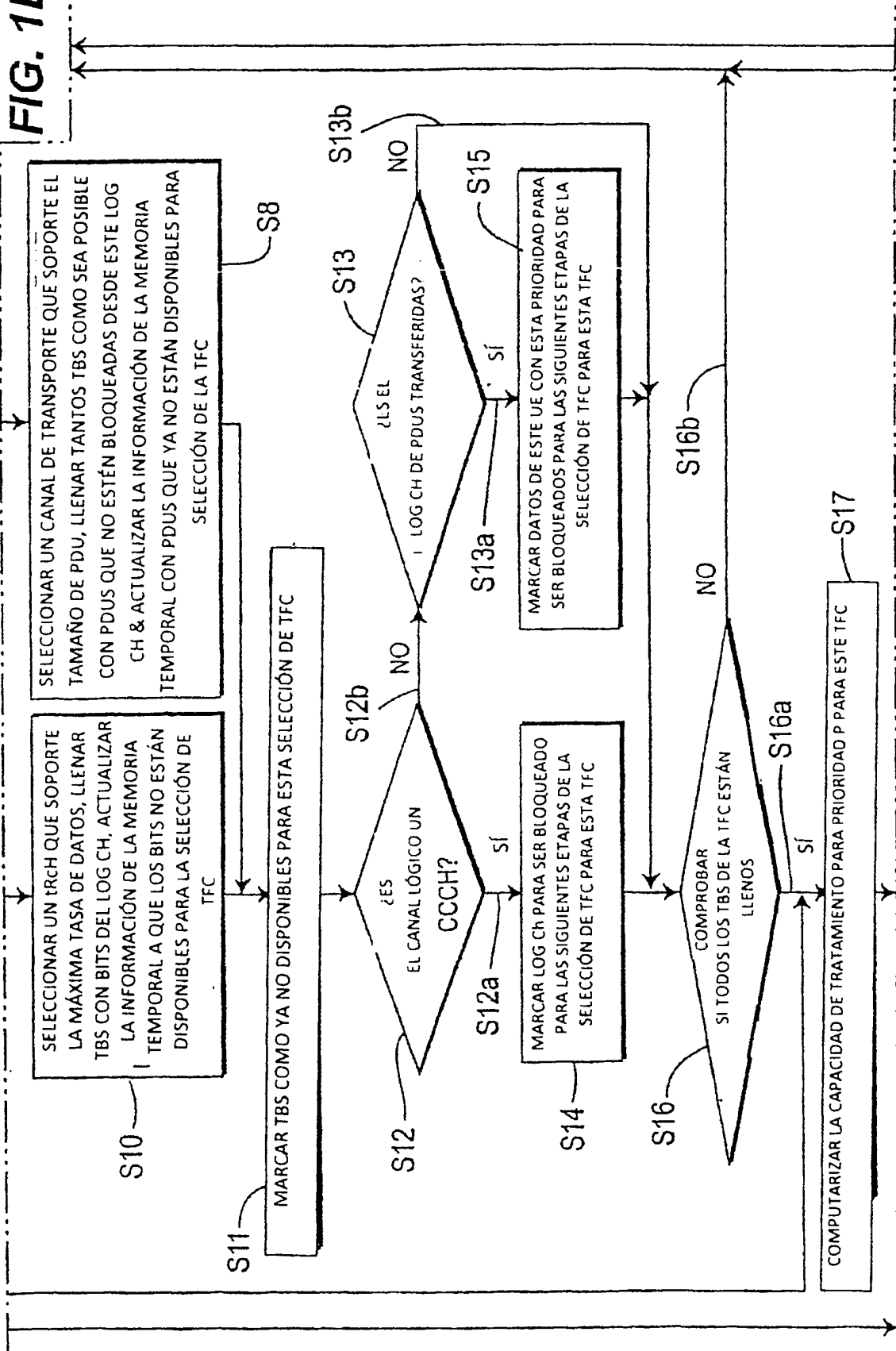
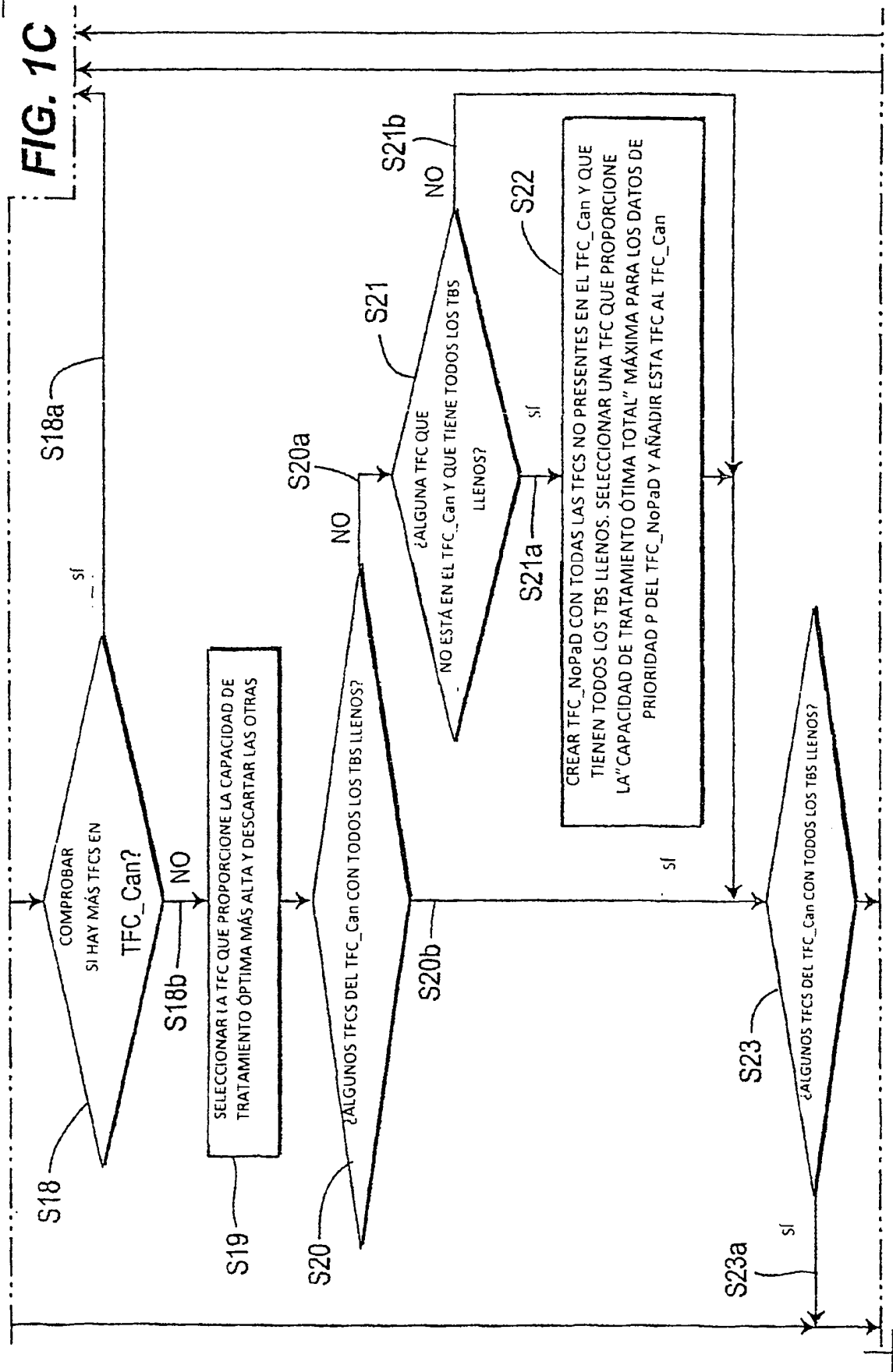


FIG. 1C



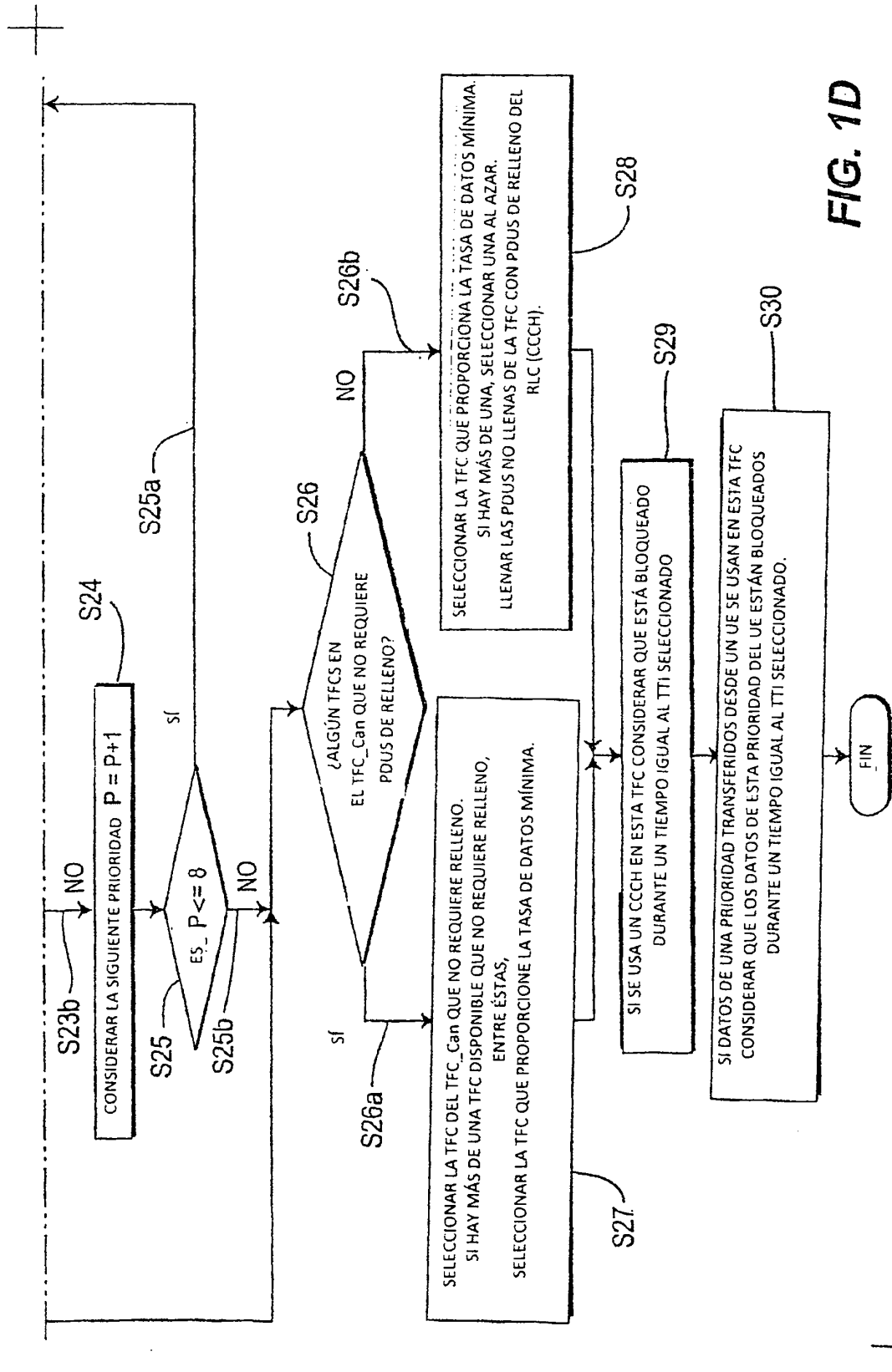
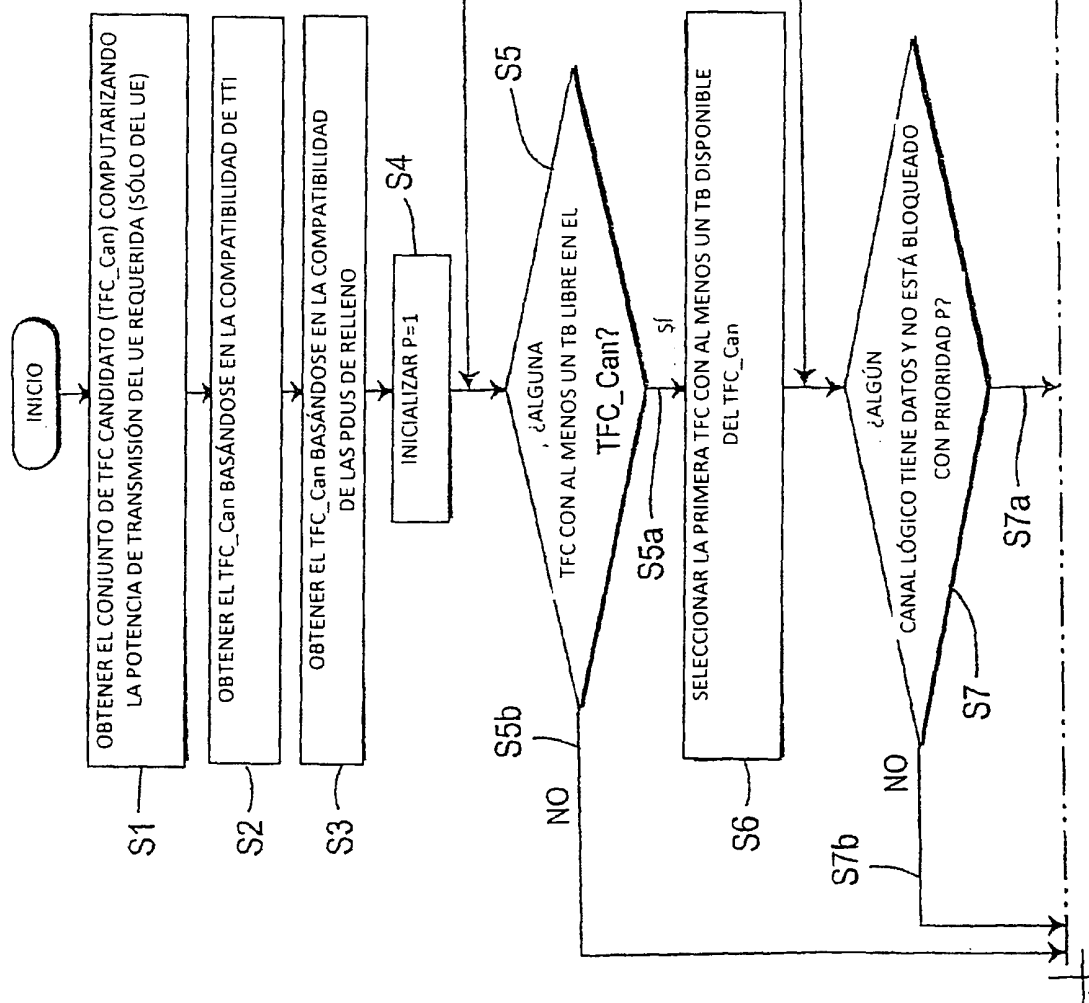


FIG. 1D

FIG. 2

FIG. 2A
FIG. 2B
FIG. 2C
FIG. 2D

FIG. 2A



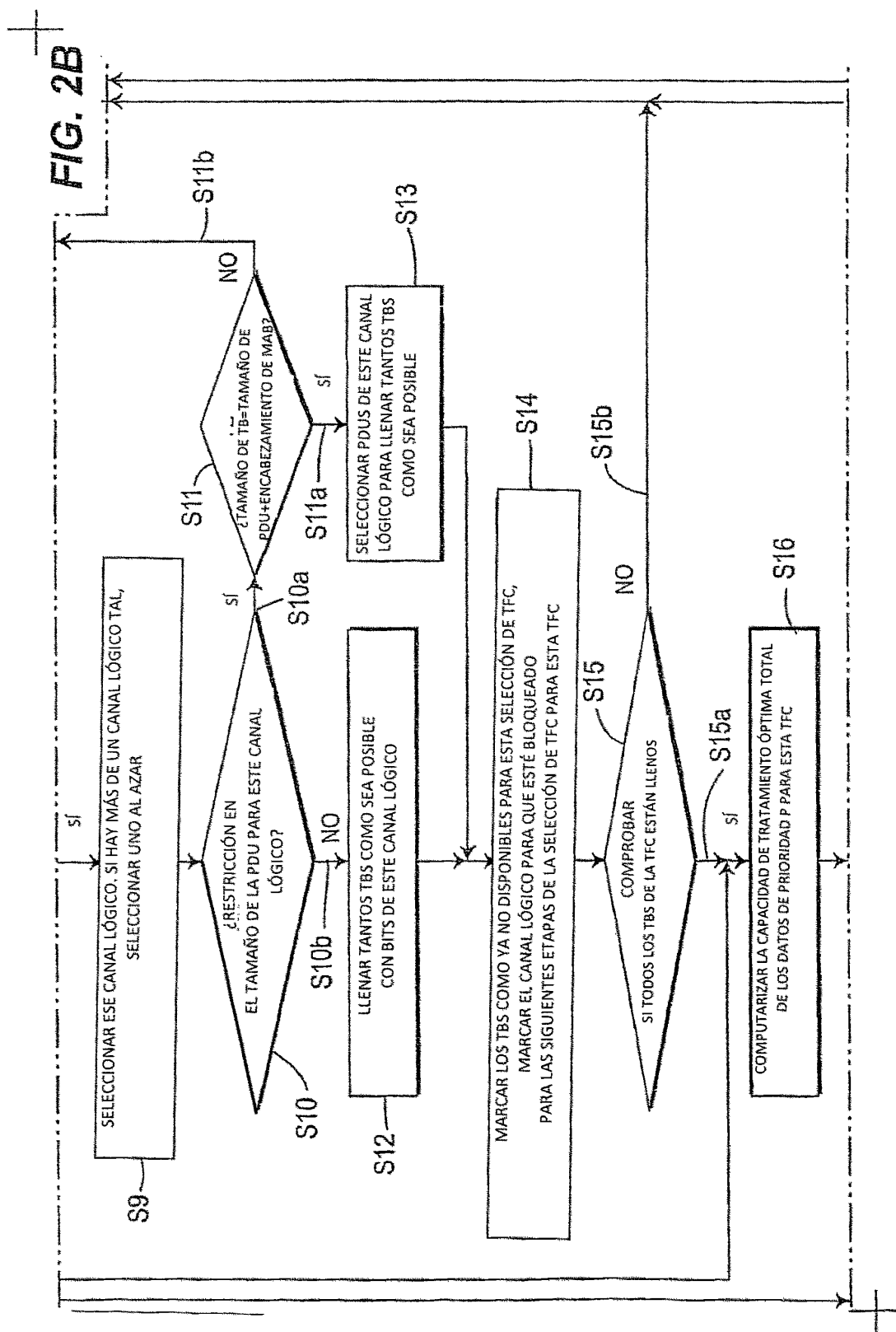
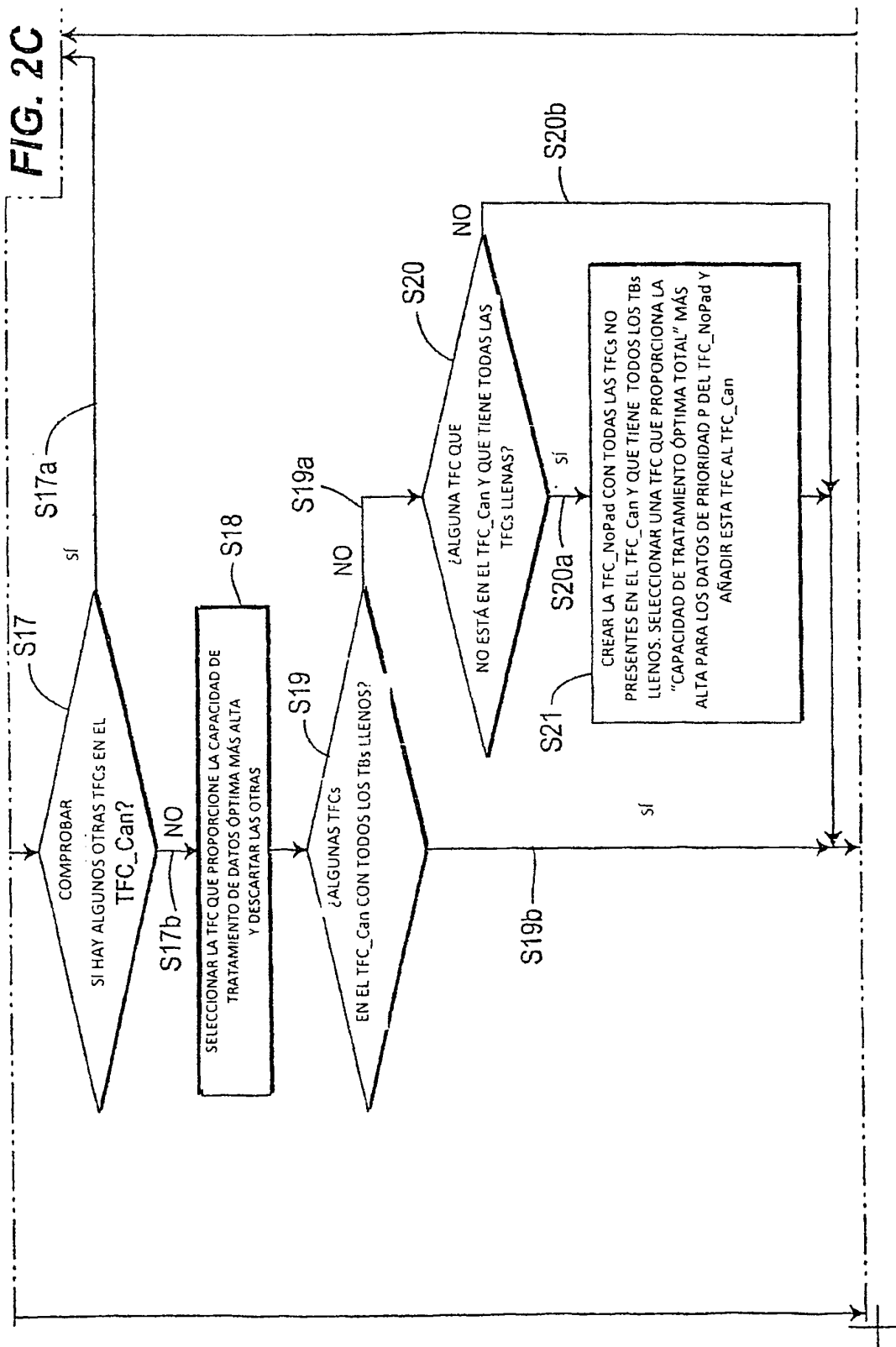


FIG. 2C



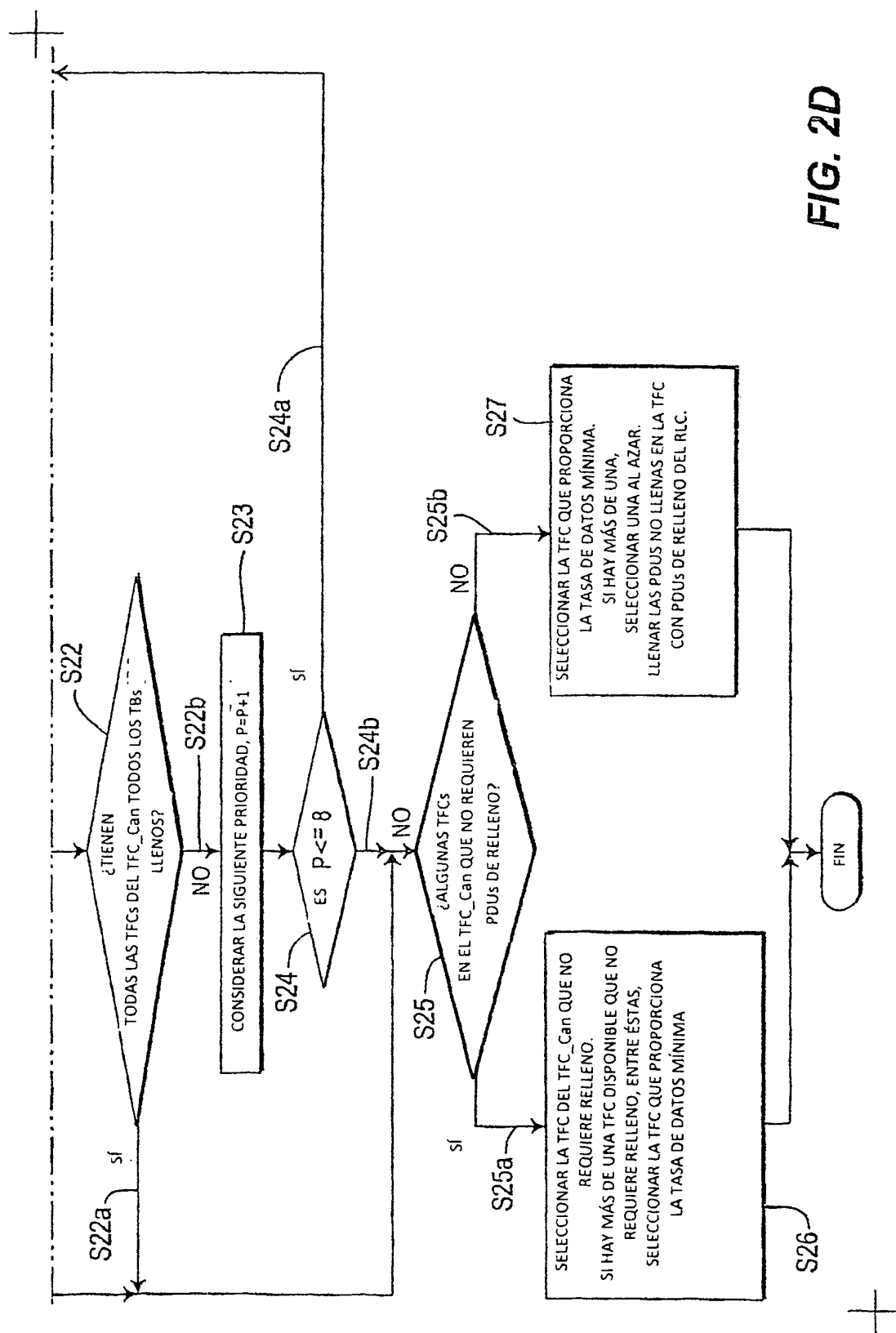


FIG. 2D

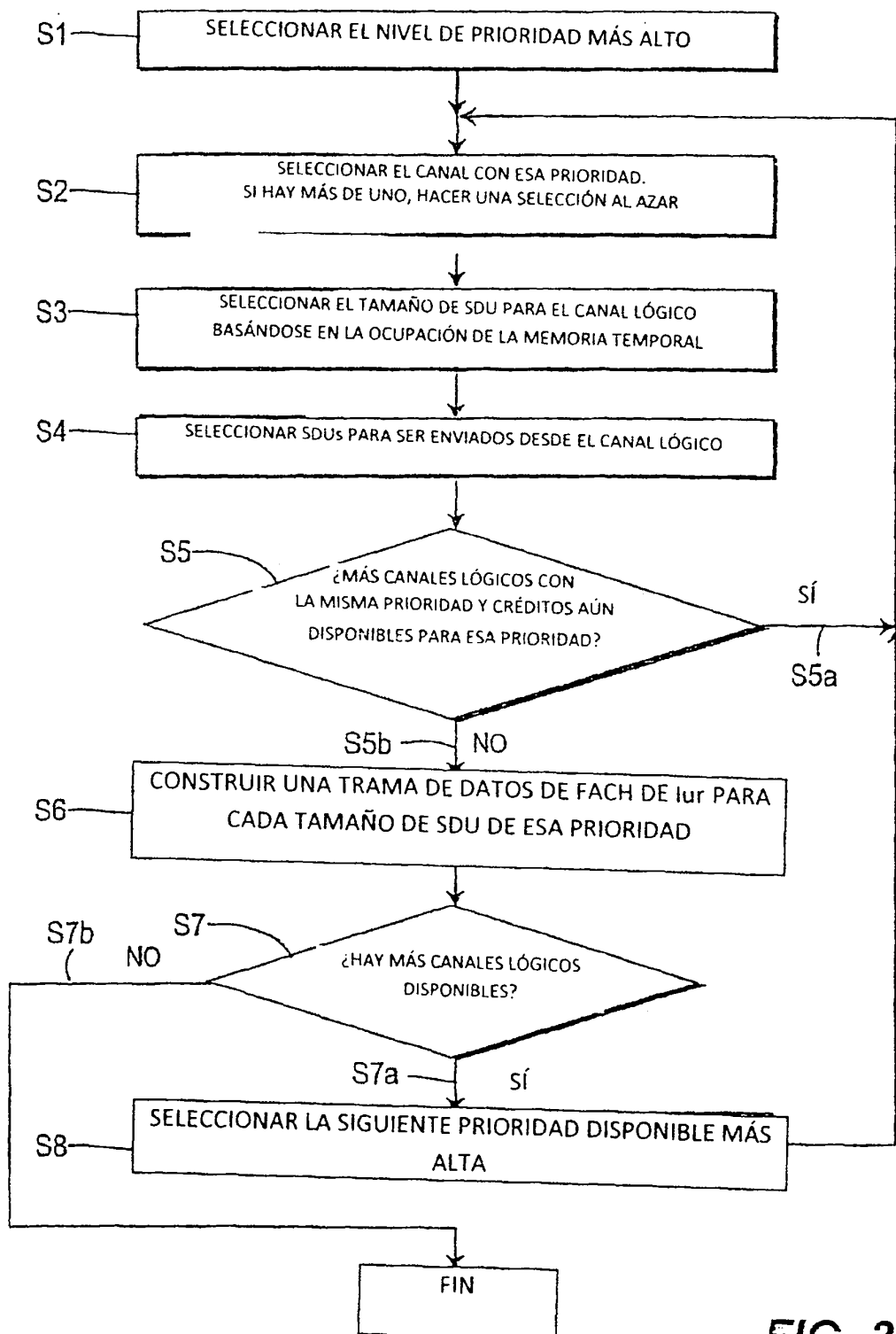


FIG. 3