

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 442**

51 Int. Cl.:

H04W 8/26

(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2002** **E 02722112 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.08.2015** **EP 1368983**

54 Título: **Asignación óptima de TMSI y P-TMSI en sistemas de comunicación móviles**

30 Prioridad:

23.02.2001 US 270629 P
18.12.2001 US 20120

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
06.10.2015

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

DI PASQUALE, GIANLUCA GIOVANNI;
RITTERBECKS, ARNDT y
VARVARIAN, VATCHE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 547 442 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

Asignación óptima de TMSI y P-TMSI en sistemas de comunicación móviles

Antecedentes

5 La presente invención se refiere a sistemas de comunicaciones móviles, y más en particular a técnicas para asignar Identidades de Abonados Temporales Móviles (TMSIs) en sistemas de comunicaciones conmutados por circuito y/o conmutados por paquetes.

10 Los sistemas de comunicaciones móviles son bien conocidos. En las llamadas redes “celulares o “móviles”, un área geográfica extensa se divide en las llamadas células. Cada célula está atendida por una estación de base correspondiente, la cual utiliza técnicas de radiocomunicación para enlazar unidades móviles situadas dentro de la célula con una parte con base en tierra del sistema de comunicación celular. La parte con base en tierra del sistema de comunicación celular (denominada Red Móvil Pública Terrestre – “PLMN”) está capacitada no sólo para enlazar comunicaciones entre unidades móviles ubicadas en la misma o en diferentes células, sino también para conectar un usuario móvil con otras redes de comunicaciones, tal como la Red de Telefonía Pública Conmutada (PSTN) y/o una red de datos orientada por ordenador. De este modo, un usuario móvil puede ser capaz de establecer una llamada con (o recibir una llamada desde) un teléfono que no sea móvil (lo que se conoce como “Teléfono Viejo y Simple”, o “POT”) o para procesar un equipo conectado a una red de ordenador. Cuando un usuario de una unidad móvil se mueve desde una célula a otra, la responsabilidad de mantener cualquier llamada entrante en la que pueda estar participando se transfiere desde la célula original a la nueva célula “objetivo”, en una operación conocida como “transferencia” o “traspaso”.

20 La industria de las radiocomunicaciones celulares ha realizado progresos fenomenales en operaciones comerciales en muchos países en todo el mundo. El crecimiento en las áreas metropolitanas principales ha excedido de lejos las expectativas y ha superado rápidamente la capacidad del sistema. Si esta tendencia continúa, los efectos del crecimiento de esta industria alcanzarán pronto incluso a los mercados más pequeños. Se requieren soluciones innovadoras que cumplan con estas necesidades de capacidad creciente así como mantengan el servicio de alta calidad y eviten las subidas de precios.

30 Mientras que los principios básicos enunciados con anterioridad son en general aplicables a todos los sistemas de comunicaciones móviles de este tipo, cada implementación de sistema se realiza en conformidad con uno seleccionado de un número de posibles estándares. Con el fin de facilitar la comprensión de la invención, los diversos problemas y soluciones inventivas que se describen en la presente memoria se presentan en el contexto del bien conocido Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM). Los estándares de Servicio General de Radio por Paquetes (GPRS) y Proyecto Partnership de 3ª Generación (3GPP), son todos ellos bien conocidos y no necesitan ser descritos con detalle en la presente memoria. Sin embargo, se debe entender que los principios que se van a discutir no se limitan solamente a esos sistemas, sino que por el contrario, son transportables fácilmente en realizaciones alternativas a sistemas de comunicaciones móviles implementados conforme a otros estándares que utilicen el equivalente de una TMSI.

40 En redes móviles, los Registros de Ubicación de Visitantes (VLRs) y los Nodos de Soporte de GPRS de Servicio (SGSNs) soportan confidencialidad de identidad mediante asignación de una TMSI a cada abonado móvil (MS) visitante. La TMSI es un alias de identidad temporal que se utiliza en lugar de la Identidad de Abonado Móvil Internacional (IMSI) asignada de forma permanente. Este alias debe ser acordado de antemano entre la estación móvil y la red durante los procedimientos de señalización protegida. Una estación móvil (MS) puede tener asignadas dos TMSIs: una para servicios proporcionados a través del Centro de Conmutación Móvil (MSC) y otra (denominada P-TMSI) para servicios proporcionados a través del SGSN. Un móvil se considera “visitante” cuando está vinculado a un VLR y/o un SGSN específicos de la PLMN.

45 Para facilitar la exposición, todas las referencias a “TMSI” (si están abreviadas o enunciadas como “Identidad de Abonado Móvil temporal”) deben interpretarse en el sentido de “TMSI y/o P-TMSI” a menos que se especifique otra cosa.

Puesto que la TMSI tiene solamente significación local (es decir, dentro del área de un VLR controlada por un VLR, o dentro de un área de SGSN controlada por un SGSN), la codificación de la TMSI puede ser elegida por acuerdo entre el operador y el fabricante con el fin de cumplir las necesidades locales.

50 La TMSI consiste en un número predefinido de bits, tal como cuatro octetos (es decir, treinta y dos bits). Ésta puede ser codificada usando una representación hexadecimal completa. En áreas en las que se proporcionan servicios basados en MSC y servicios basados en SGSN, se realiza la misma codificación discriminante para distinguir entre la asignación de TMSIs para servicios basados en MSC y la asignación de TMSIs para servicios basados en SGSN.

55 La Figura 1 es un diagrama de una TMSI 100 convencional que se utiliza en ejemplos de sistemas existentes. En este ejemplo, la codificación discriminante se sitúa en un campo 101 Conmutado por Circuitos (CS)/Conmutado por Paquetes (PS) que ocupa los dos bits más significativos de la TMSI 100. En el campo 101 de CS/PS, los valores 00, 01 y 10 se utilizan para indicar que la TMSI 100 está asociada a servicios basados en VLR (es decir, servicios

basados en CS); el valor restante "11" se usa para indicar que la TMSI 100 está asociada a servicios basados en SGSN (es decir, servicios basados en PS). Por supuesto, en otros sistemas, el campo de CS/PS podría estar codificado de otras formas. Además, el campo de CS/PS no necesita estar localizado en la porción más significativa de la TMSI, ni tiene que tener una anchura de dos bits.

5 El problema básico de las redes de 2ª Generación (2G) y futuras de 3ª Generación (3G) consiste en el enorme incremento esperado de la cantidad de tráfico que ha de ser manejada y en el número de abonados en ambos mercados de GSM y de Sistema de Telecomunicación Móvil Universal (UMTS). La solución tradicional al problema de capacidad del MSC ha consistido en desarrollar procesadores más potentes para los MSCs y, cuando esto ya no ha sido posible, en añadir MSCs a la red. La adición de los MSCs a la red, sin embargo, ha conducido a un nuevo problema, en particular a la necesidad de reconfiguraciones continuas de la red y al incremento en las actualizaciones de posición y del tráfico de transferencia inter-MSC. Esto mismo se aplica también a los nodos SGSN, para ambas redes 2G y 3G.

15 Para abordar ambos problemas (capacidad y configuración de red), se ha propuesto una alternativa basada en los conceptos de "MSC en grupo" (para redes 2G) y "SGSN en grupo" (para redes 3G). Para apreciar mejor los diversos aspectos del concepto de grupo (que se va a describir después con referencia a la Figura 2), resulta de ayuda examinar en primer lugar las arquitecturas de red celular existentes.

20 En las arquitecturas de red celular actuales, existe una estructura jerárquica entre nodos de red central (MSC/VLR y SGSN) y nodos de red de acceso de radio (Controlador de Estación de Base/Controlador de Red de Radio – "BSC/RNC"). En los sistemas actuales, un número de estaciones de base están agrupadas entre sí y asociadas a un BSC/RNC. Los BSCs/RNCs están, a su vez, agrupados entre sí y asociados a un MSC/VLR y a un SGSN. En otras palabras, desde la perspectiva de la red central (CN), la filosofía de la red actual consiste en dividir geográficamente la región entre los recursos de la red central disponible, es decir, un MSC/VLR en el dominio de CS y un SGSN en el dominio de PS.

25 Por el contrario, y con referencia al diagrama de bloques de la Figura 2, las características del concepto de grupo consisten en que la estructura de red jerárquica está dispuesta de tal modo que:

- Cada servidor de MSC y/o de SGSN dentro del grupo 201, atiende la misma área de servicio (es decir, la denominada "área de servicio de grupo").
- Cada uno de los RNCs 203 dentro del área de servicio de grupo está conectado a cada uno de los servidores dentro del grupo 201, es decir, un RNC/BSC puede estar ahora en contacto con varios MSCs/SGSNs.
- Los RNCs 203 del interior del área de servicio de grupo tienen una funcionalidad de distribución de tráfico, la cual distribuye el tráfico móvil entre los servidores dentro del grupo 201 y consigue de esa forma una distribución de carga entre los servidores.

35 Una descripción más detallada del concepto "en grupo" puede ser encontrada, por ejemplo, en "Proyecto Partnership de 3ª Generación: Servicios de Grupo de Especificación Técnica y Aspectos de Sistema, Conexión Intra Dominio de nodos RAN a Múltiples Nodos CN; (Edición 5)", 3GPP TS 23.xyz, v0.0.0 (01-2001).

Según se ha anticipado en el último párrafo mencionado, el problema cuando se introducen grupos de servidor en la red central consiste en determinar sobre qué base un RCN/BSC deberá decidir cuál de entre los MSC/SGSN debe enrutar los mensajes.

40 La solución sugerida actualmente consiste en distribuir los mensajes en base al valor de la TMSI. La TMSI es la identidad temporal de 32 bits asignada a un abonado por el MSC/VLR o SGSN, pero según se aplica en este entorno es única dentro del área completa de servicio de grupo en vez de solamente un único servidor.

45 En efecto, de acuerdo con esta estrategia, cada servidor (MSC/VLR y SGSN) del grupo 201 maneja solamente un subconjunto de todos las TMSIs posibles, y cada RNC 203 distribuye/asigna siempre el abonado al mismo y único servidor del grupo 201, en base a la TMSI que tenga el abonado.

La suposición tras este concepto de distribución consiste en que cada abonado (o grupo de abonados) produce como media la misma cantidad de carga en el sistema. En consecuencia, la carga debe estar distribuida al menos de forma aproximadamente uniforme entre los diversos servidores dentro del grupo 201.

50 Se presenta, no obstante, un problema cuando se intenta aplicar estrategias de asignación de TMSI existentes al nuevo entorno basado "en grupo". Para entender mejor la naturaleza de este problema, resulta de ayuda examinar en primer lugar cómo están estructuradas y asignadas las TMSIs en los sistemas existentes, véase por ejemplo el documento US-A1-5375251.

En la actualidad, en sistemas que no emplean el concepto "en grupo", la TMSI se asigna sobre una base de "por cada VLR" (es decir, la TMSI es única a nivel de VLR).

La estructura de una TMSI 300 de la técnica anterior ha sido mostrada en la Figura 3. En esta se puede apreciar que, adicionalmente al campo 101 de CS/PS, la TMSI 300 está formada por dos campos: un campo 301 de identificación de TMSI que apunta a los registros de abonado en el VLR (cada servidor está capacitado para manejar hasta 1 millón de abonados), y un campo 303 de generación de TMSI. En este ejemplo el campo 301 de identificación de TMSI tiene una anchura de 20 bits (el cual es capaz de representar un valor único para cada uno del millón de abonados potenciales), y el campo 303 de generación de TMSI tiene una anchura de 12 bits.

El campo 303 de generación de TMSI de 12 bits, tiene anchura suficiente para permitir 3.072 valores de generación de TMSI para servicios de CS y 1.024 valores de generación de TMSI para servicios de PS.

Doble asignación es una situación en la que dos MSs diferentes mantienen la misma identificación de TMSI con el mismo valor de generación al mismo tiempo. Tal y como puede imaginarse, esto podría ser un problema puesto que sería imposible, bajo estas circunstancias, que el sistema distinga una MS de otra. El campo de generación de TMSI se utiliza para evitar la doble asignación de TMSIs. Por ejemplo, si un abonado A con un valor de identificación de TMSI dado no aparece ya más (es decir, el abonado no realiza una operación de "Cancelar Ubicación"), entonces este valor de identificación de TMSI debería (y podrá) ser liberado después de un determinado período de tiempo para ser usado para otro usuario B. De lo contrario, un valor del campo de identificación de TMSI podría ser bloqueado para siempre y el número de valores de identificación de TMSI libres se reduciría. Para distinguir el nuevo abonado B del abonado A (a quién no se permitirá usar esta TMSI antigua nunca más), el valor del campo de identificación de TMSI se asocia adicionalmente a un valor de "generación de TMSI" que indica al sistema la generación actual de un determinado valor de identificación de TMSI. Solamente el abonado que use un valor de identificación de TMSI asociado al valor del campo de generación correcto estará autorizado para acceder a la red.

El valor del campo de generación de TMSI se escalona cada vez que un valor del campo de identificación de TMSI ya liberado es asignado a un abonado nuevo/diferente, debido a una cualquiera de las razones siguientes:

- un abonado se desplaza a un área de ubicación diferente (LA) del mismo VLR, o
- ocurre una Cancelación de Ubicación cuando el abonado se desplaza a una nueva LA en una nueva área de servicio de VLR.

Después de algún tiempo, el valor del campo de generación de TMSI será igualmente escalonado varias veces, pero no de igual forma para todos los valores de identificación de TMSI. Por ejemplo, puede ocurrir que el valor 5075 de campo de identificación de TMSI esté en generación 8, mientras que el valor 2034 de campo de identificación de TMSI esté aún en generación 2.

Si ocurre uno de los siguientes:

- reinicio de MSC/VLR con recarga;
- reseteo de HLR, o
- cancelación de registro (purga del HLR),

entonces el valor del campo de generación de TMSI se escalona de nuevo, pero esta vez mediante un valor mayor de 1, tal como 50 o incluso 500. Esto es necesario debido a que en estos ejemplos, el VLR pierde toda la información acerca de los valores de generación de TMSI, y por lo tanto no sabe en qué generación estaban los distintos valores de identificación de TMSI. Con el fin de asegurarse de que todos los abonados/terminales son liberados de la red, lo que podría forzar a todos ellos al re-registro (necesario cuando ocurre un reinicio), cada uno de los valores del campo de generación de TMSI debe ser establecido lo suficientemente alto como para provocar que exceda el valor que tenía justamente antes del evento causante del reinicio. Se supone que un tamaño de paso de 50-500 (que se utiliza en los sistemas actuales) es suficientemente grande como para asegurar esta condición. El rango relativamente grande de los valores del campo de generación (3.072 posibilidades para los servicios de CS, 1.024 posibilidades para los servicios de PS) permite el uso de tales pasos grandes, aunque en la mayor parte de los casos éstos son probablemente mucho más grandes de lo realmente necesario. Solamente en casos extraños ocurrirá que existan usuarios a los que se hubiera asignado previamente un valor del campo de generación de TMSI incluso más alto. Se requiere señalización extra para liberar a continuación esos pocos usuarios, pero el pequeño número de ellos significa que la carga de señalización más alta es pequeña, y por lo tanto no hay ningún problema. De ese modo, con la política actual de asignación de TMSI de escalonamiento de generación de TMSI, la probabilidad de doble asignación de TMSI es muy baja.

Volviendo ahora a los sistemas que emplean el concepto "en grupo", tales sistemas requieren una reestructuración de la TMSI. En particular, el rango de TMSI completo ha sido dividido entre diferentes servidores, de modo que solamente un cierto rango de los valores de TMSI sea válido para cualquier servidor dado.

En el momento de esta memoria, 3GPP tienen planes para estandarizar la estructura 400 de TMSI representada en la Figura 4. El campo 401 de Dominio tiene una anchura de 3 bits, y su valor identifica si la TMSI está asociada a servicios de CS, servicios de PS, o a otros usos.

Se encuentra presente un campo 403 de generación de TMSI, pero se le han asignado solamente 5 bits de la TMSI 400 completa.

Un campo 405 de puntero de Servidor ha sido asignado con 7 bits de la TMSI 400.

5 Un campo 407 de identificación de TMSI en la TMSI ha sido asignado con 17 bits, lo que permite el direccionamiento de hasta 132K abonados.

Durante el uso, cada abonado será asignado al servidor correcto en base al valor del campo 405 de puntero de servidor. Cada servidor estará capacitado para manejar los 132K abonados.

Esta nueva estructura 400 de TMSI presenta problemas con respecto a la asignación de TMSI. En particular,

- 10
- El campo de generación de TMSI ha sido reducido a solamente 5 bits, lo que significa que existen solamente 32 valores posibles. Como resultado de esta reducción, la probabilidad de que ocurra una doble asignación de TMSI se hace mucho más grande si se emplean estrategias de asignación de TMSI convencionales.
- 15
- Además, no resulta incluso posible ya más un paso de 50 a 500, de modo que se necesita un nuevo algoritmo para reemplazar el antiguo procedimiento de incremento en el rango de 50-500. Además, la técnica convencional para seleccionar un tamaño de paso no es ideal, puesto que bajo la estrategia convencional de asignación de TMSI, el tamaño de paso apropiado depende mucho del comportamiento del futuro usuario y del patrón de movilidad. En algunos casos un tamaño de paso de 8 podría ser un buen valor, mientras que en otros casos el tamaño de paso debería ser 15 o mayor. La selección de un tamaño de paso adecuado depende también del tipo de servidor, MSC o SGSN. Existe también incertidumbre sobre si un valor de, por ejemplo 8, será el mejor a usar en todo momento.
- 20

Existe por tanto una necesidad de una estrategia de asignación de TMSI, y de aparatos que la soporten, que sean adecuados para su uso con sistemas de comunicación que empleen el concepto "en grupo".

Existe también una necesidad de estrategias, y de aparatos que las soporten, para determinar qué tamaño(s) de paso han de usarse para un sistema dado.

25 **Sumario**

Se debe hacer hincapié en que los términos "comprende" y "comprendiendo", cuando se usan en la presente descripción, han sido tomados para especificar la presencia de características, números enteros, pasos o componentes determinados; pero el uso de estos términos no impide la presencia o adición de uno o más de otras características, números enteros, pasos, componentes o grupos de los mismos.

30 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, los objetos anteriores y otros objetos han sido logrados con métodos y aparatos que realizan un ajuste especial a un valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal para su uso en respuesta a una operación de reinicio. Esto incluye determinar una cantidad entera mínima que sea más alta que los valores del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociados a un porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles; y, ajustar el valor del campo de

35 generación de identidad de abonado móvil temporal en función de una cantidad entera mínima. En algunas realizaciones, aunque no necesariamente en todas, el ajuste se realiza estableciendo el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal que sea igual a la cantidad entera mínima.

40 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, los objetos anteriores y otros objetos se han logrado con métodos y aparatos que gestionan una Identidad de Abonado Móvil Temporal (TMSI) para un abonado móvil, en donde la TMSI comprende un campo de identificación de TMSI y un campo de generación de TMSI. Esto incluye seleccionar un valor del campo de identificación de TMSI no utilizado; determinar un valor del campo de generación de TMSI actual asociado al valor del campo de identificación de TMSI seleccionado; realizar un ajuste de asignación normal al valor del campo de generación de TMSI actual, produciendo con ello un valor del campo de generación de TMSI ajustado; y, generar una TMSI completa a partir del valor de identificación de TMSI seleccionado y del valor

45 del campo de generación de TMSI ajustado.

En algunas realizaciones, estas etapas se llevan a cabo solamente si existe un valor del campo de identificación de TMSI no utilizado. En otros casos (es decir, si no existe un valor del campo de identificación de TMSI no utilizado), la asignación incluye seleccionar cualquier valor del campo de identificación de TMSI disponible; determinar un valor del campo de generación de TMSI actual asociado al valor del campo de identificación de TMSI seleccionado; y, llevar a cabo un ajuste de asignación especial al valor del campo de generación de TMSI actual, produciendo con ello un valor del campo de generación de TMSI ajustado. Se genera entonces una TMSI completa a partir del valor de identificación de TMSI seleccionado y del valor del campo de generación de TMSI ajustado.

50

Con independencia de cómo se genere, la TMSI completa se asigna al abonado móvil.

En respuesta a un primer tipo de evento causante de liberación en el que se informa al abonado móvil de que la

TMSI está siendo liberada, el valor de identificación de la TMSI se procesa de modo que se considerará no usado, y se realiza un ajuste de desasignación normal respecto al valor del campo de generación de TMSI ajustado. En respuesta a un segundo tipo de evento causante de la liberación en el que no se informa al abonado móvil de que la TMSI está siendo liberada, el valor de identificación de TMSI se procesa de modo que se pueda considerar disponible y el valor del campo de generación de TMSI ajustado se deja sin cambio.

En ejemplos de realizaciones, el ajuste de asignación normal al valor del campo de generación de TMSI presente incluye cambiar el valor del campo de generación de TMSI presente por un valor predeterminado. Por ejemplo, el ajuste de asignación normal al valor del campo de generación de TMSI presente puede significar incrementar el valor del campo de generación de TMSI en una cantidad igual a 1.

Alternativamente, el ajuste de asignación normal al valor del campo de generación de TMSI presente incluye cambiar el valor del campo de generación de TMSI presente por un valor predeterminado.

En algunas realizaciones, el ajuste de desasignación normal respecto al valor del campo de generación de TMSI ajustado incluye realizar una operación que restaure el valor del campo de generación de TMSI ajustado respecto al valor del campo de generación de TMSI presente. Por ejemplo, cuando el ajuste de asignación normal signifique incrementar el valor del campo de generación de TMSI en una cantidad igual a 1, el ajuste de desasignación normal significa decrementar en 1.

En otro aspecto, el ajuste de asignación especial incluye cambiar el valor del campo de generación de TMSI presente como función de una cantidad entera mínima que sea más alta que los valores del campo de generación de TMSI asociados a un porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles. En algunas realizaciones, esto puede ser llevado a cabo estableciendo que el valor del campo de generación de TMSI presente sea igual a la cantidad entera mínima que sea más alta que los valores del campo de generación de TMSI asociados al porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles.

En algunas realizaciones, la determinación de la cantidad entera mínima que sea más alta que los valores del campo de generación de TMSI asociados al porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles incluye determinar una densidad de probabilidad como una función del valor de generación de TMSI; integrar la densidad de probabilidad a través de una gama completa de valores de generación de TMSI para determinar una integral total; y, determinar la cantidad entera de tal modo que una integral de la densidad de probabilidad desde cero hasta la cantidad entera produzca una integral más pequeña de lo que es el porcentaje predeterminado de la integral total.

Breve descripción de los dibujos

Los objetos y ventajas de la invención podrán ser comprendidos leyendo la descripción detallada que sigue junto con los dibujos en los que:

La Figura 1 es un diagrama de una TMSI convencional que se utiliza en ejemplos de sistemas existentes;

La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra la organización y las características de una estructura de red jerárquica que emplea el concepto "en grupo";

La Figura 3 es un diagrama que representa la estructura de una TMSI de la técnica anterior;

La Figura 4 es un diagrama de una estructura de TMSI para su uso en un sistema de comunicaciones que emplea el concepto "en grupo";

La Figura 5 es un diagrama de flujo de un método convencional para asignar TMSIs en un sistema de comunicaciones;

La Figura 6 es un diagrama de flujo de una estrategia de asignación de TMSI según un aspecto de la invención;

La Figura 7 es un conjunto de gráficos que muestran expansión de valores de generación de TMSI que pueden ser resultado de las diversas técnicas de asignación de TMSI descritas en la presente memoria;

La Figura 8 es un diagrama que muestra posibles transiciones de estado a las que puede someterse una TMSI;

La Figura 9 es un gráfico de probabilidad para una distribución de estado BUSY determinada según un aspecto de la invención, y

La Figura 10 es un gráfico de probabilidad para una distribución de estado IDLE determinada según un aspecto de la invención.

Descripción detallada

Las diversas características de la invención van a ser descritas ahora con referencia a las Figuras, en las que las partes iguales han sido identificadas con los mismos caracteres de referencia.

Los diversos aspectos de la invención van a ser descritos ahora con mayor detalle en relación con un número de ejemplos de realización. Para facilitar la comprensión de la invención, muchos de los aspectos de la invención se describen en términos de secuencias de acciones que se llevan a cabo mediante elementos de uno o más sistemas de ordenador. Se comprenderá que en cada una de las realizaciones, las diversas acciones podrían ser llevadas a cabo mediante circuitos especializados (es decir, puertas lógicas discretas interconectadas para realizar una función especializada), mediante instrucciones de programa que son ejecutadas por uno o más procesadores, o mediante una combinación de ambos. Además, la invención puede ser considerada adicionalmente de modo que sea materializada completamente dentro de una forma cualquiera de portador legible con ordenador, tal como una memoria de estado sólido, disco magnético, disco óptico u onda portadora (tal como ondas portadoras de radiofrecuencia, audiofrecuencia o frecuencia óptica) que contengan un conjunto apropiado de instrucciones de ordenador que provoquen que uno o más procesadores lleven a cabo las técnicas que se describen en la presente memoria. De ese modo, los diversos aspectos de la invención pueden ser materializados de muchas formas diferentes, y se ha contemplado que todas esas formas caen dentro del alcance de la invención. Para cada uno de los diversos aspectos de la invención, las realizaciones de cualquiera de esas formas pueden ser mencionadas en la presente memoria como "lógica configurada para" llevar a cabo una acción descrita, o alternativamente como "lógica que" lleva a cabo una acción descrita.

Los inventores han determinado que la técnica convencional de escalonar la generación de TMSI en 1 cada vez que se asigna una identificación de TMSI a un abonado, y mediante un número entre 50 y 500 cada vez tras un reinicio, causará un bit de expansión numérica a través del campo de generación de TMSI de las TMSIs del VLR.

Además, con esta alternativa convencional, la expansión está también intensamente relacionada con el comportamiento de movilidad de un usuario. Es decir, en VLRs a los que están asignadas TMSIs y reasignadas de forma bastante frecuente debido a que los usuarios se están moviendo en gran medida entre Áreas de Ubicación diferentes, los valores del campo de generación de TMSI resultan escalonados de manera muy rápida en comparación con áreas de cobertura de VLRs en las que los abonados tienen un comportamiento más estático. Esta sensibilidad a la movilidad podrá ser incluso más importante en un próximo futuro, donde se espera que las Áreas de Ubicación sean cada vez más pequeñas a efectos de satisfacer las necesidades de capacidad.

Para lograr una mejor comprensión del problema de expansión del valor de TMSI asociado a técnicas convencionales de asignación de TMSI, la discusión va a considerar en primer lugar el modo en que los VLRs y SGSNs convencionales asignan un valor de TMSI a un abonado. Cuando un abonado entra en el VLR (o en el SGSN) que da servicio a la zona por primera vez, el servidor tiene que dotar al terminal con una TMSI. A este respecto, el servidor ha de asignar una TMSI que no haya sido ya asignada a nadie más. Para obtener un valor de identificación de TMSI no usado, el servidor se dirige en primer lugar a una lista primaria, y si ello no tiene éxito, después a una lista secundaria. La lista primaria contiene todos los valores de identificación de TMSI no usados que han sido liberados apropiadamente y que por lo tanto se consideran "fiables", es decir, que no existe riesgo de que el valor de identificación de TMSI haya sido asignado a otro MS. Para que se considere "fiable", el último usuario del valor de identificación de TMSI debe haber liberado el valor de identificación de TMSI debido a una Cancelación de Ubicación o a una operación de Reasignación de TMSI. Con cualquiera de estos eventos causantes de liberación, se informa al MS de la liberación.

Si el valor de identificación de TMSI ha sido liberado debido a cualquier otra razón, entonces la liberación se considera inapropiada, lo que significa que existe algún riesgo de que otro MS pueda estar todavía intentando contactar con la red usando el valor de identificación de TMSI. Estos valores de identificación de TMSI no fiables se mantienen en la lista secundaria. Debido a la posibilidad de que exista todavía un MS que esté intentando acceder al sistema usando un valor de identificación de TMSI no fiable, tales valores no se consideran "no usados", sino que por el contrario se consideran simplemente "disponibles" y pueden ser asignados a un nuevo MS bajo circunstancias que se describen después con mayor detalle. Se comprenderá que los valores de identificación de TMSI "no usados" están también "disponibles". De ese modo, según se usa en la presente memoria, el término "disponible" se usa para referirse a valores de identificación de TMSI tanto "fiables" como "no fiables".

Con ello, el servidor construye la TMSI como sigue, y según se ha ilustrado en el diagrama de flujo de la Figura 5.

En primer lugar, el servidor selecciona un valor de identificación de TMSI disponible para su uso en la generación de la TMSI completa (etapa 501).

A continuación, el servidor determina (por ejemplo examinando una o más variables de estado asociadas a los valores de identificación de TMSI) si ésta es la primera vez después de una operación de reinicio que se está asignando el valor de identificación de TMSI seleccionado (bloque de decisión 503). Si no es así (ruta "NO" del bloque 503), entonces el servidor determina también si el valor de identificación de TMSI seleccionado procede de la lista primaria o de la lista secundaria (bloque de decisión 505).

Si el valor seleccionado de identificación de TMSI fue seleccionado a partir de la lista primaria (ruta "Sí" del bloque de decisión 505), entonces el servidor obtiene el último valor de generación de TMSI asociado al valor de identificación de TMSI seleccionado y escalona ese valor de generación de TMSI mediante un valor de +1 (etapa 507). Sin embargo, si el valor de identificación de TMSI seleccionado fue en cambio seleccionado a partir de la lista

secundaria (ruta "NO" del bloque de decisión 505), entonces el servidor obtiene el último valor de generación de TMSI asociado al valor de identificación de TMSI seleccionado y escalona ese valor de generación de TMSI mediante un valor comprendido en la gama de 50-500. El valor particular usado en este caso depende de la implementación. Obsérvese que escalonar el valor del campo de generación de TMSI mediante una cantidad comprendida en la gama de 50-500 podrá dar como resultado la ampliación de los valores de generación de TMSI.

Volviendo al bloque de decisión 503, puede darse el caso de que ésta sea la primera vez que el valor de identificación de TMSI esté siendo asignado después de una operación de reinicio. Esto significa que el servidor ha perdido la pista de todas las TMSIs que habían estado bajo su control, y por lo tanto no puede considerar ninguno de los valores de identificación de TMSI como "fiable". En ese caso (ruta "Sí" del bloque de decisión 503), el servidor obtiene el valor de generación de TMSI asociado del valor de identificación de TMSI seleccionado. Este valor de generación de TMSI asociado se escalona a continuación mediante un valor comprendido en la gama de 50 a 500 (etapa 511).

Después de que haya sido seleccionado un campo de identificación de TMSI y su valor de generación de TMSI asociado obtenido y escalonado (mediante una cualquiera de las diversas técnicas descritas con anterioridad), se genera la TMSI completa a partir del valor del campo de identificación de TMSI seleccionado y del valor del campo de generación de TMSI actualizado (etapa 513).

Cuando un abonado abandona una nueva área de servicio (por ejemplo, cuando el abonado se desplaza bajo el control de otro servidor), se le asigna una nueva TMSI desde el nuevo servidor, y se libera su antigua TMSI dentro del antiguo servidor (etapa 515), lo que significa que en el antiguo servidor es donde se procesa el antiguo valor del campo de identificación de TMSI de alguna manera, de modo que se pueda considerar disponible, y el último valor del campo de generación de TMSI asociado a este valor del campo de identificación de TMSI se deja sin cambio con el último valor.

Según se ha mencionado con anterioridad, la técnica convencional de asignación de TMSI, que se acaba de discutir, da como resultado una gran cantidad de expansión del valor de generación de TMSI. Este nivel es inaceptable cuando se aplica a un sistema en el que la gama de posibles valores de generación de TMSI sea sustancialmente reducida (por ejemplo, limitada a valores de 5 bits en vez de valores de 10 bits). Para direccionar este problema, se va a describir ahora una nueva estrategia de asignación de TMSI con referencia al diagrama de flujo de la Figura 6.

En primer lugar, el servidor selecciona un valor del campo de identificación de TMSI disponible para su uso en la generación de la TMSI completa (etapa 601).

A continuación, el servidor determina si ésta es la primera vez después de una operación de reinicio que el valor de identificación de TMSI seleccionado está siendo asignado (bloque de decisión 603). Si no lo es (ruta "NO" del bloque de decisión 603), entonces el servidor lleva a cabo lo que en esta descripción se denomina un "ajuste de asignación normal" (etapa 605). En un ejemplo de realización, el ajuste de asignación normal significa incrementar el valor de generación de TMSI en +1. Sin embargo, en realizaciones alternativas, el ajuste de asignación normal puede incluir decrementar el valor de generación de TMSI en -1; incrementar o decrementar el valor de generación de TMSI mediante cantidades que no sean cero y distintas de +1/-1, o incluso realizar otros tipos de ajustes (por ejemplo, multiplicar el valor de generación de TMSI por 2).

Se puede observar que, a diferencia con las técnicas convencionales ilustradas en la Figura 5, el servidor no necesita determinar si el valor de identificación de TMSI seleccionado se seleccionó desde la lista primaria o desde la lista secundaria, puesto que, en cualquier caso, el servidor obtiene el último valor de generación de TMSI asociado al valor de identificación de TMSI seleccionado.

Volviendo al bloque de decisión 603, podría ocurrir que sea el caso de que ésta sea la primera vez que se está asignando el valor de identificación de TMSI después de una operación de reinicio. Según se ha explicado con anterioridad, esto significa que el servidor ha perdido la pista de todas las TMSIs que habían estado bajo su control, y no puede por lo tanto considerar ninguno de los valores de identificación de TMSI "fiables". En ese caso (ruta "Sí" del bloque de decisión 603), el servidor obtiene el valor de generación de TMSI asociado del valor de identificación de TMSI seleccionado, y modifica este valor de generación de TMSI asociado llevando a cabo lo que, en la presente descripción, se denomina un "ajuste especial" (etapa 607).

El término "ajuste especial", según se utiliza en la presente memoria, significa ajustar el valor del campo de generación de TMSI previo a un nuevo valor de ajuste especial que invalidará, por ejemplo, el 99,9% de los valores del campo de identificación de TMSI de abonados registrados antes de que el servidor fuera reiniciado. Esto puede ser llevado a cabo según un número de formas diferentes. En algunas realizaciones, el ajuste especial se realiza simplemente estableciendo todos los valores del campo de generación de TMSI en este nuevo valor de ajuste especial. De ese modo, tras un reseteo en tales realizaciones, todos los valores del campo de generación de TMSI serán inicialmente iguales entre sí (es decir, iguales al valor de ajuste especial). Esta técnica tiene la ventaja de su simplicidad de implementación.

En realizaciones alternativas, el ajuste especial puede ser llevado a cabo modificando realmente (por ejemplo, incrementando o decrementando) cada valor del campo de generación de TMSI individual como una función del

valor de ajuste especial que asegure que el porcentaje predeterminado (por ejemplo, el 99,9%) de los valores del campo de identificación de TMSI en uso con anterioridad al reinicio se considerarán inválidos.

Con independencia de cómo se lleve a cabo el ajuste especial, en realizaciones que usan campos de generación de TMSI de 5 bits, el valor de ajuste especial podría ser, por ejemplo, +8. En realizaciones alternativas, sin embargo, el valor podría ser diferente y/o el tipo de modificación realizada podría ser diferente (por ejemplo, decremento o multiplicación en vez de incremento o reinicialización).

Una técnica para calcular el valor de ajuste especial que va a ser usado en el desarrollo de ajustes especiales, se describe más adelante en la presente memoria.

Se debe apreciar que un valor de ajuste especial usado en un ajuste especial establece también un nuevo valor de "suelo" para valores del campo de generación de TMSI, en caso de que un valor del campo de generación de TMSI se incremente más allá de su valor representable más alto. Por ejemplo, cuando el valor de ajuste especial más reciente es +8, un valor del campo de generación de TMSI que necesita ser incrementado más allá del número 31 (por ejemplo, cuando el campo de generación de TMSI tiene una anchura de sólo 5 bits) sea envolvente de +8, en vez de un valor de cero. Esto tiene el efecto de limitar adicionalmente la gama de valores del campo de generación de TMSI disponibles, pero es necesario evitar la posibilidad de una doble asignación.

Volviendo ahora a la Figura 6, después de que un campo de identificación de TMSI ha sido seleccionado y su valor de generación de TMSI asociado ha sido obtenido y escalonado (mediante cualquiera de las diversas técnicas descritas en lo que antecede), se genera la TMSI completa a partir del valor del campo de identificación de TMSI seleccionado y del valor del campo de generación de TMSI actualizado (etapa 609).

Cuando ocurre un evento causante de liberación de TMSI, se toma una decisión respecto a si se trata o no de una liberación "normal" de una TMSI (etapa 611). Una liberación normal de la TMSI es una que esté instigada por el comportamiento de una cualquiera de entre una operación de Cancelación de Ubicación o una operación de actualización de Área de Ubicación. Cualquier otra liberación de la TMSI dentro del VLR/SGSN sin informar al MS de la liberación, no se considera que sea normal.

Si ocurre una liberación normal de la TMSI (ruta "Sí" del bloque de decisión 611), entonces se realiza una liberación de la TMSI (etapa 613) en la que se procesa el valor del campo de identificación de TMSI de alguna manera, de modo que se pueda considerar disponible, y el último valor del campo de generación de TMSI asociado al valor del campo de identificación de TMSI se modifica mediante la actuación de lo que en la presente descripción se denomina un "ajuste de desasignación normal". En un ejemplo de realización, en la que el ajuste de asignación normal incluye incrementar el valor de generación de TMSI en +1, la desasignación normal significa decrementar el valor de generación de TMSI mediante un valor de 1, restableciendo con ello el valor de generación de TMSI en su valor anterior. Sin embargo, según se ha mencionado con anterioridad, son posibles realizaciones alternativas en las que el ajuste de asignación normal incluye otras operaciones, tal como decrementar el valor de generación de TMSI en 1; incrementar o decrementar el valor de generación de TMSI mediante cantidades que no sean cero y distintas de +1/-1, o incluso realizando otros tipos de ajustes (por ejemplo, multiplicando el valor de generación de TMSI por 2). En tales casos, se prefiere que el procedimiento de ajuste de desasignación normal "cancele" la operación realizada durante el procedimiento de ajuste de asignación normal. De esa forma, el valor de generación de TMSI se vuelve de nuevo disponible para su reutilización.

Si la liberación de la TMSI no se considera "normal" (ruta "NO" en el bloque de decisión 611), entonces se realiza una liberación de la TMSI (etapa 615) en la que se procesa el valor del campo de identificación de TMSI de alguna manera, de modo que se considere "disponible" (según se ha definido dicho término con anterioridad), y el último valor del campo de generación de TMSI asociado a este valor del campo de identificación de TMSI se deja sin cambio. De esta forma, si se dimensiona después el mismo valor de identificación de TMSI para su uso por parte de otro MS, el valor de generación de TMSI será modificado por el procedimiento de ajuste de asignación normal (por ejemplo, incrementándolo en +1), evitando con ello cualquier posible asignación doble. Por ejemplo, si el último MS estuviera más tarde intentando acceder al tráfico de comunicaciones usando todavía los antiguos valores de identificación de TMSI y de generación de TMSI, el VLR estaría capacitado para detectar que el MS tiene una identificación de TMSI inválida debido al hecho de que el valor de generación de TMSI proporcionado por el MS será más bajo (por ejemplo, en 1) que el valor de generación de TMSI actual y válido almacenado en el VLR.

Examinando la estrategia descrita con anterioridad, se puede apreciar que cada vez que un valor de identificación de TMSI no usado se asigna a un nuevo abonado que se registra en el servidor, se ajusta el valor del campo de generación de TMSI asociado, por ejemplo, incrementándolo en una cantidad de 1. Tras la liberación con éxito de esta TMSI dentro del VLR/SGSN (ya sea debido a una Cancelación de Ubicación o a una actualización de Área de Ubicación), el valor del campo de generación de TMSI se ajusta de una manera inversa, por ejemplo reduciendo el valor en 1. Esto permite que se asigne el mismo valor de identificación de TMSI a un MS diferente, reduciendo con ello la expansión de los valores de generación de TMSI.

Continuando con el examen del nuevo procedimiento de asignación de TMSI, obsérvese que después de realizar Cancelación de Ubicación o actualización de Área de Ubicación, está garantizado que el antiguo MS no seguirá

soportando la antigua TMSI, y cualquier acceso posterior de este MS se realizará con un valor de identificación de TMSI diferente. Esto permite el uso de la antigua identificación de TMSI y valores de generación de TMSI para un nuevo MS sin caer en el problema de la doble asignación.

Por otra parte, si se libera la TMSI dentro del VLR/SGSN por cualquier otra razón (es decir, liberando la TMSI dentro del VLR sin informar al MS), entonces el valor del campo de generación de TMSI asociado a ese valor del campo de identificación de TMSI se mantiene igual. Cuando, más tarde, el mismo valor de identificación de TMSI se dimensiona para su uso por otro MS, el valor del campo de generación de TMSI se ajusta, por ejemplo, incrementándolo en un valor de 1, evitando con ello cualquier posible doble asignación. Por ejemplo, si el antiguo MS intentara más tarde realizar un acceso de tráfico utilizando todavía los antiguos valores del campo de identificación de TMSI y campo de generación de TMSI, entonces el VLR estaría capacitado para detectar que el MS tiene una identificación de TMSI inválida, debido al hecho de que el valor del campo de generación de TMSI proporcionado por el MS será más bajo (por ejemplo, en 1) que el valor del campo de generación de TMSI actual y válido almacenado en el VLR.

La Figura 7 es una colección de gráficos que muestran la expansión de valores de generación de TMSI que puede resultar de cada una de las diversas técnicas de asignación de TMSI descritas con anterioridad. El eje horizontal muestra la gama de posibles valores del campo de generación de TMSI, y el eje vertical muestra la densidad de probabilidad asociada a un valor del campo particular de generación de TMSI. Se han mostrado tres gráficos. Un primer gráfico 701 muestra la densidad de probabilidad de valores del campo de generación de TMSI cuando estos valores se generan mediante técnicas de asignación de TMSI convencionales bajo circunstancias en las que la movilidad del usuario es relativamente baja. Un segundo gráfico 703 muestra también la densidad de probabilidad de valores del campo de generación de TMSI cuando esos valores son generados por medio de técnicas de asignación de TMSI convencionales, pero esta vez bajo circunstancias en las que la movilidad del usuario es mucho mayor. Se puede apreciar que la expansión del valor del campo de generación de TMSI es mucho mayor cuando la movilidad del usuario es mayor.

Un tercer gráfico 703 representa la densidad de probabilidad de valores del campo de generación de TMSI cuando esos valores son generados por medio de la técnica inventiva descrita con anterioridad en relación con la Figura 6. Se puede apreciar que la expansión de esos valores es mucho más baja que la expansión asociada a cualquiera de las técnicas de asignación de TMSI convencionales.

Volviendo brevemente a la Figura 6, se puede apreciar que cada vez que existe un reinicio del Servidor, los valores del campo de generación de TMSI de todos los valores del campo de identificación de TMSI conservados por el nodo, son modificados usando el ajuste especial (etapa 607). En un ejemplo de realización, esto significa incrementar el valor de "referencia" de campo de generación de TMSI (es decir, el valor del campo de generación de TMSI mínimo válido) hasta una cantidad que invalide, por ejemplo, el 99,9% de los valores del campo de identificación de TMSI de los abonados registrados con anterioridad a que el Servidor sea reiniciado. El valor incrementado se convierte entonces en el nuevo "valor de referencia". La discusión va a ser enfocada ahora a un método para calcular la magnitud del incremento necesario.

La expansión de los valores del campo de generación de TMSI seguirá una de las tres curvas 701, 703, 705 representadas en la Figura 7, dependiendo de si se sigue el antiguo método de asignación (primer y segundo gráficos 701, 703) o si se usa el nuevo método descrito (tercer gráfico 705).

Según otro aspecto, se proporciona una nueva técnica para determinar el valor de modificación que se debe usar cuando se ajusta el valor del campo de generación de TMSI después de un reinicio (por ejemplo, etapas 511 y 607). Más en particular, si la curva de densidad de probabilidad es conocida para una gama de valores del campo de generación de TMSI asignados de una forma dada, entonces la cantidad óptima de modificación del valor del campo de generación de TMSI (es decir, el valor de ajuste especial, según se ha descrito con anterioridad) para su uso después de un reinicio puede ser deducida fácilmente determinando el valor mínimo de campo de generación de TMSI que sea más alto que los valores del campo de generación de TMSI asociados a un porcentaje determinado de todos los usuarios. En otras palabras, la cantidad de modificación (valor de ajuste especial) para su uso tras un reinicio deberá ser ese valor del campo de generación de TMSI que, cuando se calcula la integral de la curva hasta ese valor del campo de generación de TMSI, da como resultado un valor que es el porcentaje predefinido (por ejemplo, 99,9%) de la integral total de la curva. En la determinación del valor de ajuste especial que se ha de usar, es preferible que el valor no exceda un número que sea aproximadamente la mitad del valor del campo de generación de TMSI más alto posible. Por ejemplo, cuando el valor del campo de generación de TMSI más alto posible sea "31" (que es el caso para los campos de generación de TMSI de 5 bits), es preferible que el valor de ajuste especial no exceda un valor de 16.

Por ejemplo, para la tercera curva 705 de la Figura 7, puede encontrarse que un valor de "8" podría ser el valor óptimo a usar para el comienzo de los valores del campo de generación de TMSI siguientes debido a que el 99,9 por ciento de todos los usuarios tienen un valor del campo de generación de TMSI por debajo de este valor. Un incremento más grande podría no significar ninguna mejora significativa (por ejemplo, la mejora podría estar en la gama de solamente un 0,0x por ciento) y podría tener el efecto perjudicial de desperdiciar demasiados valores del campo de generación, lo que incrementa la posibilidad de una doble asignación si el campo de generación es tan

pequeño como el de la propuesta de estandarización actual (es decir, solamente 32 valores en un campo de 5 bits).

Idealmente, se podría determinar un valor de ajuste especial óptimo usando la técnica descrita con anterioridad cada vez que se realice un reinicio. Sin embargo, en la práctica, este cálculo dinámico del valor de ajuste especial podría añadir una gran cantidad de gastos computacionales al proceso. Por lo tanto, en la práctica, el valor de ajuste especial deberá ser determinado fuera de línea.

La misma técnica es también aplicable para determinar un valor de incremento post-reinicio adecuado para su uso con estrategias de asignación de TMSI convencionales. Por ejemplo, según se ha mencionado con anterioridad, las técnicas convencionales incrementan típicamente el valor del campo de generación de TMSI en una cantidad comprendida en la gama de 50-500. Sin embargo, se puede apreciar a partir de la Figura 7 que para la estrategia convencional de asignación de TMSI bajo condiciones de baja movilidad de usuario (gráfico 701), un tamaño de paso apropiado es 40. Por el contrario, para la misma estrategia convencional de asignación de TMSI pero bajo condiciones de movilidad de usuario más alta (gráfico 703), un tamaño de paso de 80 resulta apropiado.

La discusión va a ser enfocada ahora sobre técnicas para generar las curvas/parámetros de densidad de probabilidad que se usan para determinar un valor de ajuste óptimo para su uso con el valor del campo de generación de TMSI tras una operación de reinicio.

La Figura 8 es un diagrama que muestra las posibles transiciones de estado a las que una TMSI puede estar sometida. Según se muestra en la Figura, la TMSI puede estar ya sea en estado IDLE o en estado BUSY. El estado IDLE indica que la TMSI está disponible para su uso. Por el contrario, el estado BUSY indica que existe una asociación válida entre ese valor de identificación de TMSI y un registro de VLR, lo que significa que el valor de identificación de TMSI no está disponible para una nueva asignación.

Inicialmente, todas las TMSIs están en estado IDLE0. Tras ser dimensionadas, la TMSI se mueve al estado BUSY1. En este punto, existe una asociación válida tanto en el VLR como en el MS. Cuando se libera la TMSI, ya sea debido a Cancelación de Ubicación o ya sea por reasignación de TMSI, las transiciones de TMSI retornan al estado IDLE0. En este punto, tanto el VLR como el MS eliminan la asociación de la TMSI.

Volviendo al estado BUSY1, si se libera la TMSI por razones distintas de los dos mencionadas con anterioridad, tal como terminación periódica de tiempo de registro, la TMSI evoluciona al estado IDLE1. En este proceso, la asociación en el VLR se elimina, pero existe la posibilidad de que el MS mantenga aún la asociación con la misma TMSI.

De ese modo, el estado IDLE1 indica que existe la posibilidad de tener un MS con el mismo valor del campo de identificación de TMSI. Obsérvese que las TMSIs en estado IDLE1 están aún disponibles para su dimensionamiento por el VLR.

Análogas explicaciones se aplican a las transiciones de estado desde IDLE1 a BUSY2, entre BUSY2 e IDLE1, entre BUSY2 e IDLE 2, y así sucesivamente.

Cada TMSI incluye dos campos: un campo de identificación de TMSI y un campo de generación de TMSI. Tras cada dimensionamiento, el valor del campo de generación de TMSI se cambia con el fin de evitar la doble asignación.

Las transiciones de estado pueden ser modeladas matemáticamente a modo de Cadena de Markov, y se puede determinar la probabilidad de estar en cada uno de los estados IDLE0, IDLE1, ..., BUSY0, BUSY1, ..., y así sucesivamente. El conjunto resultante de valores de probabilidad puede ser usado a continuación para decidir cómo de grandes necesitan ser los valores del campo de generación de TMSI a efectos de evitar la ocurrencia de una doble asignación.

La tabla que sigue describe los símbolos de la Figura 8 con mayor detalle.

Símbolo	Explicación
	Petición de asignación de TMSI. Se dimensiona una IDLE TMSI a partir del estado IDLE_N y evoluciona al estado BUSY_N+1. Se asigna la TMSI y existe la siguiente relación: MS-----TMSI: VÁLIDA VLR-----TMSI: VÁLIDA
μ	Petición de liberación de TMSI, debido a Cancelación de Ubicación, o Reasignación de TMSI. μ indica que la TMSI ha sido liberada con éxito en el VLR y ha sido borrada en el MS. El MS no usará la misma TMSI para un acceso de tráfico posterior. Por lo tanto, puede ser insertada en el original.

Símbolo	Explicación
	Lista IDLE. (El estado BUSY_N evoluciona al estado IDLE_N-1). Existe la siguiente relación: MS-----TMSI: BORRADA VLR-----TMSI: BORRADA
	Acceso de tráfico correcto, por ejemplo, registro periódico.
	Petición de liberación de TMSI, debido a una razón distinta de Cancelación de Ubicación. Indica que la TMSI ha sido liberada con éxito en el VLR pero no existe garantía de que el MS haya borrado la TMSI. En consecuencia, existe la posibilidad de que el mismo MS realice un acceso de tráfico posterior con la misma TMSI. Debido a esta posibilidad, la TMSI se inserta en la lista de IDLE al mismo nivel, es decir, el estado BUSY_N evoluciona al estado IDLE_N. Existe la siguiente relación: MS-----TMSI: VÁLIDA VLR-----TMSI: BORRADA
	Reasignación de TMSI. Se ha realizado un acceso de tráfico con una antigua TMSI, de modo que el valor del campo de generación de TMSI no se empareja con el valor actualmente válido. En consecuencia, se asignará una nueva TMSI al MS. Se decrementa la fase o el estado de la antigua TMSI. Obsérvese que la TMSI puede estar ya sea en estado BUSY o ya sea en estado IDLE; por consiguiente, se decrementa desde el estado BUSY_N al estado BUSY_N-1, o desde el estado IDLE_N al estado IDLE_N-1.

Ahora pueden llevarse a cabo los cálculos de probabilidades bajo la suposición de que el sistema ha alcanzado el equilibrio estocástico, y que la suma de todas las probabilidades es igual a la unidad.

Probabilidades de estado IDLE

En la tabla que sigue, se usa la notación siguiente (también con referencia a la Figura 8):

- 5 $P_{n,i}$ = Probabilidad de estar en estado IDLEn, donde $n=0, \dots, N$.
- $P_{n,b}$ = Probabilidad de estar en estado BUSYn, donde $n=0, \dots, N$.
- μ = tasa de transición desde el estado IDLEn al estado BUSYn+1.
= tasa de transición desde el estado BUSYn al estado IDLEn-1.
10 = tasa de transición desde el estado IDLEn al estado IDLEn-1 o desde el estado BUSYn al estado BUSYn-1.
= tasa de transición desde el estado BUSYn al estado IDLEn.
= tasa de transición desde el estado BUSYn al estado BUSYn.

Estado	Tasa de llegada	Tasa de salida
0	$.P_{1,i} + \mu.P_{1,b}$	$.P_{0,i}$
1	$.P_{2,i} + .P_{1,b} + \mu.P_{2,b}$	$.P_{1,i} + .P_{1,i}$
2	$.P_{3,i} + .P_{2,b} + \mu.P_{3,b}$	$.P_{2,i} + .P_{2,i}$
:	:	:
N	$.P_{N+1,i} + .P_{N,b} + \mu.P_{N+1,b}$	$.P_{N,i} + .P_{N,i}$

Probabilidades de estado BUSY

En la tabla que sigue, se usa la siguiente notación (también con referencia a la Figura 8):

- 15 $P_{n,i}$ = Probabilidad de estar en estado IDLEn, donde $n=0, \dots, N$.
- $P_{n,b}$ = Probabilidad de estar en estado BUSYn, donde $n=0, \dots, N$.
- μ = tasa de transición desde el estado IDLEn hasta el estado BUSYn+1.
= tasa de transición desde el estado BUSYn hasta el estado IDLEn-1.
= tasa de transición desde el estado IDLEn al estado IDLEn-1 o desde el estado BUSYn al estado BUSYn-1.
20 = tasa de transición desde el estado BUSYn al estado IDLEn.
= tasa de transición desde el estado BUSYn al estado BUSYn

Estado	Tasa de llegada	Tasa de salida
1	$.P_{0,i} + .P_{2,i}$	$.P_{1,b} + \mu.P_{1,b}$
2	$.P_{1,i} + .P_{3,i}$	$.P_{2,b} + \mu.P_{2,b} + .P_{2,b}$
:	:	:
N	$.P_{N-1,i}$	$.P_{N,b} + \mu.P_{N,b} + .P_{N,b}$

Con fines de simulación, los valores para λ , μ y γ fueron calculados en base a algunas suposiciones y a los siguientes datos de mercado:

- Reasignación de TMSI realizada cada vez que el cambio de LA = sí
- 0,5 Actualización de Ubicación/abonado/hora periódicas (busy hora)
- 5 - 0,55 Actualización de Ubicación Intra-VLR (incluyendo Anexo de abonados ya registrados)/abonado/ hora (busy hora)
- 0,28 Actualización de Ubicación Inter-VLR (Anexo con nuevo registro hacia HLR)/abonado/hora (busy hora)
- 0,15 Desprender/abonado/hora (busy hora)

Considerando los valores siguientes, con cálculos de fase 8, el gráfico de probabilidad para la distribución de estado BUSY se ha representado en la Figura 9, y el gráfico de probabilidad para la distribución de estado IDLE se ha representado en la Figura 10.

Valores: $\lambda=0,32$, $\mu=0,34$, $\gamma=0,045$, $\gamma=0,065$.

Estos gráficos fueron calculados usando el programa MatLab. El propósito de este cálculo es demostrar que para un valor "i=8" en el eje horizontal, la probabilidad de estar en estado $P_{b,8}$ o $P_{i,8}$ está por debajo de $10e-4$. En base a esta demostración, se puede concluir que un valor de 32 para el campo de generación de TMSI es suficiente para cubrir valores de hasta 8 (o incluso mayores) con una probabilidad de conflicto menor de $10e-4$.

Se puede lograr un número de beneficios aplicando las diversas técnicas inventivas descritas en la presente memoria. Por ejemplo, el tamaño del campo de generación de TMSI se puede reducir (por ejemplo, a un campo de 5 bits según ha sido propuesto para los estándares actuales) mientras que se limita la probabilidad de caer fuera de espacio o de doble asignación de TMSIs.

En otras palabras, se puede conseguir el rendimiento de las técnicas de asignación de TMSI convencionales pero con una cantidad mucho más baja de bits necesarios en la TMSI. Los bits ahorrados de esta manera están entonces libres para su uso en cosas tales como distribución de carga (por ejemplo, el concepto de MSC/SGSN en grupo descrito con anterioridad).

Sin la invención, el riesgo de caer fuera de espacio y/o tener doble asignación de TMSIs podría ser mucho más alto.

También, realizar un ajuste de desasignación normal (por ejemplo, etapa 613) sobre el valor del campo de generación de TMSI cada vez que un abonado se mueve a un área de servicio diferente, en vez de mantener solamente el valor sin cambio hasta la siguiente asignación de un valor del campo de identificación de TMSI, reducirá drásticamente la expansión de los valores del campo de generación de TMSI dentro del Servidor. Esto dará como resultado una mejor utilización de este parámetro en casos en los que el rango de generación de TMSI no es "infinito", por ejemplo 32 posibles valores como en las propuestas de estandarización de 3GPP actuales que soportan distribución de carga dentro de redes 2G y 3G.

Una alternativa a las técnicas descritas con anterioridad podría ser simplemente ampliar el tamaño de la TMSI o crear incluso un nuevo elemento de información. Pero esto podría significar cambios mucho más grandes en los diferentes nodos involucrados (terminal, estación de base, BSC, RNC, MSC, SGSN). Esto significa que la invención consigue el efecto deseado con menos impacto sobre el sistema, y de esa forma con el menor coste.

Otro beneficio de la invención consiste en que la expansión de los valores del campo de generación de TMSI es esencialmente independiente de los comportamientos de movilidad del usuario.

Incluso otra ventaja del uso de las técnicas descritas en la presente memoria consiste en que la cantidad óptima de ajuste de generación de TMSI necesaria tras el reinicio de un nodo (VLR y SGSN) necesita ser solamente tan grande como sea necesario, y no mayor.

Además, las técnicas descritas en lo que antecede son fáciles de describir desde una perspectiva estadística. Esto proporciona una potente herramienta para pronosticar la expansión de la TMSI, y finalmente el valor de paso más correcto que ha de usarse tras los reinicios del nodo. Esto es un claro contraste que se apoya en las enormes

posibilidades proporcionadas hasta ahora por el campo de generación de TMSI actual (12 bits, o para las posibles generaciones, 3072 para CS y 1024 para PS).

- 5 La invención ha sido descrita con referencia a una realización particular. Sin embargo, resultará fácilmente evidente para los expertos en la materia que es posible materializar la invención según formas específicas distintas de las mostradas en la realización preferida descrita en lo que antecede. La realización preferida es simplemente ilustrativa y no debe ser considerada como restrictiva en ningún sentido. El alcance de la invención viene dado por las reivindicaciones anexas, en vez de por la descripción precedente, y todas las variaciones y equivalentes que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones se entiende que están abarcadas por la misma.

REIVINDICACIONES

1.- Un método de realización de un ajuste especial en un valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal para su uso en respuesta a una operación de reinicio, comprendiendo el método:

5 determinar una cantidad entera mínima que sea mayor que los valores del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociados a un porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles, y

ajustar el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal como una función de la cantidad entera mínima.

10 2.- El método de la reivindicación 1, en donde la etapa de ajustar el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal como función de una cantidad entera mínima comprende establecer el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal para que sea igual a la cantidad entera mínima.

3.- El método de la reivindicación 1, en donde la etapa de determinar la cantidad entera mínima que es mayor que los valores del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociados al porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles, comprende:

15 determinar una densidad de probabilidad como una función del valor de generación de identidad de abonado móvil temporal:

integrar la densidad de probabilidad a través de una gama completa de valores de generación de identidad de abonado móvil temporal para determinar una integral total, y

20 determinar la cantidad entera mínima de tal modo que una integral de la densidad de probabilidad desde cero hasta la cantidad entera mínima produce una integral más pequeña de lo que es el porcentaje predeterminado de la integral total.

4.- Un método de gestionar una identidad de abonado móvil temporal para su asignación a un abonado móvil, en donde la identidad de abonado móvil temporal comprende un campo de identificación de identidad de abonado móvil temporal y un campo de generación de identidad de abonado móvil temporal, comprendiendo el método:

seleccionar un valor del campo de identificación de identidad de abonado móvil temporal libre;

25 determinar un valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal presente asociado al valor del campo de identificación de identidad de abonado móvil temporal seleccionado;

30 si el valor del campo de identificación de identidad de abonado móvil temporal libre ha sido asignado previamente debido a una operación de reinicio más reciente, realizar entonces un ajuste de asignación normal en el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal presente, produciendo con ello un valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado;

si el valor del campo de identificación de identidad de abonado móvil temporal libre no ha sido asignado previamente a causa de una operación de reinicio más reciente, realizar entonces un ajuste de asignación especial en el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal presente, produciendo con ello el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado;

35 generar una identidad de abonado móvil temporal completa a partir del valor de identificación de identidad de abonado móvil temporal seleccionado y del valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado;

asignar la identidad de abonado móvil temporal completa al abonado móvil;

40 en respuesta a un primer tipo de evento causante de liberación en el que se informa al abonado móvil de que la identidad de abonado móvil temporal está siendo liberada, procesar el valor de identificación de identidad de abonado móvil temporal de modo que se pueda considerar libre, y realizar un ajuste de desasignación normal en el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado, y

45 en respuesta a un segundo tipo de evento causante de liberación en el que no se ha informado al abonado móvil de que la identidad de abonado móvil temporal está siendo liberada, procesar el valor de identificación de identidad de abonado móvil temporal de modo que se pueda considerar libre, y dejar el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado sin cambio,

50 en donde el ajuste de asignación especial comprende cambiar el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal presente como una función de una cantidad entera mínima que es mayor que los valores del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociados a un porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles.

- 5.- El método de la reivindicación 4, en donde el ajuste de asignación especial comprende establecer el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal presente de modo que sea igual a la cantidad entera mínima que sea mayor que los valores del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociados al porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles.
- 5 6.- El método de la reivindicación 4, que comprende además:
- en respuesta a la operación de reinicio, procesar todos los valores de identificación de identidad de abonado móvil temporal de modo que ninguno de los valores de identificación de identidad de abonado móvil temporal pueda ser considerado como no usado.
- 10 7.- El método de la reivindicación 4, en donde el ajuste de asignación normal en el presente valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal comprende cambiar el presente valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal por un valor predeterminado.
- 15 8.- El método de la reivindicación 4, en donde el ajuste de desasignación normal en el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado comprende realizar una operación que restablezca el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado en el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal presente.
- 9.- El método de la reivindicación 4, en donde el ajuste de asignación normal en el presente valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal comprende incrementar el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal en una cantidad igual a 1.
- 20 10.- El método de la reivindicación 9, en donde el ajuste de desasignación normal en el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado comprende restar un valor de 1 del valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado.
- 11.- El método de la reivindicación 4, que comprende además determinar la cantidad entera mínima que es mayor que los valores del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociados al porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles,
- 25 y en donde la etapa de determinar la cantidad entera mínima que es mayor que los valores del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociados al porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles, comprende:
- determinar una densidad de probabilidad como una función del valor de generación de identidad de abonado móvil temporal;
- 30 integrar la densidad de probabilidad a través de una gama completa de valores de generación de identidad de abonado móvil temporal para determinar una integral total, y
- determinar la cantidad entera mínima de tal modo que una integral de la densidad de probabilidad desde cero hasta la cantidad entera produzca una integral más pequeña de lo que sea el porcentaje predeterminado de la integral total.
- 35 12.- Un aparato para realizar un ajuste especial en un valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal para su uso en respuesta a una operación de reinicio, comprendiendo el aparato:
- una lógica que determina una cantidad entera mínima que es mayor que los valores del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociados a un porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles, y
- 40 una lógica que ajusta el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal como una función de la cantidad entera mínima.
- 13.- El aparato de la reivindicación 12, en donde la lógica que ajusta el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal como una función de la cantidad entera mínima comprende una lógica que establece el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal igual a la cantidad entera mínima.
- 45 14.- El aparato de la reivindicación 12, en donde la lógica que determina la cantidad entera mínima que es más alta que los valores del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociados con el porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles, comprende:
- una lógica que determina una densidad de probabilidad como función del valor de generación de identidad de abonado móvil temporal;
- 50 una lógica que integra la densidad de probabilidad a través de una gama completa de valores de generación de identidad de abonado móvil temporal para determinar una integral total, y

una lógica que determina la cantidad entera mínima de tal modo que una integral de la densidad de probabilidad desde cero hasta la cantidad entera mínima produce una integral más pequeña que lo que es el porcentaje predeterminado de la integral total.

- 5 15.- Un aparato para gestionar una identidad de abonado móvil temporal para su asignación a un abonado móvil, en donde la identidad de abonado móvil temporal comprende un campo de identificación de identidad de abonado móvil temporal y un campo de generación de identidad de abonado móvil temporal, comprendiendo el aparato:

una lógica que selecciona un valor del campo de identificación de identidad de abonado móvil temporal libre;

una lógica que determina un valor presente del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociado al valor del campo de identificación de identidad de abonado móvil temporal seleccionado;

- 10 una lógica que, si el valor del campo de identificación de identidad de abonado móvil temporal libre ha sido asignado previamente debido a una operación de reinicio más reciente, realiza un ajuste de asignación normal en el valor presente del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal, produciendo con ello un valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado;

- 15 una lógica que, si el valor del campo de identificación de identidad de abonado móvil temporal libre no ha sido asignado previamente desde una operación de reinicio más reciente, realiza un ajuste de asignación especial en el valor presente del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal, produciendo con ello el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado;

- 20 una lógica que genera una identidad de abonado móvil temporal completa a partir del valor de identificación de identidad de abonado móvil temporal seleccionado y del valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado;

una lógica que asigna la identidad de abonado móvil temporal completa al abonado móvil;

- 25 una lógica que, en respuesta a un primer tipo de evento causante de liberación en el que se informa al abonado móvil de que la identidad de abonado móvil temporal está siendo liberada, procesa el valor de identificación de identidad de abonado móvil temporal de modo que pueda ser considerado libre, y lleva a cabo un ajuste de desasignación normal en el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado, y

una lógica que, en respuesta a un segundo tipo de evento causante de liberación en el que no se ha informado al abonado móvil de que la identidad de abonado móvil temporal está siendo liberada, procesa el valor de identificación de identidad de abonado móvil temporal de modo que pueda ser considerado libre, y deja sin cambio el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado,

- 30 en donde la lógica que realiza el ajuste de asignación especial comprende una lógica que cambia el valor presente del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal como una función de una cantidad entera mínima que es mayor que los valores del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociados a un porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles.

- 35 16.- El aparato de la reivindicación 15, en donde la lógica que realiza el ajuste de asignación especial comprende una lógica que establece el valor presente del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal de modo que es igual a la cantidad entera mínima que sea mayor que los valores del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociados al porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles.

17.- El aparato de la reivindicación 15, que comprende además:

- 40 una lógica que, en respuesta a la operación de reinicio, procesa todos los valores de identificación de identidad de abonado móvil temporal de modo que ninguno de los valores de identificación de identidad de abonado móvil temporal pueda ser considerado como no usado.

18.- El aparato de la reivindicación 15, en donde la lógica que realiza el ajuste de asignación normal en el valor presente del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal comprende una lógica que cambia el valor presente del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal mediante un valor predeterminado.

- 45 19.- El aparato de la reivindicación 15, en donde la lógica que realiza el ajuste de desasignación normal en el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado comprende una lógica que realiza una operación que restablece el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado al valor presente del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal.

- 50 20.- El aparato de la reivindicación 15, en donde la lógica que realiza el ajuste de asignación normal en el presente valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal comprende una lógica que incrementa el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal en una cantidad igual a 1.

21.- El aparato de la reivindicación 20, en donde la lógica que realiza el ajuste de desasignación normal en el valor

del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado comprende una lógica que resta un valor de 1 desde el valor del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal ajustado.

22.- El aparato de la reivindicación 15, que comprende además una lógica que determina la cantidad entera mínima que sea mayor que los valores del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociados al porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles,

5

y en donde la lógica que determina la cantidad entera mínima que es mayor que los valores del campo de generación de identidad de abonado móvil temporal asociados al porcentaje predeterminado de todos los abonados móviles, comprende:

una lógica que determina una densidad de probabilidad como una función del valor de generación de identidad de abonado móvil temporal;

10

una lógica que integra la densidad de probabilidad a través de una gama completa de valores de generación de identidad de abonado móvil temporal para determinar una integral total, y

una lógica que determina la cantidad entera mínima de tal modo que una integral de la densidad de probabilidad desde cero hasta la cantidad entera produce una integral más pequeña de lo que es el porcentaje predeterminado de la integral total.

15

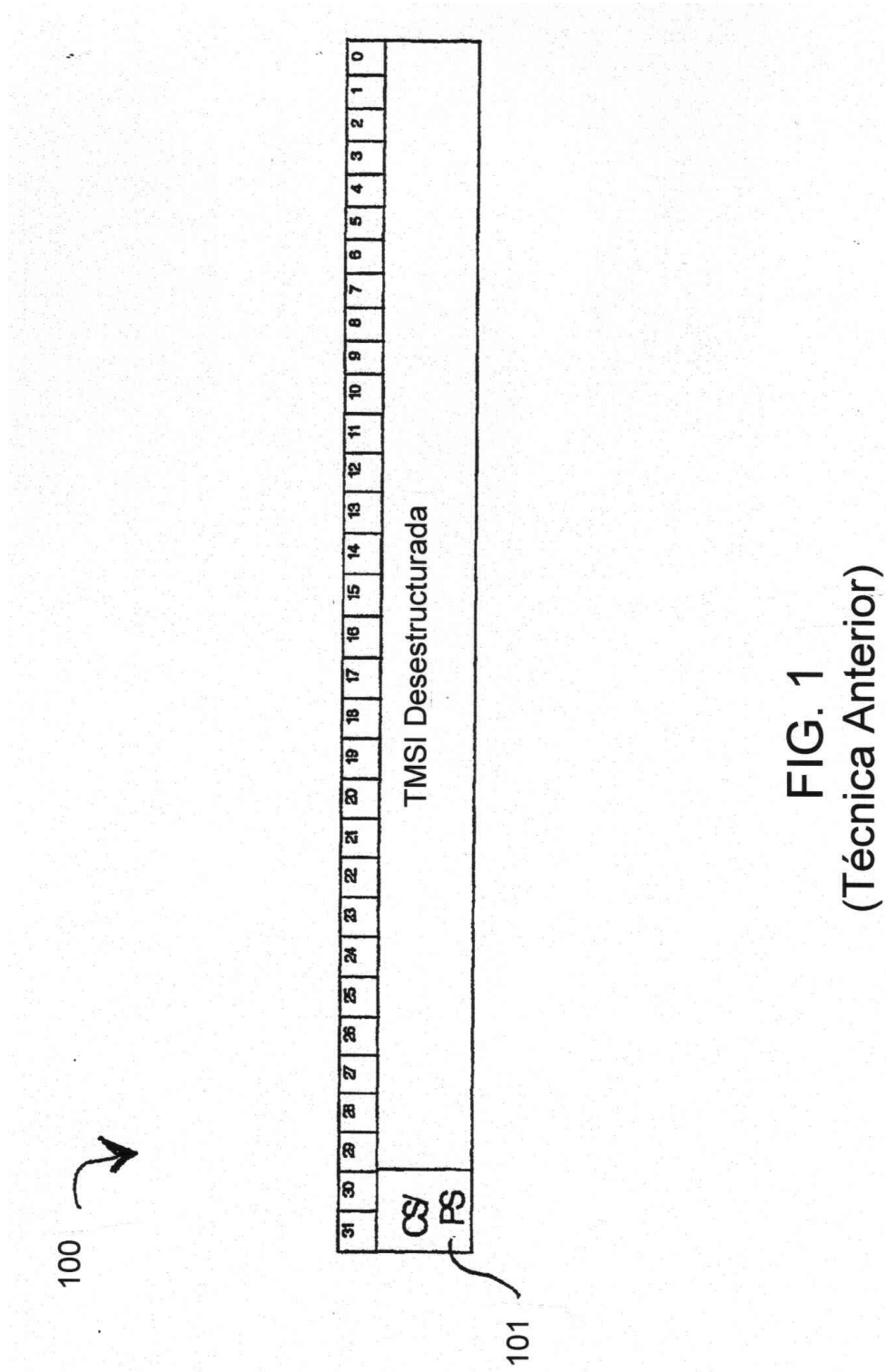


FIG. 1
(Técnica Anterior)

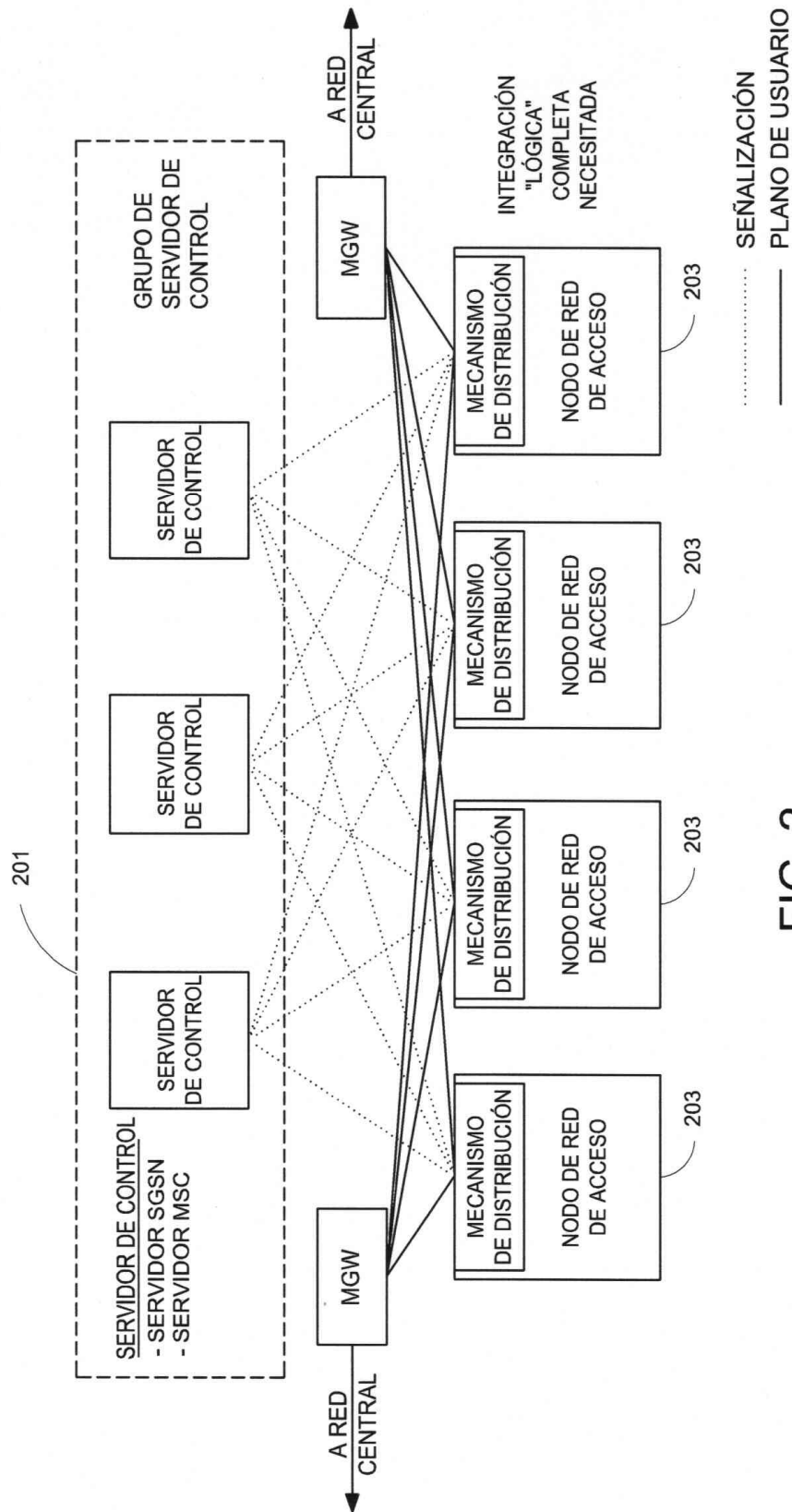
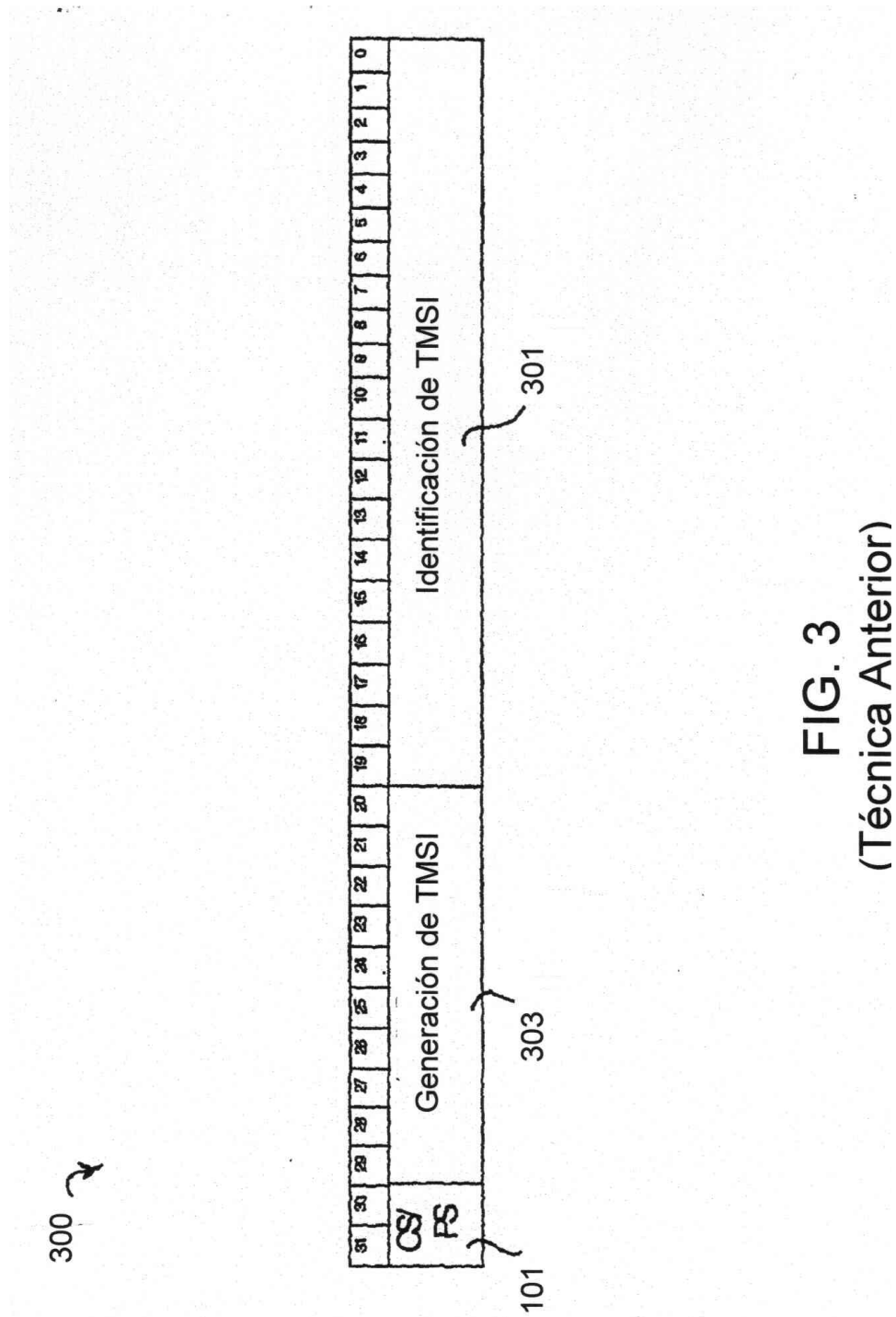
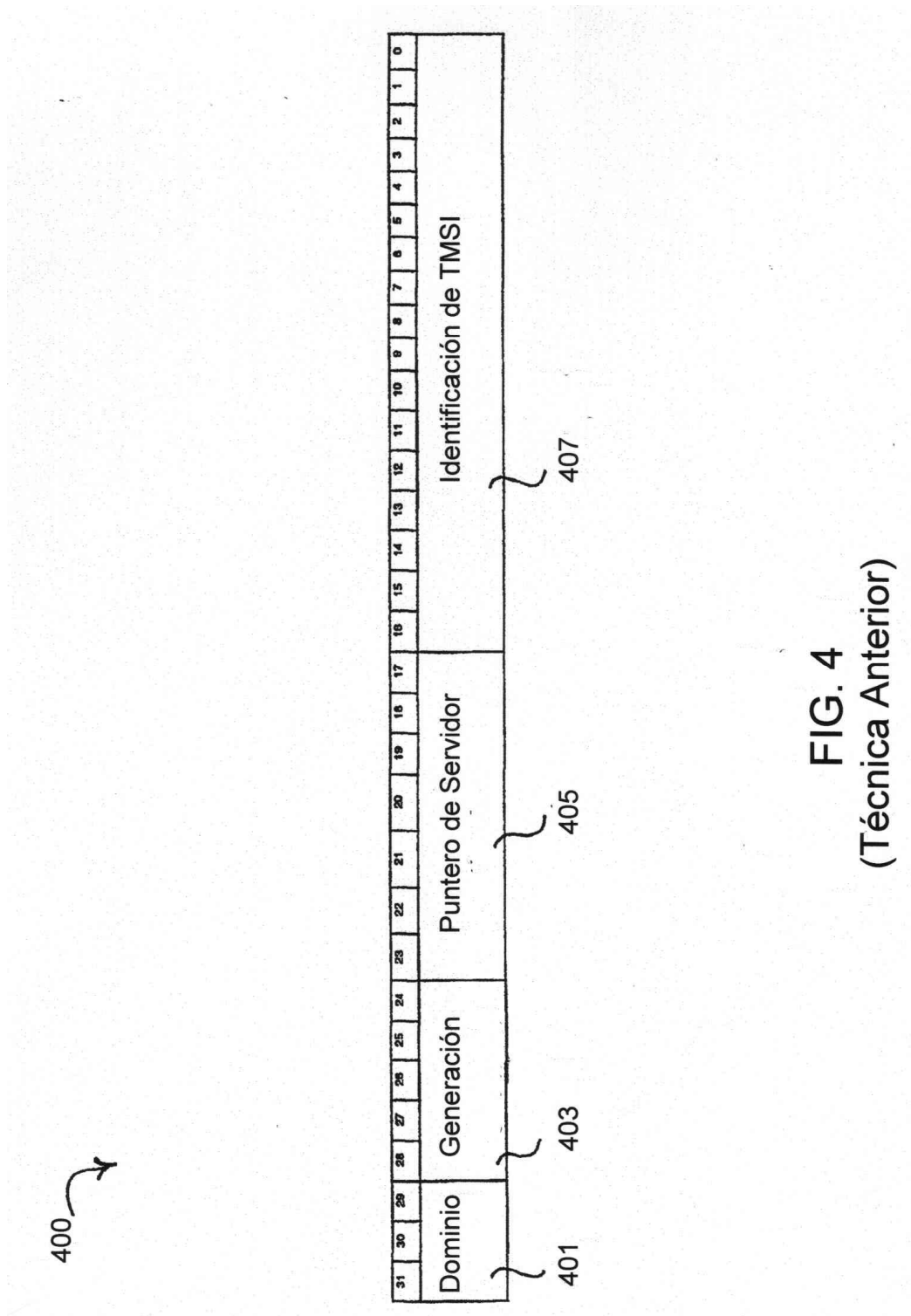


FIG. 2





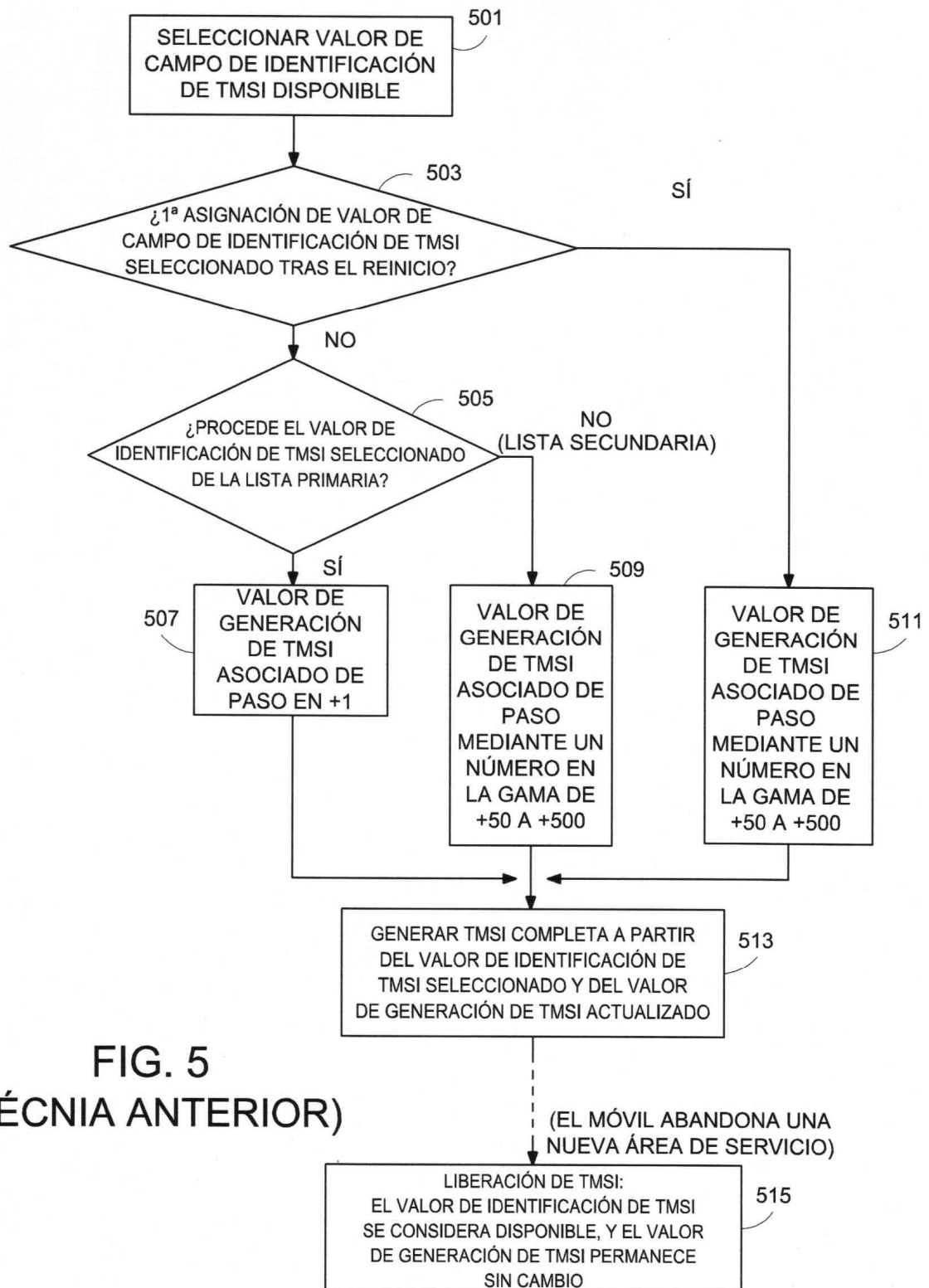


FIG. 5
(TÉCNIA ANTERIOR)

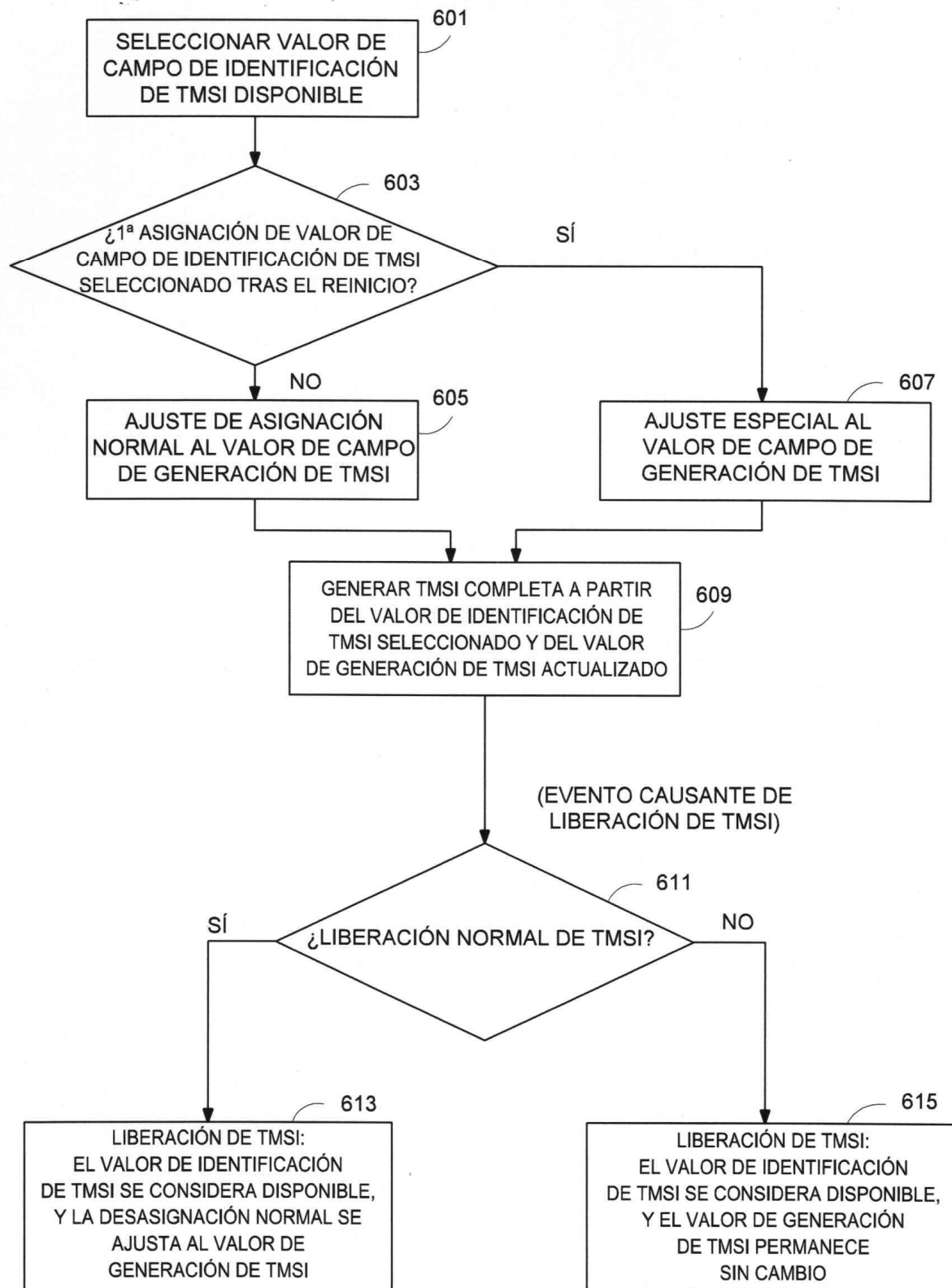


FIG. 6

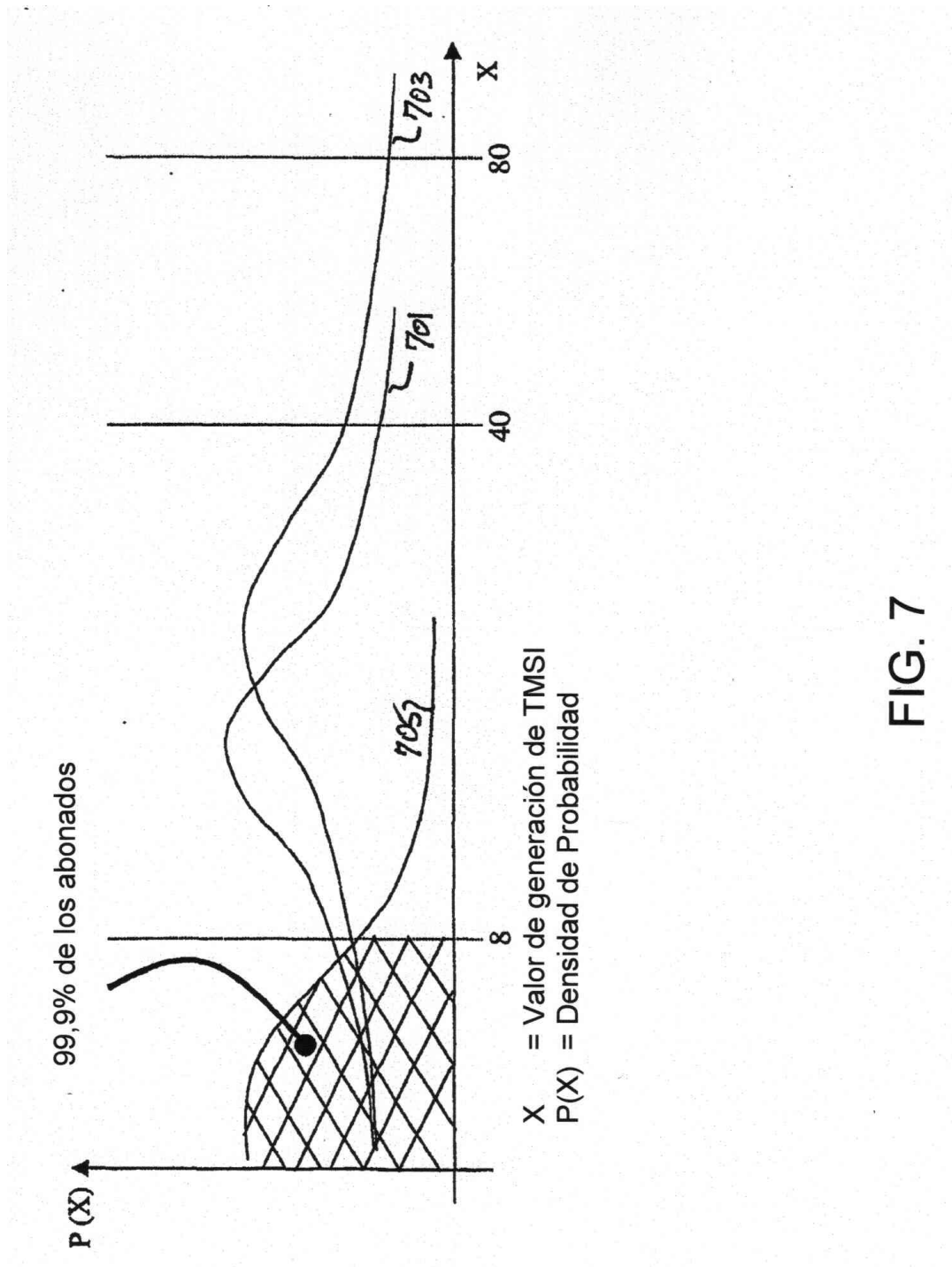


FIG. 7

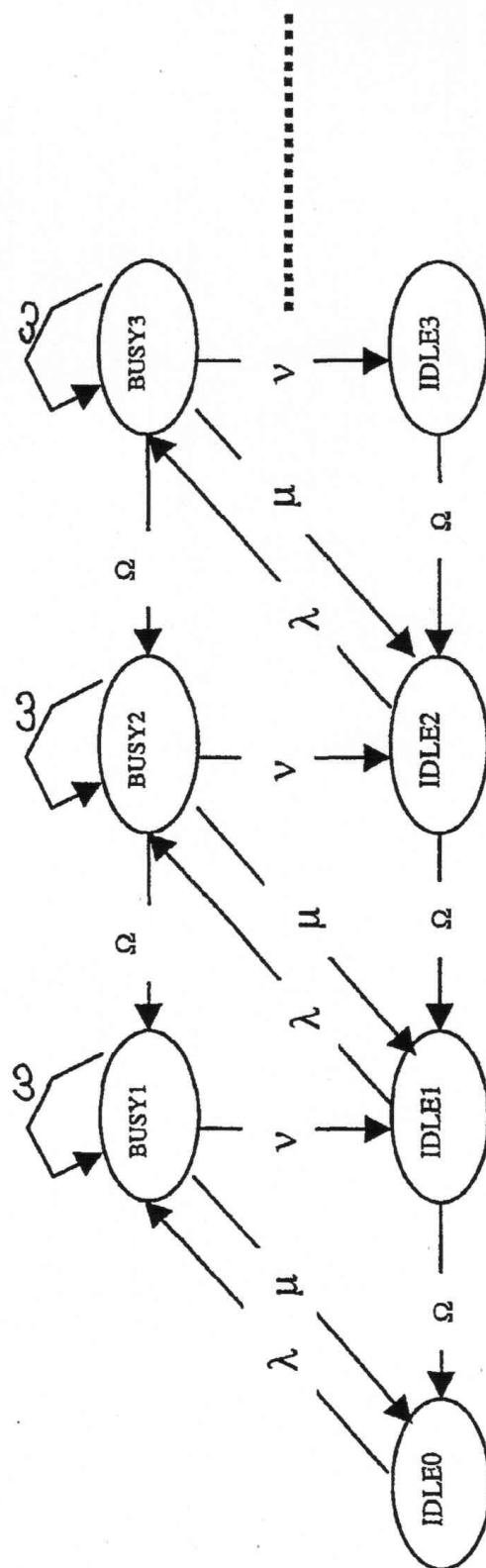


FIG. 8

