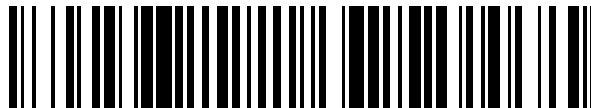


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 654**

51 Int. Cl.:

G06F 17/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2015** **E 15290199 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018** **EP 3128441**

54 Título: **Tratamiento de peticiones de datos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.03.2019

73 Titular/es:

AMADEUS S.A.S. (100.0%)
485 Route du Pin Montard, Sophia Antipolis
06410 Biot, FR

72 Inventor/es:

LEGRAND, GUILLAUME

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 702 654 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

Tratamiento de peticiones de datos

- 5 La presente invención se refiere en general a tecnología de base de datos. Más específicamente, se dirige a un mecanismo para el tratamiento de peticiones de datos entrantes considerando la precisión de resultados preparados a devolver a una petición de datos.

10 **Antecedentes**

10 Un problema común en tecnología de base de datos es garantizar tiempos de respuesta cortos a consultas o peticiones de base de datos que requieren procesamiento complejo, largo y muchos recursos, por ejemplo debido a grandes volúmenes de datos. Por ejemplo, tal procesamiento de consumo de potencia de cálculo tiene que realizarse en respuesta a las así llamadas "consultas abiertas" que contienen únicamente poca información de entrada (por ejemplo únicamente se especifican uno o dos parámetros de entre una docena de posibles parámetros y/o los intervalos de valores especificados de los parámetros son amplios) y, en consecuencia, conducen a un gran número de resultados en general. Las posibilidades de acelerar el procesamiento de datos aumentando el rendimiento de hardware son limitadas. Por lo tanto, se llama la atención a mejorar los mecanismos que subyacen al procesamiento complejo, largo y que requiere muchos recursos para responder a tales consultas.

20 Un enfoque general para acortar tiempos de respuesta es preparar resultados a devolver en respuesta a peticiones esperadas (por ejemplo precalculando o prerrecojiendo tales resultados) y mantener los correspondientes resultados de consultas en un conjunto de resultados preparados. Las peticiones entonces no se procesan realmente y las respuestas sobre la base de la gran base de los datos originales, pero se dirigen al conjunto de resultados preparados.

30 Otro problema, sin embargo, que viene junto con tales enfoques de preparación de resultados, es mantener los resultados preparados actualizados para garantizar que los resultados preparados devueltos en respuesta a peticiones de datos reflejan correctamente el resultado de un procesamiento complejo, largo y que requiere muchos recursos. En caso de que la base de los datos originales subyacentes cambiase, los resultados preparados se quedan obsoletos y las peticiones de respuesta sobre la base del conjunto de resultados preparados entregaría resultados preparados incorrectos. Por lo tanto, se emplean estrategias de actualización para mantener el conjunto de resultados preparados actualizado.

35 En la técnica anterior se conocen diversas estrategias de actualización como, por ejemplo, recalcular todo el dominio de resultados preparados frecuentemente, establecer y mantener un calendario de recálculos manualmente y recalcular resultados preparados cuando se vuelven muy antiguos.

40 Se han desarrollado estrategias de actualización algo más sofisticadas, como por ejemplo se describen mediante el documento WO 01/33472 y el documento WO 02/25557.

45 El documento el documento WO 01/33472 se refiere un sistema de disponibilidad usado en un sistema de planificación de viaje. El sistema incluye una caché que tiene entradas de información de disponibilidad con respecto a asientos de aerolíneas. Un gestor de caché gestiona la información de entrada en la caché para mantener información en la caché correcta, actual, completa o de otra manera tan útil como sea posible. En respuesta a una petición dirigida a la caché, el gestor de caché determina si una respuesta almacenada está anticuada y, si este es el caso, envía una petición de disponibilidad a una fuente de información de disponibilidad. Las entradas de caché a modificar se obtienen mediante notificaciones asíncronas desde sistemas externos y determinados por un modelo determinístico, predictivo o estadístico.

50 De manera similar, el documento WO 02/25557 concierne a un sistema de recuperación de información en el que la información recibida desde fuentes de información se almacena en caché para uso futuro, tal como para peticiones de clientes futuras. Pueden generarse consultas proactivas para llenar una caché y/o para actualizar información actualmente almacenada en caché. En un sistema de información de aerolínea, las consultas proactivas se ordenan sobre la base de estadísticas o indicaciones predictivas tal como una cercanía de tiempo de salida, la antigüedad de datos en caché, asientos restantes en una aeronave, vacaciones o eventos especiales o tipo de equipo. Además, las actualizaciones se reciben mediante notificaciones externas de aerolíneas tal como mensajes AVS.

60 Además, el documento WO 99/22315 describe un mecanismo para refrescar automáticamente documentos en una caché usando un modelo probabilístico basado en estadísticas. Para cada documento, la caché determina una probabilidad $Psi(t)$ de que un objeto en caché i está anticuado en un momento particular t (es decir el servidor ha cambiado ese objeto) y una probabilidad $Pri(h)$ de que el objeto i se solicita por un usuario en momento de petición h . La caché refresca esos objetos con el mayor producto $Pi = Psi(t) \times Pri(h)$, es decir la probabilidad que un objeto obsoleto se devuelva al usuario con la siguiente petición. Para mantener estos valores probabilísticos, la caché mantiene y rastrea estadísticas históricas para los objetos en caché tal como un intervalo medio estimado entre EUI de actualizaciones de servidor. EUI de un objeto se actualiza por ejemplo cuando el objeto en sí mismo se actualiza

por el servidor o el objeto no se actualiza después de que ha transcurrido su tiempo de refresco medio estimado.

El documento US2009/0204753 A1 se refiere a refrescar una caché basándose en respuestas de consultas proporcionadas por un sistema de búsqueda en respuesta a consultas. Se proporciona una entrada de caché para cada consulta única si hay espacio disponible en la caché. Se asigna un valor de temperatura a cada entrada de caché basándose en una frecuencia de ocurrencia de la correspondiente consulta. Se asigna un valor de antigüedad a cada entrada de caché basándose en un tiempo de último refresco o creación de la correspondiente respuesta de consulta. La antigüedad de la entradas de caché se actualiza periódicamente y la temperatura de una entrada de caché se actualiza cuando se produce una correspondiente consulta. Si recursos de sistema están disponibles, la respuesta de consulta de una entrada de caché se refresca basándose en la temperatura y antigüedad de la entrada de caché. El refresco se limita si los recursos no están disponibles.

El artículo " Synchronizing a database to Improve Freshness " por J. Cho et al. estudia las posibilidades de refrescar una copia local de una fuente de datos autónoma para mantener la copia actualizada. Entre otros, el proceso de Poisson se describe como un enfoque al modelo de evolución probabilística de un elemento.

Sumario de la invención

La presente invención se define mediante las reivindicaciones independientes.

De acuerdo con un aspecto, un método para tratar peticiones de datos dirigidas a un entorno de base de datos se proporciona. El entorno de base de datos tiene al menos una primera plataforma que proporciona resultados originales a almacenar en una segunda plataforma como resultados preparados. La segunda plataforma mantiene un conjunto de los resultados preparados que se han preparado a través de la primera plataforma para ser devueltos a peticiones de datos. El entorno de base de datos adicionalmente has una unidad de control para procesar las peticiones de datos dirigidas al entorno de base de datos. Cada resultado preparado mantenido en el conjunto de la segunda plataforma se asocia con un indicador de actualización que es una medición de que el resultado preparado asociado mantenido en el conjunto de la segunda plataforma tiene que actualizarse. La unidad de control recibe una petición de datos. La unidad de control determina al menos un resultado preparado que corresponde a la petición de datos. La unidad de control compara el indicador de actualización del resultado preparado determinado que corresponde a la petición de datos con un valor umbral, en el que el valor umbral se adapta dinámicamente dependiendo de la carga de la primera plataforma. Si la comparación indica un requisito para actualizar el resultado preparado, la unidad de control recupera una versión actualizada del al menos un resultado preparado desde la primera plataforma. La unidad de control actualiza el resultado preparado en el conjunto de la segunda plataforma y el indicador de actualización asociado basándose en la versión actualizada del al menos un resultado preparado. La unidad de control devuelve la versión actualizada del al menos un resultado. Por otra parte, si la comparación no indica un requisito para actualizar el al menos un resultado preparado, la unidad de control devuelve el al menos un resultado preparado determinado. El indicador de actualización se define mediante

$$\frac{(1-acc)}{c} \cdot t,$$

en la que acc es una probabilidad de que el resultado preparado asociado es válido, t una antigüedad del resultado preparado asociado y c una medida para calcular recursos de la primera plataforma necesarios para preparar la versión actualizada del resultado preparado asociado. De esta manera, la precisión de los resultados preparados (es decir los resultados preparados aún están en línea con los datos de respuesta original) se mejora a largo plazo, como se explicará en detalle a continuación.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona una unidad de control que se dispone en consecuencia.

De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona un programa informático a ejecutar por una unidad de control y que habilita la unidad de control con respectiva funcionalidad.

Se definen aspectos adicionales mediante las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de las figuras

La descripción posterior de las realizaciones se basa en el conjunto adjunto de figuras en las que números de referencia similares se refieren a elementos y mensajes similares y en las que:

la Figura 1 muestra una vista general esquemática de alto nivel de la arquitectura de sistema como se describe en este documento;

las Figuras 2A y 2B representan un flujo de mensajes de alto nivel para procesar peticiones de datos utilizando indicadores de actualización;

la Figura 3 representa un efecto de probabilidad de validez descendente de resultados preparados;

la Figura 4 presenta una arquitectura de sistema ilustrativa del entorno de base de datos;

5 las Figuras 5A y 5B representan un ejemplo de flujo de mensajes más específico para procesar peticiones de datos utilizando indicadores de actualización;

la Figura 6A y 6B representan otro ejemplo de flujo de mensajes para procesar peticiones de datos utilizando indicadores de actualización;

10 la Figura 7 visualiza un bucle de realimentación entre la primera plataforma y la unidad de control para dinámicamente adaptar el valor umbral;

la Figura 8 muestra un ejemplo para una estructura interior de una unidad de control.

15 **Descripción detallada**

Antes de volver a la descripción de las realizaciones sobre la base de la Figura 4 a 8, se elaboran primero unos pocos aspectos más generales con referencia a la Figura 1 a 3.

20 Como ya se ha descrito al principio, las metodologías descritas en este documento se refieren a sistemas de base de datos que ofrecen resultados preparados a clientes que solicitan datos de un sistema de base de datos. El objetivo técnico de preparar resultados antes de que los soliciten los clientes es generalmente para disminuir tiempos de respuesta para responder a tales peticiones de datos. En lo sucesivo, el término "preparado" se usa para referirse a cualquier clase de preprocesamiento, precálculo y rerrecogida de resultados de una manera asíncrona, es decir independientemente de y antes de una petición de datos de un cliente. Ejemplos para una preparación de resultados son rastreadores de Internet que recogen o copian el contenido de servidores web de Internet así como resultados generados en respuesta a peticiones de datos anteriores que se mantienen en una caché para una rápida recuperación, pero también cálculos complejos y que requieren mucho tiempo de resultados de búsqueda sobre la base de datos subyacente como por ejemplo se describe para recomendaciones de viaje a un precio razonable mediante el documento PCT/EP2013/002390 y el documento EP 2541473 A1. La expresión "base de datos" pretende incorporar cualquier tipo de sistema de almacenamiento de información estructurado tal como bases de datos autónomas como bases de datos de servidor SQL u Oracle así como sistemas de almacenamiento complejos, distribuidos y/o propietarios, bases de datos relacionales incluyendo sistemas de gestión de base de datos o sistemas de base de datos orientadas a objetos y similares. La expresión "petición de datos" se usa en este documento como una expresión general para cualquier tipo de pregunta a un sistema de base de datos para recuperar datos incluyendo cualquier tipo de petición de recuperación de información tal como consultas transaccionales, peticiones para cálculos por lotes, consultas SQL y otras formas.

40 La Figura 1 ilustra un entorno de base de datos 1 de este tipo en un nivel abstracto. Datos originales, en lo sucesivo también denominados como resultados originales, se proporcionan mediante una primera plataforma 3. En general, la primera plataforma 3 es o bien una fuente de datos originales en sí misma, tal como una base de datos de inventario o una base de datos que mantiene cualquier clase de resultados originales y generalmente válidos, o bien accede a una o más fuentes de datos originales para preparar resultados originales. Ejemplos de la última clase son un motor de búsqueda que accede a sitios web de Internet y una plataforma de cálculo que calcula recomendaciones de viaje a precios razonables basándose en tarifas almacenadas en una base de datos de tarifas. Si la primera plataforma 3 genera/calcula/recoge los resultados originales accediendo a otras/adicionales fuentes de datos originales para preparar resultados originales, la primera plataforma 3 proporciona resultados que generalmente reflejan con precisión el contenido real de los datos de respuesta original. Más de una primera plataforma 3 puede estar presente en el entorno de base de datos 1.

El entorno de base de datos 1 incluye adicionalmente una segunda plataforma 4 que mantiene un conjunto 5 de resultados que se han preparado a través de la primera plataforma 3. La segunda plataforma 4 es por ejemplo una caché que almacena en caché resultados que se han recuperado a través de la primera plataforma 3, o la segunda plataforma 4 es por ejemplo un servidor que mantiene un repositorio del contenido de sitios web rastreados, o la segunda plataforma 4 es por ejemplo una plataforma de búsqueda que mantiene recomendaciones de viaje a precios razonables precalculadas, como se describe mediante el documento WO 2014/026753 A1.

60 En general, la primera plataforma 3 proporcionando datos de respuesta originales y la segunda plataforma 4 manteniendo el conjunto 5 de resultados preparados difieren entre sí en términos técnicos como se indica a continuación: la segunda plataforma 4, debido a la preparación de los resultados, proporciona un acceso más barato (en términos de costes de cálculo) y/o rápido a los resultados en comparación con la primera plataforma 3. Esta relación entre la primera plataforma 3 y la segunda plataforma 4 también puede expresarse a la inversa, es decir la primera plataforma 3 generalmente responde más despacio y respuestas desde la primera plataforma 3 implican mayores costes de cálculo que respuestas desde la segunda plataforma 4 porque la primera plataforma 3 aún tiene que preparar los resultados (por ejemplo recuperar el contenido solicitado desde el sitio web de Internet original, o

calcular las recomendaciones de viaje a precios razonables solicitadas sobre la base de tarifas mantenidas en una base de datos de tarifas). Como los recursos de cálculo de la primera plataforma 3 son limitados, el número de accesos a la primera plataforma 3 deberían mantenerse dentro de un cierto límite. Por ejemplo, consumo de CPU o carga de memoria de la primera plataforma 3 no debe exceder un límite dado. Esta restricción puede traducirse a un límite del número de accesos a la primera plataforma por unidad de tiempo (por ejemplo 10 accesos por segundo). Por estas razones, la primera plataforma 3 no se solicita cada vez para responder a peticiones de datos. En su lugar, las respuestas se forman generalmente utilizando los resultados preparados almacenados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4. De esta manera, la segunda plataforma 4 actúa como un blindaje en frente de la primera plataforma 3, reduciendo de este modo la carga en la (computacionalmente cara) primera plataforma 3.

Por otra parte, sin embargo, los resultados preparados almacenados en el conjunto de la segunda plataforma 4 no se sincronizan necesariamente perfectamente con los resultados originales proporcionados por la primera plataforma 3. En general, los resultados preparados de la segunda plataforma 4 representan versiones antiguas del resultado original que se proporciona por la primera plataforma 3 y la respectiva versión del resultado original proporcionado por la primera plataforma 3 podría haber cambiado desde la última actualización del correspondiente resultado preparado mantenido en la segunda plataforma 4. Adicionalmente, la segunda plataforma 4 no almacena necesariamente resultados preparados que corresponden a todos los resultados originales existentes, es decir podrían faltar resultados preparados en la segunda plataforma 4. Los resultados preparados almacenados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 que reflejan correctamente su correspondiente resultado proporcionado por la primera plataforma se denominan en lo sucesivo como resultados preparados válidos o como resultados preparados precisos, mientras que los resultados preparados almacenados desfasados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 se denominan como resultados preparados inválidos o resultados preparados imprecisos.

Por lo tanto, el problema técnico surge para maximizar la precisión y validez de los resultados preparados almacenados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 y la precisión y validez de resultados preparados devueltos a clientes que preguntan, respectivamente, es decir para mantener resultados preparados en la segunda plataforma 4 que son consistentes con los datos de respuesta originales proporcionados por la primera plataforma 3 tanto como sea posible, para responder a petición de datos con una alta porción de resultados preparados válidos.

El entorno de base de datos 1 se acopla adicionalmente a al menos uno, pero generalmente una pluralidad de clientes 6. Los clientes 6 tal como aplicaciones en terminales de usuario que recuperan resultados desde el entorno de base de datos 1 dirigiendo peticiones de datos al entorno de base de datos 1 a través de una interfaz 7. Las características técnicas de la interfaz 7 dependen de la implementación particular del entorno de base de datos 1. Por ejemplo, la interfaz 7 incluye comunicación inalámbrica que incluye 2G/3G/4G (incluyendo intercambio de datos móviles orientado a paquetes así como SMS) y/o comunicación WiFi en el caso de que el cliente 6 se sitúa en un dispositivo de comunicaciones móvil. Como alternativa o además, la interfaz 7 presenta comunicación por cable usando protocolos de red estándar empleados en redes de área local y/o redes de área extensa que incluyen la Internet tal Ethernet, TCP/IP, SMTP con POP3 o IMAP, HTTP, protocolos relacionados con servicios web tal como SOAP, etc.

Una petición de datos transmitida desde un cliente 6 a través de la interfaz 7 incluye uno o más criterios de recuperación que restringe la petición. Por ejemplo, si la petición de datos es una petición de búsqueda de Internet, la petición de datos podría transportar una cadena de búsqueda, texto de búsqueda o frase de búsqueda como criterio de búsqueda. Un criterio de búsqueda adicionalmente puede ser el idioma de sitios web en las que buscar o una indicación de un punto de tiempo de la primera disponibilidad de la cadena de búsqueda solicitada, texto de búsqueda o frase de búsqueda. De acuerdo con otro ejemplo, la petición de datos es una petición de base de datos para un producto o servicio ofrecido por una plataforma de proveedor de servicio tal como una librería de Internet o un proveedor de viajes. En ese caso, la petición de datos podría incluir por ejemplo un límite de precio superior o un intervalo de precios para el servicio o producto y características deseadas del producto/servicio tal como título del libro, origen y destino del viaje, etc.

Peticiones de datos emitidas desde un cliente 6 se reciben por una entidad adicional del entorno de base de datos 1, la unidad de control 2 (Figura 1). En general, la unidad de control 2 procesa peticiones de datos entrantes para decidir si resultados de respuestas se recuperan desde la segunda plataforma 4 y/o la primera plataforma 3. Para este fin, la unidad de control funciona como una unidad intermedia que controla el flujo de datos dentro del entorno de base de datos 1 y los resultados a devolver al cliente 6.

Básicamente, el control del flujo de datos por la unidad de control 2 tiene en cuenta los dos siguientes aspectos: por un lado, como ya se ha explicado anteriormente, recuperar resultados preparados que cumplen con los criterios de petición incluidos en una petición de datos desde el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 tiene la ventaja de un tiempo de respuesta más rápido (en comparación con la generación de los resultados por la primera plataforma 3) y libera a la primera plataforma 3 de sobrecargas potenciales. Por otra parte, sin embargo, servir una petición de datos recuperando resultados originales proporcionados por la primera plataforma 3 permite actualizar los respectivos resultados preparados mantenidos en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4. Por lo tanto, una porción de resultados a devolver en respuesta a peticiones de datos pueden recuperarse intencionadamente desde la primera plataforma 3, aunque correspondientes resultados preparados están disponibles en la segunda plataforma 4. Estos

resultados se preparan por lo tanto nuevamente por la primera plataforma 3 y devuelven al cliente solicitante 6 y almacenan en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 actualizando de este modo los correspondientes resultados preparados.

5 El problema técnico es entonces decidir qué porciones de las peticiones de datos que se transmite desde los clientes 6 a la unidad de control 2 tienen que responderse sobre la base del conjunto 5 de la segunda plataforma 4 y qué porciones de las peticiones de datos tienen que responderse sobre la base de la primera plataforma 3 para actualizar los resultados preparados mantenidos en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4.

10 Para este fin, la unidad de control 2 utiliza un indicador de actualización que se asocia con cada resultado preparado mantenido en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4. En general, el indicador de actualización es una medida de si el resultado preparado asociado mantenido en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 necesita actualizarse o no. El indicador de actualización se define mediante $(1 - acc) \cdot t$ (consúltese la Figura 1), en la que acc es una probabilidad de que el resultado preparado asociado es válido y t es una antigüedad del resultado preparado asociado. Antes de volver a las secuencias de mensajes implicadas en el procesamiento de y responder a una petición de datos, se elabora en más detalle primero la naturaleza del indicador de actualización.

Un resultado preparado dado i mantenido en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 puede especificarse mediante los siguientes parámetros:

20 - La antigüedad t_i del resultado preparado i indica el tiempo desde la primera preparación o la última actualización (lo que se haya producido lo último) del resultado preparado i a través de la primera plataforma 3. La antigüedad t_i puede calcularse dinámicamente en punto de tiempo dado calculando el intervalo de tiempo desde la última preparación del resultado preparado i (tiempo actual menos tiempo de última preparación/actualización). Para este fin, la indicación de tiempo de la preparación más reciente del resultado preparado se almacena para calcular la antigüedad t_i del resultado preparado i cuando sea necesario.

25 - La probabilidad acc_i de que el resultado preparado i es válido. Esta probabilidad puede predecirse mediante un modelo probabilístico que modela el comportamiento de validez de resultados preparados. Un ejemplo de un modelo de este tipo se basa en una tasa de validez de un resultado preparado i que se describe a continuación.

30 - La tasa de validez λ_i del resultado preparado i es un indicador de con qué frecuencia el resultado i preparado por la primera plataforma 3 cambia y por lo tanto con qué rapidez el resultado preparado i almacenado en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 se vuelve inválido debido a cambios del resultado i proporcionados por la primera plataforma 3 (por ejemplo debido a cambios de los datos mantenidos por la primera plataforma 3 o por cambios en datos mantenidos por otras fuentes de datos sobre la base de que la primera plataforma 3 calcula el resultado i). Estas tasa de validez λ_i de un resultado preparado dado i se obtiene estadísticamente, por ejemplo, a partir de la ocurrencia y los resultados de preparaciones y actualizaciones pasadas y comparaciones del resultado preparado actualizado i con sus estados o valores previos para determinar si el resultado preparado i con antigüedad t_i era aún válido (la actualización no cambia su estado o valor) o si el resultado preparado i con antigüedad t_i era inválido (la actualización cambia su estado o valor). Por ejemplo, se ha determinado que un resultado preparado particular i tiene una tasa de validez λ_i del 10 % por hora que significa que la probabilidad de que i sea válido disminuye por un 10 % cada hora. En el momento de una actualización del resultado preparado i , i es generalmente 100 % válido. Después de una hora, i es válido con una probabilidad del 90 %. Después de dos horas la validez de i es del 81 % (=90 % disminuido por otro 10 %). Después de tres horas, la validez probable de i está en el 72,9 %, y así sucesivamente.

35 - Como se ha mencionado anteriormente, la tasa de validez λ_i puede emplearse para proporcionar una estimación de la probabilidad para que un resultado preparado permanezca válido después de un tiempo dado $P(\text{sin cambios después de } t) = e^{-\lambda_i t}$ que, en algunas realizaciones, se considera que es la probabilidad de que un resultado preparado sea válido o, en otras palabras, no son obsoletos $acc_i = e^{-\lambda_i t_i}$. Dos funciones ilustrativas de esta probable precisión disminuyendo con el paso del tiempo se representan mediante la Figura 3. La función 16 representa un resultado preparado que potencialmente permanece más preciso (o, más correctamente, sigue a una probabilidad más alta de ser válido con el paso del tiempo) que otro resultado preparado asociado con la función 17. Por ejemplo, el resultado preparado representado por la función 16 tiene una probabilidad del 70 % de ser aún válido después de 35 horas de su último recálculo, mientras el otro resultado preparado caracterizado por la función 17 es válido únicamente hasta aproximadamente el 50 % después de 35 horas de su último recálculo. Las funciones 16 y 17 también pueden representar conjuntos enteros de resultados preparados y entonces indicar proporciones de los conjuntos de resultados preparados que probablemente son válidos en el momento pasado desde la última actualización del conjunto.

60 - La popularidad p_i del resultado preparado i es una frecuencia de acceso promedio a este resultado preparado por los clientes 7 a través de la interfaz 7. Algunas realizaciones tienen por objetivo conseguir una mejor precisión para estos resultados preparados que se solicitan más a menudo por los clientes 6 que otros

resultados preparados.

- El coste de actualización c_i se refiere a recursos de cálculo (tal como la cantidad de tiempo de CPU, pero también incorporando por ejemplo recursos de red requeridos por ejemplo para recoger datos de respuesta originales desde otras fuentes como se ha mencionado anteriormente) de la primera fuente para actualizar el resultado preparado i . En algunas realizaciones, indicaciones de c_i para diferentes resultados preparados están disponibles (por ejemplo a partir de actualizaciones anteriores). En este caso, el coste de actualización parámetro puede usarse para favorecer la actualización de resultados preparados que requieren menos recursos de cálculo que otros resultados preparados para actualizar más resultados preparados. De otra manera, puede hacerse una suposición de que todos los resultados preparados tienen los mismos costes de actualización. En cualquier caso, en algunas realizaciones, el coste de actualización parámetro se usa para limitar el número de actualizaciones por unidad de tiempo a la cantidad de recursos de cálculo disponibles en la primera plataforma 3, es decir $\sum_i c_i \text{ actualizado} \leq \text{Recursos para cada unidad de tiempo}$.

Con estos parámetros, la probabilidad de validez de los resultados preparados almacenados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 pueden definirse como se indica a continuación: La probabilidad de validez de todos los resultados preparados mantenidos en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 pueden considerarse como la validez media, también denominada como "precisión global", que se define mediante

$$\text{Precisión Global} = \frac{1}{N} \sum_{i \in \text{conjunto}} \text{acc}_i$$

siendo N el número de resultados preparados almacenados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4.

Ahora introduciendo el modelo probabilístico ilustrativo anteriormente mencionado basándose en la tasa de validez λ_i , la precisión global se proporciona mediante:

$$\text{Precisión Global} = \frac{1}{N} \sum_{i \in \text{conjunto}} e^{-\lambda_i t_i}$$

La probabilidad de validez de los resultados preparados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 desde la perspectiva de los clientes 6 (también denominada como "precisión de usuario") se define a continuación en que cada valor de probabilidad de validez se pondera por la popularidad del respectivo resultado preparado. Por lo tanto, la proporción de accesos de cliente probablemente precisos a los resultados preparados frente a la proporción esperada de resultados preparados precisos es:

$$\text{Precisión de Usuario} = \sum_{i \in \text{conjunto}} \frac{p_i}{p_{\text{tot}}} \text{acc}_i = \sum_{i \in \text{conjunto}} \frac{p_i}{p_{\text{tot}}} e^{-\lambda_i t_i}$$

en la que p_{tot} se define como la suma de todas las p_i .

El indicador de actualización utilizado por la unidad de control 2 para decidir si devolver resultados preparados mantenidos en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 o si recuperar resultados preparados actualizados desde la primera plataforma 3 para ambos, devolver los resultados actualizados al cliente solicitante 6 así como actualizar los respectivos resultados preparados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 aumentando de este modo la validez de los resultados preparados en la segunda plataforma 4 se forma mediante estos parámetros asignados a cada uno de los resultados preparados en la segunda plataforma 4. En la forma más básica, el indicador de actualización descrito en este documento se proporciona mediante $(1 - \text{acc}) \cdot t$, para un resultado preparado particular i mediante

$(1 - \text{acc}_i) \cdot t_i$. Definiciones refinadas basándose en esta forma básica se utilizan, tal como $\frac{(1-\text{acc}) \cdot t}{c}$, o en algunas realizaciones, $\frac{p \cdot (1-\text{acc}) \cdot t}{c}$. Estas variaciones de los indicadores de actualización y su significado técnico se explican en más detalle adicional a continuación.

Independientemente de cual de las definiciones anteriormente mencionadas del indicador de actualización se utilice, la unidad de control 2 emplea el indicador de actualización como se indica a continuación (véase la Figura 2A y la Figura 2B).

La unidad de control 2 recibe una petición de datos 30 desde un cliente 6. A continuación, la unidad de control 2 determina al menos un resultado preparado que corresponde a la petición de datos 30 (actividad 31). Por lo tanto, la unidad de control 2 procesa la petición de datos 30, determina los criterios de recuperación de datos incluidos en la petición de datos 30 (ejemplos ya se han proporcionado anteriormente) e identifica un número de resultados preparados que cumplen con los criterios de recuperación de datos. La manera específica de cómo estos resultados

preparados que cumplen con los criterios de recuperación de datos se identifican por la unidad de control 2 depende de la arquitectura del entorno de base de datos 1 (un ejemplo particular se proporciona adicionalmente a continuación con referencia a las Figuras 4 y 5). Por ejemplo, en el caso de la petición de datos 30 sea una consulta SQL, la unidad de control 2 determina los parámetros de consulta indicados la consulta SQL y recupera información de identificación que identifica los resultados preparados (por ejemplo valores clave primarios) que cumplen con los parámetros de consulta de la consulta SQL desde la segunda plataforma 4 o otro módulo existente dentro del entorno de base de datos 1 para ese propósito.

Esta determinación de resultados preparados que cumplen con criterios de recuperación de datos de la petición de datos 30 no incluye necesariamente una recuperación del contenido de los resultados preparados, todavía. En su lugar, es suficiente identificar estos resultados preparados por ejemplo en identificadores únicos tal como sus valores clave primarios. En algunas realizaciones, sin embargo, la actividad 31 ya incluye la recuperación del contenido de los resultados preparados que cumplen con criterios de recuperación de datos de la petición de datos 30 desde la segunda plataforma 4.

Adicionalmente, la unidad de control 2 compara los indicadores de actualización de los resultados preparados determinados con un valor umbral (actividad 32 en la Figura 2A y la Figura 2B). En un nivel más detallado, esta actividad 32 implica una determinación de los valores de indicadores de actualización de cada uno del resultado preparado determinado. Para este fin, la unidad de control 2 por ejemplo recupera respectivos datos de control tal como la indicación de tiempos de la última actualización de los resultados preparados determinados por ejemplo desde una base de datos de control, calcula las antigüedades t de los resultados preparados determinados, recupera las tasas de validez que se asocian con los resultados preparados determinados, calcula la probabilidad de validez acc de los resultados preparados determinados y a continuación calcula $(1 - acc) \cdot t$ para cada uno de los resultados preparados determinados. Los valores calculados para el indicador de actualización de los resultados determinados se comparan a continuación con el valor umbral.

El valor umbral controla la cantidad de resultados preparados que se actualizan a través de la primera plataforma 3 en respuesta a la recepción de peticiones de datos 30 y la cantidad complementaria de resultados preparados que no se actualizan en respuesta a la recepción de peticiones de datos 30, pero se devuelven al cliente 6 desde el conjunto 5 de la segunda plataforma 4.

La comparación o bien indica una necesidad de actualizar el respectivo resultado preparado si el valor de indicador de actualización excede el umbral o bien la comparación indica que el respectivo resultado preparado no necesita actualizarse si el valor de indicador de actualización no excede el umbral (por razones de simplicidad, suponemos en este punto que la comparación proporciona las mismas indicaciones para todos los resultados preparados determinados - en la práctica, la comparación también puede indicar que una porción de los resultados preparados determinados deberían actualizarse y la porción restante de los resultados preparados determinados no necesitan actualizarse; esta situación se explica adicionalmente a continuación con referencia a las Figuras 6A y 6B y también es aplicable a cualquiera otros ejemplos descritos en este documento).

En el caso de la comparación indica un requisito para actualizar los resultados preparados (caja 33 en la Figura 2A), la unidad de control 2 recupera versiones actualizadas de los resultados preparados determinados desde la primera plataforma 3 (por ejemplo retransmitiendo la petición de datos a la primera plataforma 3) (mensaje 34 en la Figura 2A). La primera plataforma 3 prepara las versiones actualizadas de los resultados preparados y devuelve estas versiones actualizadas de los resultados preparados a la unidad de control 2. La unidad de control 2 recibe las versiones actualizadas de los resultados preparados desde la primera plataforma 3 mediante el mensaje 35. La unidad de control 2 a continuación actualiza el resultado de búsqueda preparado determinado en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 (actividad 36 en la Figura 2A). Además, la unidad de control 2 también actualiza los valores de indicadores de actualización asociados con los resultados preparados determinados (también actividad 36 en la Figura 2A) tal como almacenamiento de la nueva indicación de tiempo de esta actualización de los resultados preparados determinados. Finalmente, la unidad de control 2 devuelve la versión actualizada de los resultados preparados determinados al cliente 6 mediante el mensaje 37. Obsérvese que las actividades 36 y 37 también pueden producirse en un orden diferente, es decir la unidad de control 2 primero devuelve los resultados preparados al cliente 6 y a continuación actualiza los resultados preparados en la segunda plataforma y los indicadores de actualización asociados.

Por otra parte, en el caso de la comparación 32 no indica un requisito para actualizar los resultados preparados determinados (caja 38 en la Figura 2B), la unidad de control 2 devuelve los resultados preparados determinados al cliente 6 mediante el mensaje 39, sin actualizar los resultados preparados preguntando a la primera plataforma 3.

La definición básica anterior del indicador de actualización como se proporciona mediante $(1 - acc) \cdot t$ incluye el efecto técnico de proporcionar una validez mejorada de los resultados preparados a largo plazo, como se explicará a continuación.

Los presentes inventores han reconocido que actualizar repetidamente tales resultados preparados que tienen una mayor tasa de validez λ_i que regularmente están obsoletos por un cambio en sus correspondientes datos

subyacentes de respuesta original o actualizar tales resultados preparados que producen promoción de la precisión de usuario como se define anteriormente no es óptimo. Una estrategia de este tipo se describe, por ejemplo, por el documento WO 99/22315 proponiendo actualizar esos objetos en una caché con el mayor producto $P_i = \Psi_i(t) \times P_i(h)$, como se ha explicado anteriormente al principio. También centrarse en actualizar resultados preparados con $\frac{p_i(1-acc_i)}{c_i}$

5 la mejor relación ganancia-coste que se define por ejemplo como $\frac{p_i(1-acc_i)}{c_i}$ no es asimismo óptimo. Los presentes inventores se han dado cuenta que estas estrategias únicamente producen aumentos a corto plazo de la precisión de los resultados preparados, pero podrían provocar una degradación de precisión del conjunto 5 a largo plazo.

10 Por otra parte, el indicador de actualización como se propone en este documento proporciona un aumento de precisión a largo plazo de los resultados preparados almacenados en la segunda plataforma 4 estableciendo una métrica de decisión para o bien responder a una petición de datos ya sea con resultados preparados actualizados mediante la primera plataforma 3 (que al mismo tiempo actualiza los correspondientes resultados preparados en la segunda plataforma 4) o bien para responder a una petición de datos ya sea con resultados preparados no actualizados que se mantienen en la segunda plataforma 4 sin preguntar a la primera plataforma 3 y actualizar estos resultados preparados en la segunda plataforma 4. El efecto de aumento de precisión a largo plazo del indicador de actualización propuesto en este documento será evidente al experto en la materia a partir de las siguientes explicaciones.

20 Como se ha explicado anteriormente, estrategias de actualización conocidas anteriormente se centran en actualizar resultados preparados que son probables que sean inválidos, es decir emplean un indicador de actualización de $(1 - \frac{p_i(1-acc_i)}{c_i})$

25 acc_i), o versiones refinadas de esto tal como $\frac{p_i(1-acc_i)}{c_i}$. Además, como también se explica anteriormente, los costes de cálculo para actualizar un resultado preparado i por la primera plataforma se indica como c_i . Estos costes c_i se incurren con cada actualización del resultado preparado i por la primera plataforma 3. Por lo tanto, si por ejemplo el resultado preparado i se actualiza dos veces más a menudo que otro resultado preparado durante un periodo de tiempo más largo, la cantidad acumulada de c_i durante este periodo de tiempo más largo es el doble de alta que los costes acumulados para actualizar el otro resultado preparado durante el mismo periodo de tiempo. Por lo tanto, los costes de actualización a largo plazo de un resultado preparado i pueden definirse considerando la frecuencia de actualización a largo plazo f_i del resultado preparado i (por ejemplo $f_i = 20$ actualizaciones de i dentro de 120 horas = $1/6$ o $f_i = 6$ actualizaciones de i dentro de 120 horas = $1/20$)

30 Costes de actualización a largo plazo $_i = c_i \times f_i$

Considerar estos costes de actualización a largo plazo conduce a la percepción de que los resultados preparados deberían actualizarse de una forma que proporcionan la mayor ganancia de precisión con los menores costes de

35 actualización a largo plazo, es decir con la mayor $\frac{1-acc_i}{Costes\ a\ largo\ plazo} = t \frac{1-acc_i}{c_i f_i}$. La frecuencia de actualización a largo plazo real f_i generalmente es desconocida, pero puede aproximarse mediante la siguiente consideración: si, en respuesta a una petición de datos 30, se decide actualizar un resultado preparado dado i que no se ha refrescado durante un periodo de tiempo de t_i , la frecuencia de actualización a largo plazo de este resultado preparado i se

supone que es $\frac{1}{t_i}$. Esto realmente será cierto si la decisión para actualizar el resultado preparado i se toma de

40 hecho. En otras palabras, $\frac{1}{t_i}$ se considera como una frecuencia de actualización a largo plazo potencial del resultado $\frac{1}{c_i}$

preparado i . Por esta razón, la relación $\frac{1}{c_i}$ puede usarse como una estimación de los costes de actualización a largo plazo de un resultado preparado dado i . En general, una optimización de precisión a largo plazo del resultado preparado almacenado en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 debería por lo tanto actualizar los resultados preparados con el mayor

45
$$\frac{(1 - acc_i)}{c_i} t_i$$

Esta definición del indicador de actualización aún puede generalizarse cuando se supone que el coste de actualización c_i es igual y constante para todos los resultados preparados y la restricción de costes de actualización se emplea por ejemplo únicamente para limitar el número de actualizaciones de resultados preparados por unidad de tiempo a través de la primera plataforma 3. En este caso, el factor c_i puede eliminarse del indicador de actualización que resulta en la definición del indicador de actualización como se ha introducido anteriormente, es decir.

55
$$(1 - acc_i) \cdot t_i$$

Como también se indica brevemente anteriormente, son posibles refinamientos adicionales de este indicador de

actualización, por ejemplo cuando se considera adicionalmente la popularidad de resultados preparados, es decir la precisión de usuario:

$$\frac{p_i(1 - acc_i)}{c_i} t_i$$

5
o

$$p_i (1 - acc_i) \cdot t_i$$

10 Adicionalmente, acc_i puede sustituirse por el modelo probabilístico específicamente empleado que modela la validez de resultados preparados que decrecen con el paso del tiempo, tal como $acc_i = e^{-\lambda_i t_i}$ como se deduce adicionalmente anteriormente. Esto resulta en versión más específica de las definiciones de indicador de actualización, a saber

$$(1 - e^{-\lambda_i t_i}) t_i$$

15
o

$$\frac{(1 - e^{-\lambda_i t_i})}{c_i} t_i$$

20
o

$$p_i (1 - e^{-\lambda_i t_i}) t_i$$

25
o

$$\frac{p_i (1 - e^{-\lambda_i t_i})}{c_i} t_i$$

30 La Figura 4 presenta un ejemplo más específico de un entorno de base de datos 1. Este ejemplo difiere de la arquitectura más general mostrada mediante la Figura 1 en que incluye ciertos componentes adicionales, a saber el almacenamiento de datos de control 10 y el gestor de modelo predictivo 12. El almacenamiento de datos de control 10 se conecta a la unidad de control 2 a través de la interfaz 11 y al gestor de modelo predictivo a través de la interfaz 15. El gestor de modelo predictivo se conecta a la primera plataforma 3 a través de la interfaz 13, a la unidad de control 2 a través de la interfaz 14 y al almacenamiento de datos de control a través de la interfaz 15.

35 En algunas realizaciones, el almacenamiento de datos de control 10 almacena datos para calcular el indicador de actualización para resultados preparados almacenados dados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4. En particular, el almacenamiento de datos de control 10 almacena indicación de tiempos que indica la última actualización t_i de los resultados preparados para calcular la antigüedad t_i en un punto de tiempo dado. Opcionalmente, el almacenamiento de datos de control 10 almacena datos para modelar la probabilidad para que los resultados preparados mantenidos en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 sean precisos, por ejemplo las tasas de validez λ_i de los resultados preparados para calcular $acc_i = e^{-\lambda_i t_i}$ en un punto de tiempo dado. Opcionalmente, el almacenamiento de datos de control 10 adicionalmente almacena datos de control adicionales utilizados para determinar los valores de los diversos ejemplos del indicador de actualización como se describe anteriormente, por ejemplo la tasa de petición (popularidad) p_i de los resultados preparados almacenados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 y/o los costes de cálculo c_i para actualizar resultados preparados. Los datos de control mantenidos por el almacenamiento de datos de control 10 se asocian con los resultados preparados almacenados maintained en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4. Por lo tanto, el almacenamiento de datos de control 10 también almacena información de identificación de los resultados preparados para asociar los datos de control con los resultados preparados. Por ejemplo, un registro de base de datos del almacenamiento de datos de control 10 se define como se indica a continuación:

(identificación de resultado preparado i , ultimo tiempo de actualización de i , λ_i , p_i , c_i)

55 La identificación de los resultados preparados utilizados en el almacenamiento de datos de control 10 es, por ejemplo, los valores clave primarios de los resultados preparados como se almacenan en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4.

En algunas realizaciones, el almacenamiento de datos de control 10 es una parte integrada de la unidad de control 2. En otras realizaciones, el almacenamiento de datos de control 10 es una parte integrada de la segunda plataforma

4. En este caso, los datos de control mantenidos por el almacenamiento de datos de control 10 se almacenan por ejemplo en una tabla de base de datos que se asocia con la tabla o tablas de base de datos de los resultados preparados en el conjunto 5. En aún otras realizaciones, el almacenamiento de datos de control es un componente autónomo (por ejemplo realizado por un sistema de servidor especializado).

El gestor de modelo predictivo 12 se dispone para actualizar ciertos datos de control almacenados mediante el almacenamiento de datos de control, tal como las tasas de validez λ_i , la popularidad p_i , y los costes de actualización c_i . Para determinar valores actuales para estos parámetros, el gestor de modelo predictivo 12 recibe datos de entrada desde la primera plataforma 3 y desde la unidad de control 2. Más específicamente, la primera plataforma 3 transmite información acerca de los resultados preparados actualizados (produciéndose la actualización en respuesta a los mensajes 34 (Figura 2A)) al gestor de modelo predictivo 12, es decir cuyos resultados se han actualizado en cuyo tiempo y si la actualización condujo o no a un contenido diferente de los resultados actualizados. La primera plataforma 3 también transmite información con respecto a los costes de cálculo para actualizar resultados preparados al gestor de modelo 12 (estas informaciones se determinan mediante la propia primera plataforma supervisando la actualización de los diversos resultados preparados y los costes de actualización implicados y/o desde información de registros recibida desde una fuente original de los resultados preparados tal como servidores web). La unidad de control 2 transmite información acerca de peticiones de datos entrantes 30 y los resultados preparados solicitados por las peticiones de datos 30 al gestor de modelo predictivo 12, por ejemplo cuyos resultados preparados se devolvieron a clientes que preguntan en estos momentos. En algunas realizaciones, esta comunicación de entrada desde la primera plataforma 3 y/o desde la unidad de control 2 al gestor de modelo predictivo 12 se produce asíncronamente a partir del procesamiento y servicio de peticiones de datos 30 como se visualizan mediante las Figuras 2A, 2B, 5A, 5B, 6A y 6B. En otras realizaciones, la primera plataforma 3 transmite la información acerca de un resultado preparado actualizado al gestor de modelo predictivo 12 sincronamente con la actualización, por ejemplo inmediatamente después de que la primera plataforma 3 ha devuelto el resultado actualizado a la unidad de control 2. En tales realizaciones, también la unidad de control 2 puede transmitir la información acerca de peticiones de datos entrantes 30 y respectivos resultados devueltos a clientes 6 al gestor de modelo predictivo 12 sincronamente con el procesamiento de las peticiones de datos 30, por ejemplo inmediatamente después de que la unidad de control 3 ha devuelto los correspondientes resultados al cliente que pregunta 6.

El gestor de modelo predictivo 12 procesa estas entradas desde la primera plataforma 3 y la unidad de control 2 y proporciona información de control actual que resulta del procesamiento al almacenamiento de datos de control 10. Más específicamente, el gestor de modelo predictivo 12 utiliza la información acerca de los resultados preparados actualizados recibidos desde la primera plataforma 3, incluyendo al menos la información si una actualización de un resultado preparado por la primera plataforma condujo o no a un cambio del contenido del resultado preparado y una indicación de tiempo de la actualización, para mantener tasas de validez λ_i para cada uno de los resultados preparados almacenados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4. El gestor de modelo predictivo 12 utiliza la información acerca de los costes de cálculo recibidos desde la primera plataforma 3 para mantener los parámetros c_i para cada resultado preparado i almacenado en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4. El gestor de modelo predictivo 12 utiliza la información acerca de las peticiones de datos entrantes 30 recibidas desde la unidad de control 2 y resultados preparados correspondientemente solicitados para mantener los valores de popularidad p_i para cada uno de los resultados preparados almacenados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4. Los valores actuales resultantes de λ_i , p_i y/o c_i se transmiten desde el gestor de modelo predictivo al almacenamiento de datos de control 10 y se hacen disponibles por lo tanto a la unidad de control 2 para determinar los valores de indicadores de actualización en el curso de procesamiento de peticiones de datos entrantes 30 (actividad 31). Actualizaciones de los valores actuales de λ_i , p_i y/o c_i se envían por el gestor de modelo predictivo 12 al almacenamiento de datos de control en intervalos regulares y/o bajo demanda, es decir cuando valores de datos de control se han cambiado.

En algunas realizaciones, el gestor de modelo predictivo 12 y/o el almacenamiento de datos de control 10 emplean un marco por lotes distribuido que utiliza por ejemplo Apache Hadoop® habilitando que ambos componentes ejecuten procesos de cálculo intensivos con grandes cantidades de datos (por ejemplo en el orden de PetaBytes) en agrupamientos de servidores.

Secuencias de mensajes ilustrativas que se producen en la arquitectura ilustrativa de la Figura 4 se muestran mediante las Figuras 5A y 5B. Similar a las Figuras 2A y 2B, la Figura 5A muestra la variante en la que los valores de indicadores de actualización de los resultados preparados a devolver al cliente 6 indican una necesidad de actualizar los resultados preparados y la Figura 5B muestra la variante en la que los valores de indicadores de actualización de los resultados preparados a devolver al cliente 6 no indican una necesidad de actualizar los resultados preparados.

En ambas variantes, el proceso comienza con una transmisión de una petición de datos 30 desde el cliente 6 a la unidad de control 2. En respuesta a la recepción de la petición de datos 30, la unidad de control 2 determina la información de identificación (por ejemplo valores clave primarios) de resultados preparados que cumplen con criterios incluidos en la petición de datos 30 y valores de indicadores de actualización asociados (actividad 31A). Como un ejemplo simple, la petición de datos 30 solicita el número de asientos disponibles en el vuelo LH123 el 1 de julio de 2015. En respuesta a la recepción de esta petición de datos 30, la unidad de control 2 utiliza la clave "LH123-

1JUL15" ya incluida en la petición para recuperar el último tiempo de actualización del resultado preparado LH123-1JUL15-42 (es decir el resultado preparado indica 42 asientos libres, en el que el número 42 de asientos disponibles no se conoce por la unidad de control 2 en esa etapa) y la tasa de validez $\lambda_{LH123-1JUL15}$ desde el almacenamiento de datos de control 10. El almacenamiento de datos de control 10 responde con respectivos valores de la indicación de tiempo de actualización y tasa de validez $\lambda_{LH123-1JUL15}$ (actividad 31B en la Figura 5A y 5B). La unidad de control 2 a continuación calcula el indicador de actualización del resultado preparado LH123-1JUL15-42 (actividad 31C en la Figura 5A y la Figura 5B) calculando la antigüedad $t_{LH123-1JUL15}$ (última indicación de tiempo de actualización de LH123-1JUL15-42 menos tiempo actual) y a continuación calculando $(1 - e^{-\lambda t_i}) t_i$.

La unidad de control 2 a continuación realiza la comparación del valor de indicador de actualización calculado con el valor umbral (actividad 32 en la Figura 5A y la Figura 5B). Si la comparación indica una necesidad de actualizar el LH123-1JUL15-42 (caja 33 en la Figura 5A), la unidad de control 2 recupera una versión actualizada del resultado preparado desde la primera plataforma 3 (actividad 34 en la Figura 5A). En una realización, la propia primera plataforma es un inventario original de asientos de vuelo disponibles y devuelve el valor de actualización (por ejemplo LH123-1JUL15-23, es decir 23 asientos libres) a la unidad de control 2 sobre la base de sus propios datos de inventario. En otra realización, la primera plataforma 3 recupera la información de asientos disponibles actuales solicitada desde fuentes adicionales y devuelve el resultado preparado actualizado LH123-1JUL15-23 a la unidad de control 2 después (actividad 35 en la Figura 5A). La unidad de control 2, después de haber recibido el resultado preparado actualizado desde la primera plataforma 3, devuelve el resultado preparado actualizado al cliente 6 (actividad 37 en la Figura 5A), actualiza el resultado preparado en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 (por ejemplo sustituyendo el valor previo obsoleto 42 con el valor actualizado actual 23, actividad 36A) y también actualiza la última actualización indicación de tiempo de LH123-1JUL15 en el almacenamiento de datos de control 10 (actividad 36B). Obsérvese que las actividades 36A, 36B y 37 pueden producirse en cualquier orden.

Como alternativa, la comparación entre el valor de indicador de actualización actual de LH123-1JUL15 y el umbral realizado por la unidad de control 2 (actividad 32) indica que una actualización de LH123-1JUL15 no es necesaria (caja 38 en la Figura 5B). En este caso, la unidad de control 2 recupera el valor de LH123-1JUL15 (por ejemplo 42 asientos disponibles) desde el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 (actividad 40A en la Figura 5B) y devuelve este valor como una respuesta una petición de datos 30 al cliente 6 (actividad 39).

En otras realizaciones, dependiendo del contenido y definición de los resultados preparados y criterios incluidos en la petición de datos 30, la actividad 31 es más compleja (Figuras 6A y 6B) por ejemplo porque los valores clave de los resultados preparados en los que el cliente 6 está interesado no se incluyen en la petición de datos 30 y, por lo tanto, puede requerirse una búsqueda para determinar qué resultados preparados cumplen con los criterios de búsqueda incluidos en la petición de datos 30. Por ejemplo, los resultados preparados almacenados por el conjunto 5 especifican recomendaciones de viaje a precios razonables precalculadas y la petición de datos 30 por ejemplo pregunta por los viajes más baratos entre Frankfurt y Boston con una salida entre el 1 de julio de 2015 y el 10 de julio de 2015 y una duración de estancia entre 11 y 15 días. En escenarios de este tipo, en algunas realizaciones, la unidad de control 2 primero identifica los resultados preparados almacenados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 que cumplen con criterios de búsqueda de la petición de datos 30. Por lo tanto, en estas realizaciones, la actividad 31A (Figura 6A) es una pregunta de la unidad de control 2 a la segunda plataforma 4 para recuperar información de identificación de resultados preparados que cumplen con los criterios de búsqueda incluidos en la petición de datos 30. Haciendo referencia al último ejemplo, la segunda plataforma 4 por ejemplo devuelve todas las recomendaciones de viaje almacenadas en el conjunto 5 para viajes entre Frankfurt y Boston con una salida entre el 1 de julio de 2015 y el 10 de julio de 2015 y una duración de estancia entre 11 y 15 días (actividad 31B en la Figura 6A).

La unidad de control 2 a continuación determina los valores de indicadores de actualización para todos resultados preparados identificados de la manera anteriormente descrita (recuperar los respectivos datos de control desde el almacenamiento de datos de control 10 mediante las actividades 31C y 31D en la Figura 6A y calcular los valores de indicadores de actualización mediante la actividad 31E en la Figura 6A) y realiza la comparación entre valor de indicador de actualización y umbral para cada resultado preparado identificado (actividad 32 en la Figura 6A). Para todos los resultados preparados para los que la comparación indica una necesidad de actualizar el respectivo resultado preparado (caja 33 en la Figura 6A), la unidad de control 2 recupera una versión actualizada del respectivo resultado preparado desde la primera plataforma 3 (actividades 34 y 35 en la Figura 6B). Opcionalmente, en cuanto a los restantes resultados preparados para los que la comparación entre indicador de actualización y valor umbral no indica una necesidad de actualización, la unidad de control 2 recupera el contenido de estos resultados preparados que no tienen que actualizarse de la segunda plataforma 4 (actividades 40A y 40B en la Figura 6B; esto se aplica si la unidad de control 2 aún no ha recuperado el contenido de todos los resultados preparados que cumplen con los criterios de búsqueda con las actividades 31A y 31B de antemano). Después de haber recibido las versiones actualizadas de los resultados preparados en respuesta a la petición 34 (actividad 35), la unidad de control 2 almacena los resultados preparados actualizados en el conjunto 5 de la segunda plataforma 4 (actividad 36A en la Figura 6B), actualiza las indicaciones de tiempo de actualización de los resultados preparados actualizados en el almacenamiento de datos de control 10 (actividades 36B en la Figura B), opcionalmente post-procesa los resultados preparados recuperados desde la segunda plataforma 4 y las versiones actualizadas de los resultados preparados recuperados desde la primera plataforma 3 (actividad 41 en la Figura 6B), que es por ejemplo una determinación de

un subconjunto de resultados preparados de entre los resultados preparados actualizados y los resultados preparados no actualizados determinados antes de ser devueltos al cliente 6 (en el ejemplo anterior, seleccionar la recomendación de viaje más barata) y devuelve estos resultados al cliente 6 (actividad 37 en la Figura 6B).

5 En algunas realizaciones, se emplean aún diferentes flujos de mensajes, dependiendo de las características particulares del modelo o modelos de base de datos empleados por el entorno de base de datos 1 y estructura y criterios incluidos en las peticiones de datos 30. Por ejemplo, en algunas realizaciones, no se emplea post-procesamiento de resultados preparados (actividad 41 en la Figura 6A), pero todos los resultados preparados recuperados desde la segunda plataforma 4 y todas las versiones actualizadas de los resultados preparados recuperados desde la primera plataforma 3 se devuelven al cliente 6. En tales realizaciones, los resultados preparados recuperados desde la segunda plataforma 4 ya se devuelven al cliente 6 tan pronto como están disponibles (actividad 39 en la Figura 6B) que es generalmente antes que concluya la recuperación de las versiones actualizadas de los resultados preparados desde la primera plataforma 3 (porque actualizar resultados preparados mediante la primera plataforma generalmente requiere sustancialmente más tiempo que recuperar resultados preparados desde la segunda plataforma 4, como se explica en detalle anteriormente). Por lo tanto, en esta situación, la actividad 37 de la Figura 6B entonces únicamente incluye devolver las versiones actualizadas de los resultados preparados recuperados desde la primera plataforma 3.

20 En algunas realizaciones, el flujo de mensajes mostrado en las Figuras 6A y 6B también se adapta en que la actividad de post-procesamiento 41 se realiza ya en una etapa más temprana, por ejemplo por la unidad de control 2 después de haber recibido el contenido de los resultados preparados con actividad 31B o por la segunda plataforma 4 antes de devolver los resultados preparados (o al menos sus identidades) con la actividad 31B. De nuevo haciendo referencia al ejemplo anterior de devolver la recomendación de viaje más barata para viajes entre Frankfurt y Boston con una salida entre el 1 de julio de 2015 y el 10 de julio de 2015 y una duración de estancia entre 11 y 15 días, en algunas realizaciones, la segunda plataforma 4 se dispone para determinar un número limitado de las recomendaciones de viaje más baratas para viajes entre Frankfurt y Boston con una salida entre el 1 de julio de 2015 y el 10 de julio de 2015 y una duración de estancia entre 11 y 15 días (frente a devolver todas las recomendaciones de viaje a precios razonables para viajes entre Frankfurt y Boston con una salida entre el 1 de julio de 2015 y el 10 de julio de 2015 y una duración de estancia entre 11 y 15 días almacenadas en el conjunto 5). Por ejemplo, con la actividad 31B en la Figura 6B, la segunda plataforma 4 devuelve únicamente las cinco recomendaciones de viaje más baratas. Las actividades posteriores de la unidad de control 2 (actividades 31C, 31D, 31E, 32-38) se limitan a continuación a únicamente estos cinco resultados preparados recuperados y se realizan de la misma manera como se describe anteriormente.

35 El valor umbral se adapta dinámicamente dependiendo de la carga de la primera plataforma 3. De esta manera, usando el valor umbral adaptativo, se controla la cantidad de resultados preparados que se actualizan a través de la primera plataforma 3 y por lo tanto la carga de la primera plataforma. Si la carga de la primera plataforma 3 es demasiado alta (se actualizan demasiados resultados preparados a través de la primera plataforma 3 en una unidad de tiempo dada) y la carga se reducirá, el valor umbral se aumenta con el efecto de que la porción de resultados preparados que se actualizan a través de la primera plataforma 3 se disminuye y la porción de resultados preparados que se recuperan desde la segunda plataforma 4 y devuelven al cliente 6 sin actualizar se aumenta. Si, por otra parte, la primera plataforma 3 tiene recursos libres que pueden utilizarse para actualizar más resultados preparados en una unidad de tiempo dada que en la actualidad se actualizan, el valor umbral se disminuye con el efecto de que la porción de resultados preparados que se actualizan a través de la primera plataforma 3 se aumenta y la porción de resultados preparados que se recuperan desde la segunda plataforma 4 y devuelven al cliente 6 sin actualizar se disminuyen.

50 En algunas realizaciones, adaptar dinámicamente el valor umbral se realiza manteniendo un bucle de control de realimentación 20 entre la primera plataforma 3 y la unidad de control 2 (Figura 7). El bucle de control de realimentación 20 se define mediante tres variables, a saber el valor de control 21, el punto de ajuste 18 y la variable de accionamiento 19. El valor de control 21 es la variable a controlar (a mantener constante en un nivel objetivo dado) y por lo tanto se define por un factor de carga real actual de la primera plataforma 3. El punto de ajuste 18 del bucle de control de realimentación 20 se proporciona mediante un factor de carga objetivo deseado de la primera plataforma 3. La variable de accionamiento del bucle de control de realimentación 20 es el valor umbral que impacta al factor de carga real de la primera plataforma, es decir controla el valor de control 21.

60 En algunas realizaciones, el bucle de control de realimentación 20 se realiza mediante la primera plataforma 3 y la unidad de control 2 que se comunican entre sí en intervalos regulares como se indica a continuación. La primera plataforma compara de forma regular el factor de carga real actual 21 con el factor de carga objetivo deseado 18. Si el factor de carga real actual 21 es un N % mayor que el factor de carga objetivo deseado 18 (por ejemplo 10 %), el valor umbral se aumenta por la relación de N/B % (por ejemplo 10 % dividido por 2 = 5 %) en la que B es un regulador que evita reacciones excesivas de la adaptación de valor umbral dinámica y permite una convergencia suave entre la carga actual 21 y la carga objetivo 18. Como resultado del valor umbral disminuido, el factor de carga real actual 21 aumentará. Si, por otra parte, el factor de carga real actual 21 está por debajo del factor de carga objetivo deseado 18 por un N %, el valor umbral se disminuye por N/B %, resultando en una mayor cantidad de resultados preparados que se actualizan con la primera plataforma 3 y, por lo tanto, aumentando el factor de carga

real actual 21.

5 Finalmente, la Figura 8 es una representación diagramática de un sistema informático que proporciona la funcionalidad de la unidad de control 2. Dentro de la unidad de control 2, se ejecuta un conjunto de instrucciones, para provocar que el sistema informático realice cualquiera de los métodos analizados en este documento. La unidad de control 2 incluye un procesador 81, una memoria principal 82 y un dispositivo interfaz de red 83, que se comunican entre sí a través de un bus 84. Opcionalmente, la unidad de control 2 incluye adicionalmente una memoria estática 85 y una unidad de disco 86. Un visualizador de video 87, un dispositivo de entrada alfanumérico 88 y un dispositivo de control de cursor 89 pueden formar una interfaz de usuario para que por ejemplo un administrador controle la unidad de control 2.

10 El dispositivo interfaz de red 83 conecta la unidad de control 2 a la primera plataforma 3 a través de la interfaz 9 y a la segunda plataforma 4 a través de la interfaz 8. El dispositivo interfaz de red 83 también conecta la unidad de control 2 a los clientes 6 a través de la interfaz 7. Un conjunto de instrucciones (es decir software) 90 que incorporan uno cualquiera, o todos, los métodos descritos anteriormente, reside completamente, o al menos parcialmente, en o en un medio legible por máquina, por ejemplo la memoria principal 82 y/o el procesador 81. Un medio legible por máquina en el que reside el software 90 también puede ser una portadora de datos no volátil (por ejemplo un disco duro magnético no extraíble o un disco extraíble óptico o magnético) que es parte de la unidad de disco 86. El software 90 puede transmitirse o recibirse adicionalmente como una señal propagada por ejemplo a través de la Internet o cualquier otra red a través del dispositivo interfaz de red 83. La operación básica de la unidad de control 2 que incluye interfaz de usuario y comunicación de red se controla por el sistema operativo 91.

15 El presente enfoque para controlar el encaminamiento de peticiones de datos entrantes por la unidad de control a la primera plataforma y/o a la segunda plataforma sobre la base del indicador de actualización $(1 - acc) \cdot t$ que se comparan con el valor umbral proporciona una validez a largo plazo mejorada de resultados preparados mantenidos en el conjunto de la segunda plataforma. Este enfoque permite determinar de forma óptima qué resultados preparados a devolver en respuesta a peticiones de datos tienen que recuperarse desde la primera plataforma y de este modo actualizarse en la segunda plataforma. De esta manera, se evita un énfasis inefectivo en la actualización repetida de resultado preparado muy volátil, mejorando de este modo la precisión/validez de los resultados preparados a largo plazo.

20 Aunque ciertos productos y métodos construidos de acuerdo con los contenidos de la invención se han descrito en este documento, el alcance de cobertura de esta patente no se limita a los mismos. Por el contrario, esta patente cubre todas las realizaciones de los contenidos de la invención que pertenecen de forma justa al alcance de las reivindicaciones adjuntas o bien literalmente o bien bajo la doctrina de equivalentes.

35

REIVINDICACIONES

1. Un método para tratar peticiones de datos dirigidas a un entorno de base de datos, comprendiendo el entorno de base de datos al menos una primera plataforma que proporciona resultados originales a almacenar en una segunda plataforma como resultados preparados, manteniendo la segunda plataforma un conjunto de los resultados preparados para ser devueltos a peticiones de datos, y una unidad de control para procesar las peticiones de datos dirigidas al entorno de base de datos, en el que cada resultado preparado mantenido en el conjunto de la segunda plataforma se asocia con un indicador de actualización que es una medición de que el resultado preparado asociado mantenido en el conjunto de la segunda plataforma tiene que actualizarse, comprendiendo el método:
- recibir, mediante la unidad de control, una petición de datos;
 - determinar, mediante la unidad de control, al menos un resultado preparado que corresponde a la petición de datos;
 - comparar, mediante la unidad de control, el indicador de actualización del resultado preparado determinado que corresponde a la petición de datos con un valor umbral, en el que el valor umbral está adaptado dinámicamente dependiendo de la carga de la primera plataforma;
 - en respuesta a la unidad de control determinar que la comparación indica un requisito para actualizar el resultado preparado,
 - recuperar, mediante la unidad de control desde la primera plataforma, una versión actualizada del al menos un resultado preparado;
 - actualizar, mediante la unidad de control, el resultado preparado en el conjunto de la segunda plataforma y el indicador de actualización asociado basándose en la versión actualizada del al menos un resultado preparado; y
 - devolver, mediante la unidad de control, la versión actualizada del al menos un resultado,
 - en respuesta a la unidad de control determinando que la comparación no indica un requisito para actualizar el al menos un resultado preparado,
 - devolviendo la unidad de control el al menos un resultado preparado determinado; en el que el indicador de actualización se define mediante $\frac{(1-acc) \cdot t}{c}$, en la que acc es una probabilidad de que el resultado preparado asociado es válido, t una antigüedad del resultado preparado asociado y c una medida para calcular recursos de la primera plataforma necesarios para preparar la versión actualizada del resultado preparado asociado.
2. El método de la reivindicación 1, en el que el indicador de actualización se define mediante $\frac{p \cdot (1-acc) \cdot t}{c}$, en la que p es una frecuencia de acceso del resultado preparado asociado desde el entorno de base de datos y c es una medida para calcular recursos de la primera plataforma necesarios para preparar la versión actualizada del resultado preparado asociado.
3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, comprendiendo además
- consultar, mediante la unidad de control, un almacenamiento de datos de control sobre la base de información clave que identifica el al menos un resultado preparado;
 - recibir, mediante la unidad de control desde el almacenamiento de datos de control, datos de control que especifican el indicador de actualización asociado con el al menos un resultado preparado.
4. El método de la reivindicación 3, en el que determinar el al menos un resultado preparado comprende
- consultar, mediante la unidad de control, la segunda plataforma para el al menos un resultado preparado determinado que cumple con los criterios especificados por la petición de datos;
 - recibir, mediante la unidad de control, el al menos un resultado preparado desde el conjunto de resultados preparados de la segunda plataforma.
5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que determinar el al menos un resultado preparado que corresponde a la petición de datos comprende:
- retransmitir, mediante la unidad de control, la petición de datos a la segunda plataforma; y
 - recibir, mediante la unidad de control desde la segunda plataforma, el al menos un resultado preparado que cumple con los criterios especificados por la petición de datos; en el que el método comprende adicionalmente:
 - recuperar, mediante la unidad de control, el indicador de actualización asociado con el resultado preparado recibido.

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el al menos un resultado preparado que corresponde a la petición de datos comprende al menos dos resultados preparados, un primer resultado preparado y un segundo resultado preparado, comprendiendo el método además:

- 5 → determinar, mediante la unidad de control, que la comparación indica un requisito para actualizar el primer resultado preparado, pero no indica un requisito para actualizar el segundo resultado preparado,
- recuperando la unidad de control una versión actualizada del primer resultado preparado desde la primera plataforma y actualizar el primer resultado preparado en el conjunto de la segunda plataforma y el indicador de actualización asociado basándose en la versión actualizada recuperada del primer resultado preparado; y
- 10 → devolver la versión actualizada del primer resultado preparado y el segundo resultado preparado.

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que adaptar dinámicamente el valor umbral comprende mantener un bucle de control de realimentación entre la primera plataforma y la unidad de control, en el que un valor de control del bucle de control de realimentación se define mediante un factor de carga de la primera plataforma, se proporciona un punto de ajuste del bucle de control de realimentación mediante un factor de carga objetivo de la primera plataforma y se proporciona una variable de accionamiento del bucle de control de realimentación mediante el valor umbral.

8. Una unidad de control para tratar peticiones de datos dirigidas a un entorno de base de datos, estando la unidad de control acoplada a una primera plataforma proporcionando resultados originales a almacenar en una segunda plataforma como resultados preparados, manteniendo la segunda plataforma un conjunto de los resultados preparados para ser devueltos a peticiones de datos, en el que cada resultado preparado mantenido por la segunda plataforma se asocia con un indicador de actualización que es una medición de que el resultado preparado asociado mantenido en la segunda plataforma tiene que actualizarse, estando la unidad de control dispuesta para:

- 25 → recibir una petición de datos;
- determinar al menos un resultado preparado que corresponde a la petición de datos;
- comparar el indicador de actualización del resultado preparado determinado que corresponde a la petición de datos con un valor umbral, en el que el valor umbral está adaptado dinámicamente dependiendo de la carga de la primera plataforma;
- 30 → en respuesta a la determinación de que la comparación indica un requisito para actualizar el resultado preparado;
- recuperar una versión actualizada del al menos un resultado preparado basándose en los datos de respuesta originales desde la primera plataforma;
- 35 → actualizar el resultado preparado en el conjunto de la segunda plataforma y el indicador de actualización asociado basándose en la versión actualizada del al menos un resultado preparado; y
- devolver la versión actualizada del al menos un resultado;
- 40 - en respuesta a la determinación de que la comparación no indica un requisito para actualizar el al menos un resultado preparado,
- devolver el al menos un resultado preparado determinado;

45 en el que el indicador de actualización se define mediante $\frac{(1-\text{acc}) \cdot t}{c}$, en la que acc es una probabilidad de que el resultado preparado asociado es válido, t una antigüedad del resultado preparado asociado y c una medida para calcular recursos de la primera plataforma necesarios para preparar la versión actualizada del resultado preparado asociado.

9. La unidad de control de la reivindicación 8 estando dispuesta para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7.

10. Un programa informático para ejecución mediante una unidad de control para tratar peticiones de datos dirigidas a un entorno de base de datos, estando la unidad de control acoplada a una primera plataforma proporcionando resultados originales a almacenar en una segunda plataforma como resultados preparados, manteniendo la segunda plataforma un conjunto de los resultados preparados para ser devueltos a peticiones de datos, en el que cada resultado preparado mantenido por la segunda plataforma se asocia con un indicador de actualización que es una medición de que el resultado preparado asociado mantenido en la segunda plataforma tiene que actualizarse, estando el programa informático configurado para - cuando se ejecuta por la unidad de control - provocar que la unidad de control:

- reciba una petición de datos;
- determine al menos un resultado preparado que corresponde a la petición de datos;
- compare el indicador de actualización del resultado preparado determinado que corresponde a la petición de

datos con un valor umbral, en el que el valor umbral está adaptado dinámicamente dependiendo de la carga de la primera plataforma;

- en respuesta a la determinación de que la comparación indica un requisito para actualizar el resultado preparado;

5 → recupere una versión actualizada del al menos un resultado preparado basándose en los datos de respuesta originales desde la primera plataforma;

→ actualice el resultado preparado en el conjunto de la segunda plataforma y el indicador de actualización asociado basándose en la versión actualizada del al menos un resultado preparado; y

10 → devuelva la versión actualizada del al menos un resultado;

- en respuesta a la determinación de que la comparación no indica un requisito para actualizar el al menos un resultado preparado,

15 → devuelva el al menos un resultado preparado determinado;

20 en el que el indicador de actualización se define mediante $\frac{(1-\text{acc}) \cdot t}{c}$, en la que acc es una probabilidad de que el resultado preparado asociado es válido, t una antigüedad del resultado preparado asociado y c una medida para calcular recursos de la primera plataforma necesarios para preparar la versión actualizada del resultado preparado asociado.

11. El programa informático de la reivindicación 10 estando configurado para - cuando se ejecuta por la unidad de control - provocar que la unidad de control realice el método de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9.

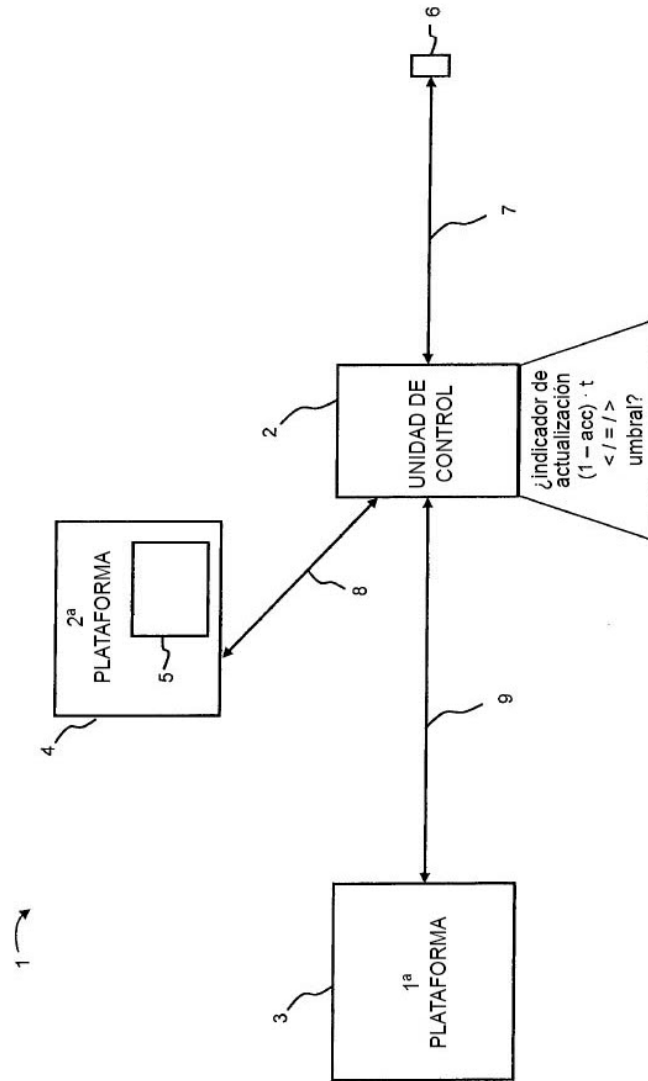


FIG. 1

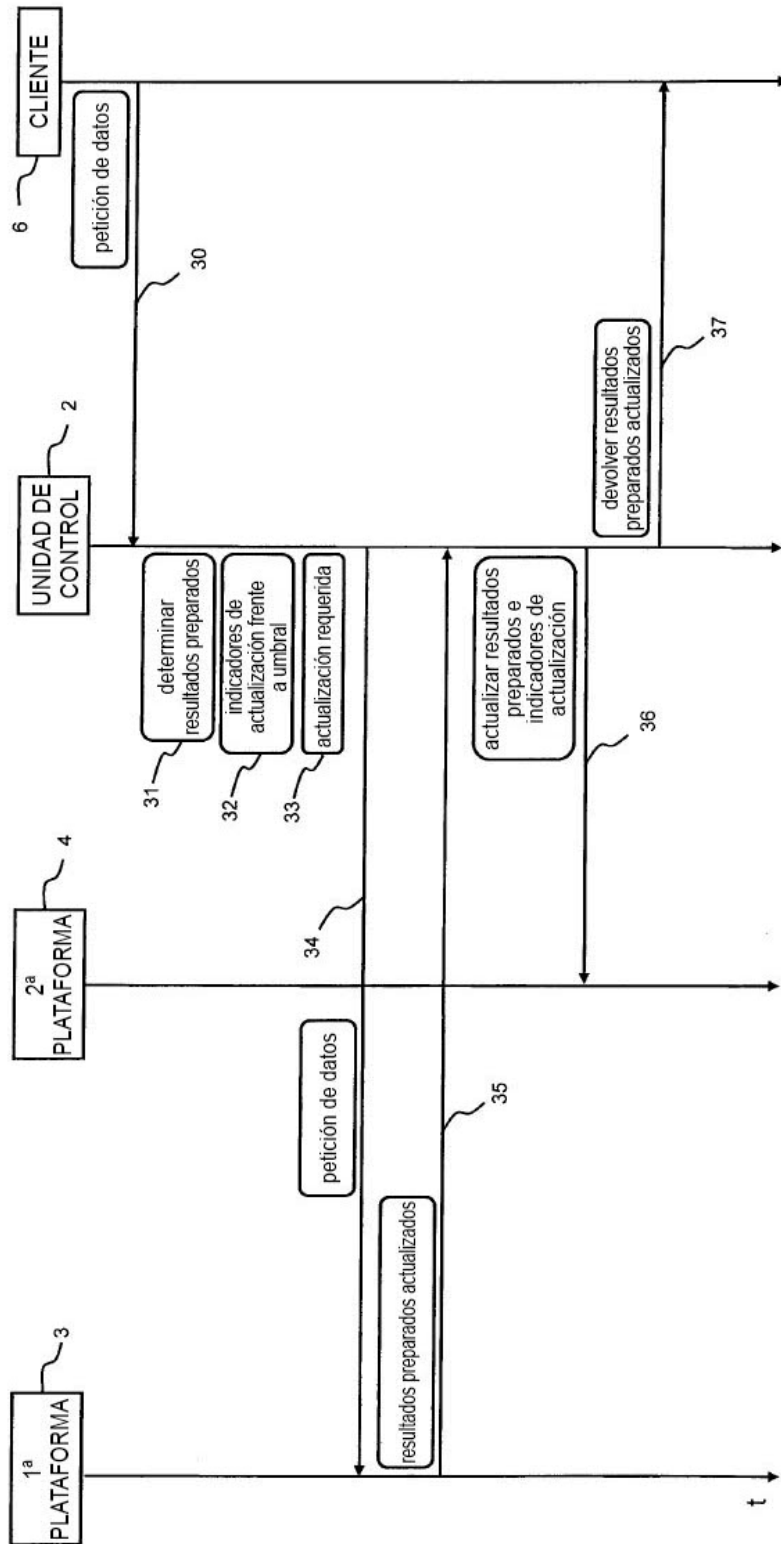


FIG. 2A

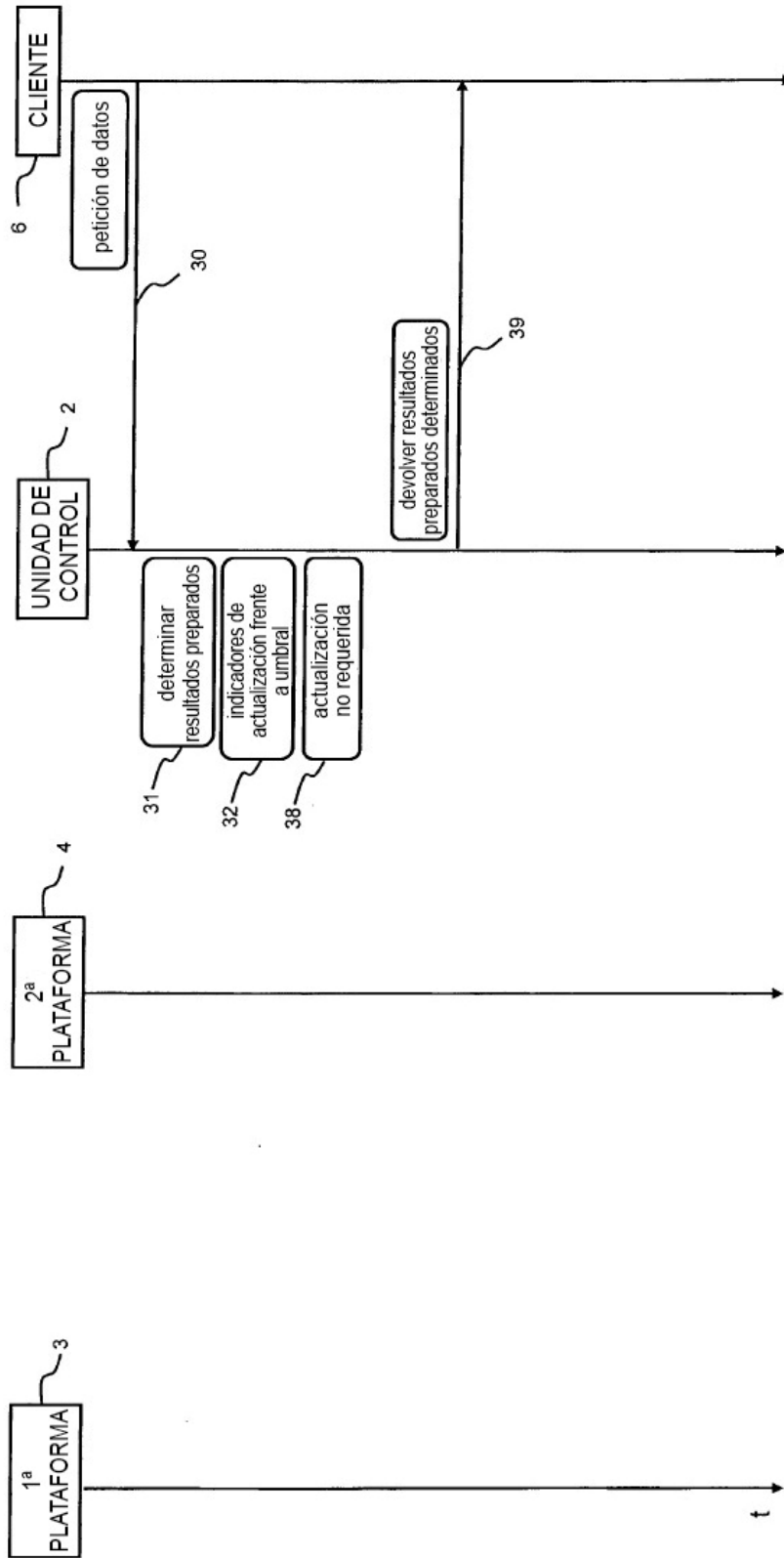


FIG. 2B

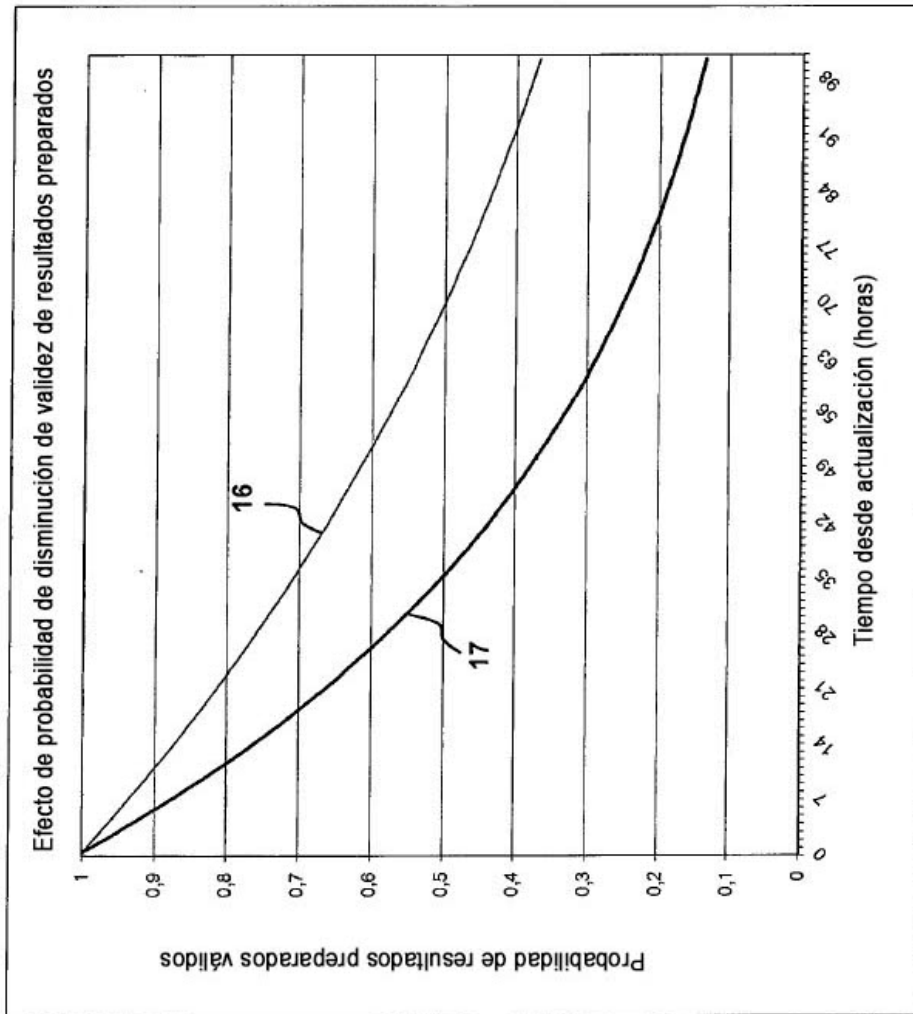


Fig. 3

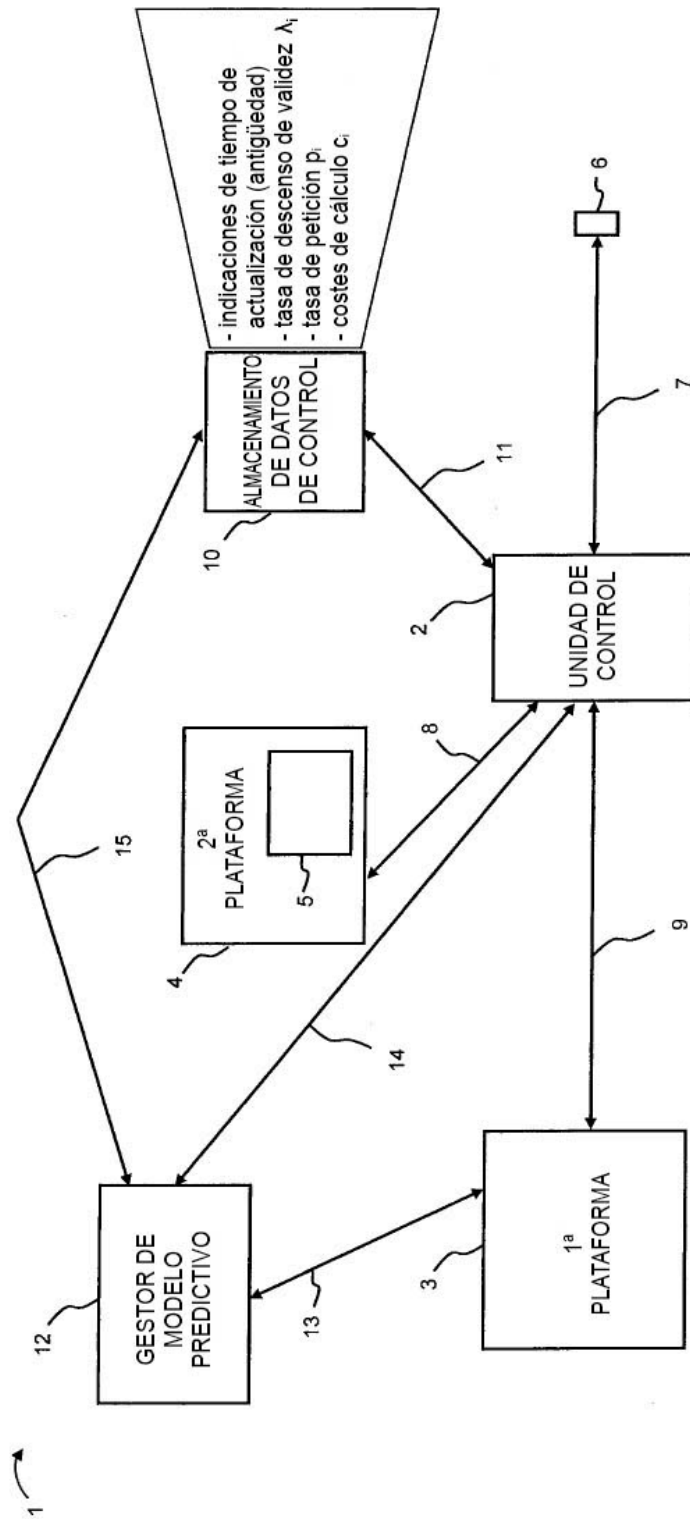


FIG. 4

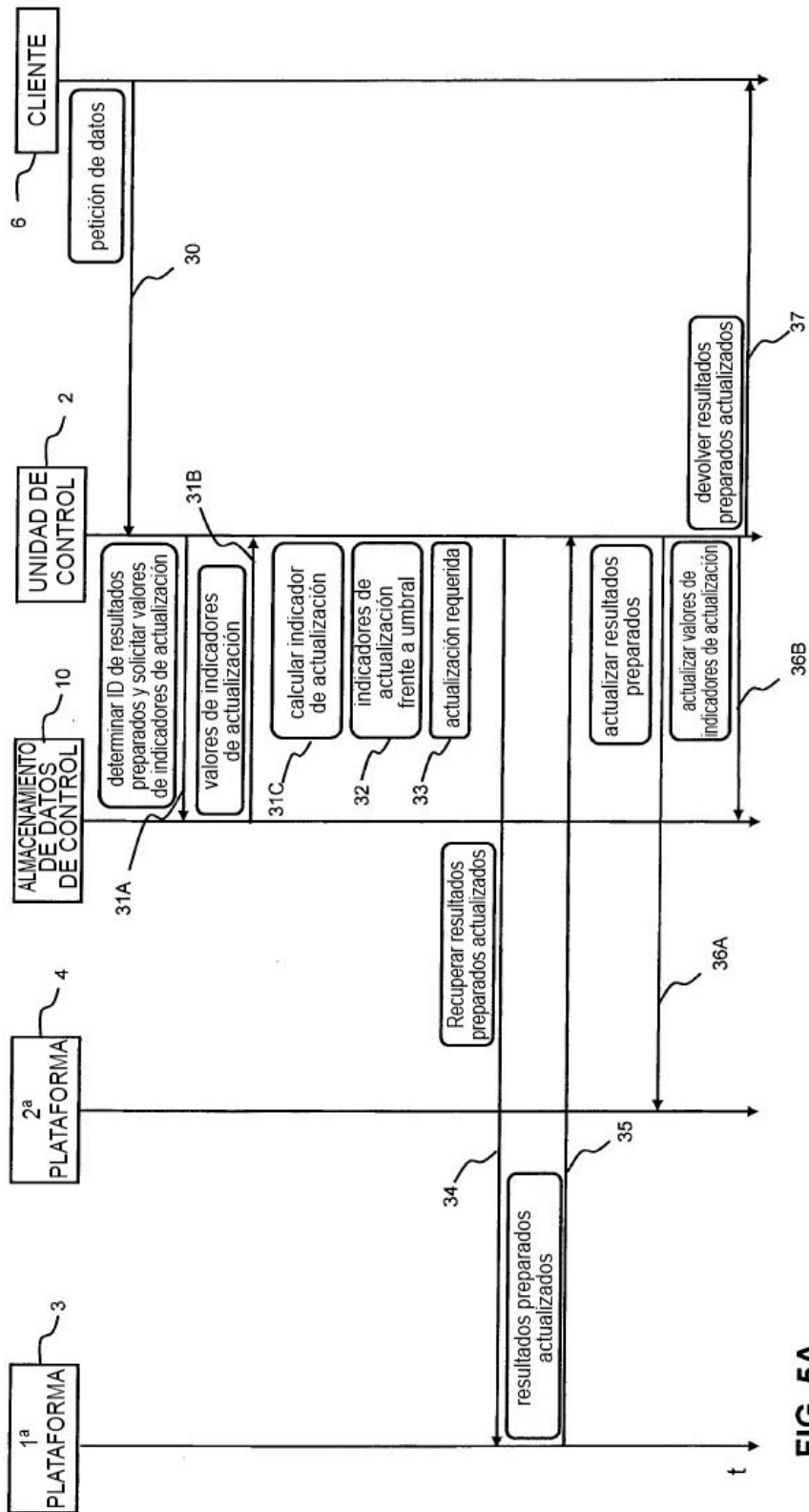


FIG. 5A

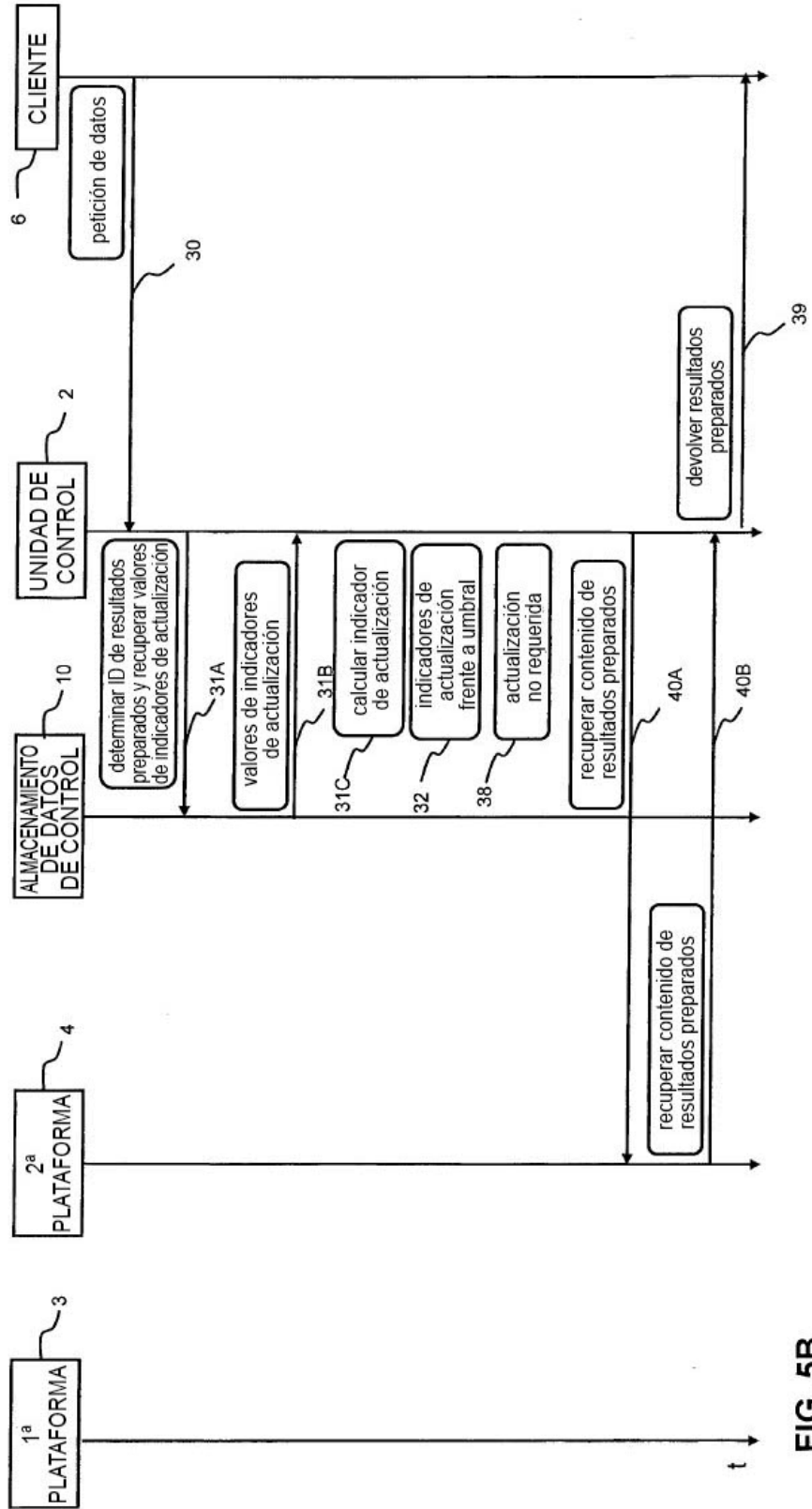


FIG. 5B

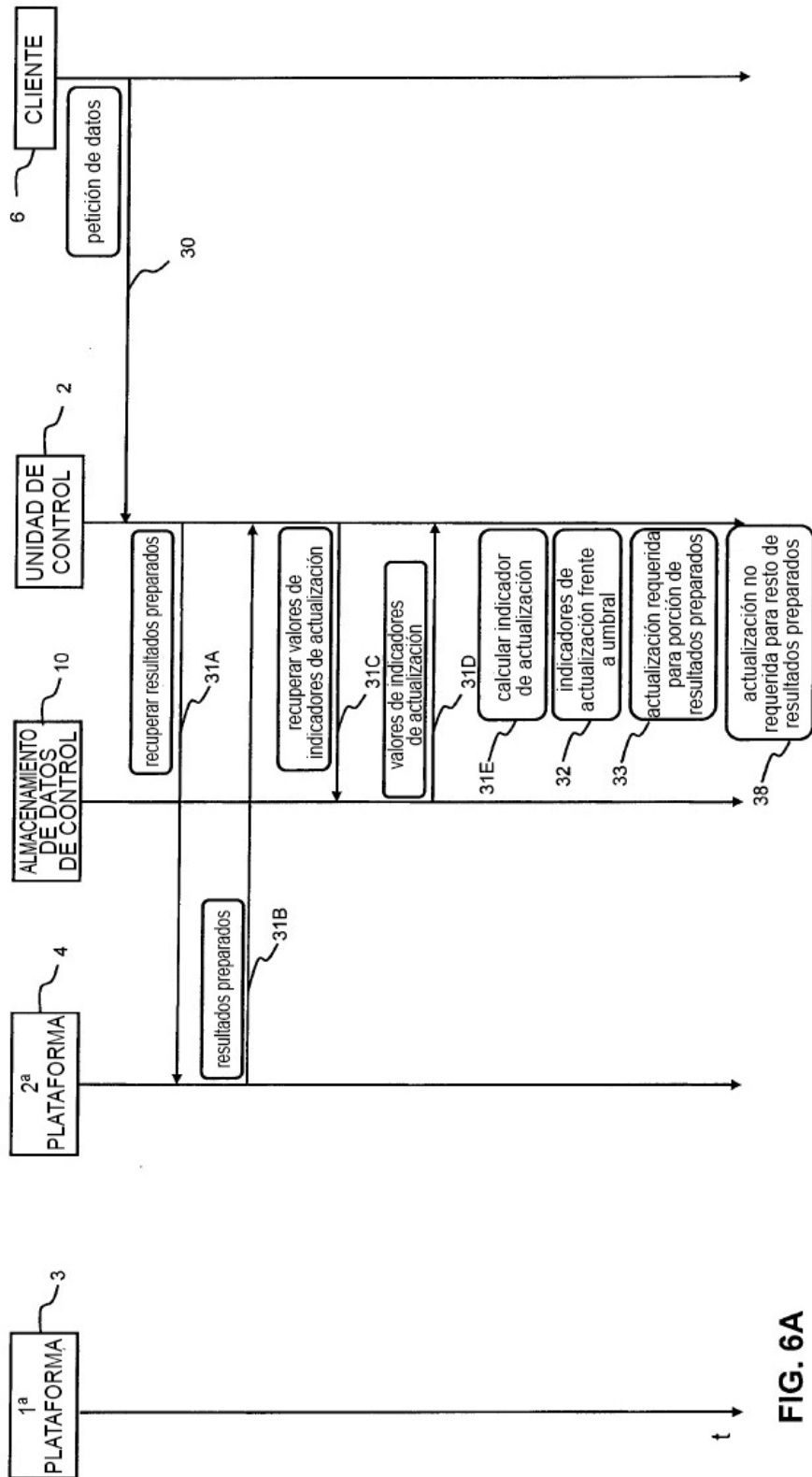


FIG. 6A

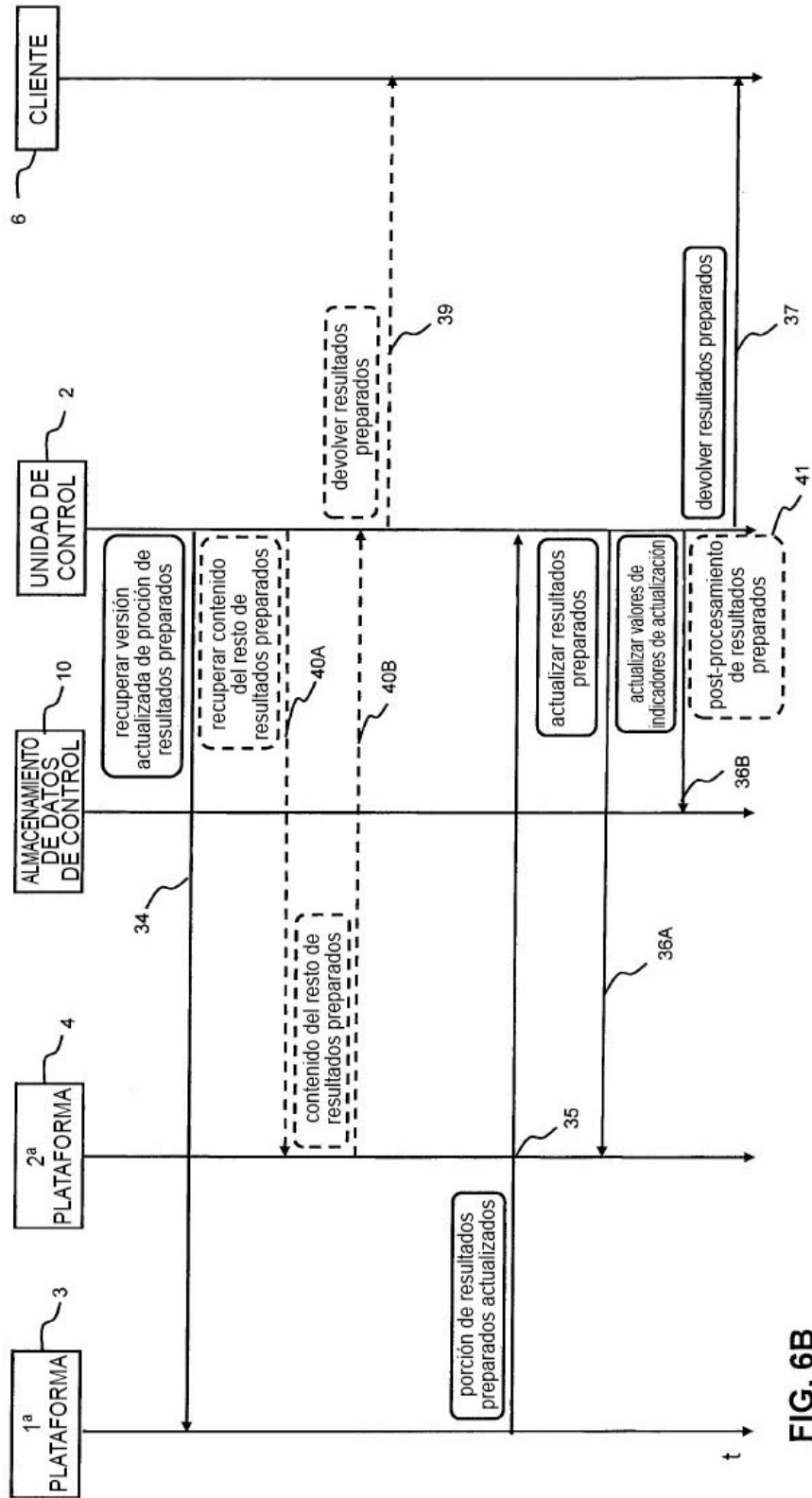


FIG. 6B

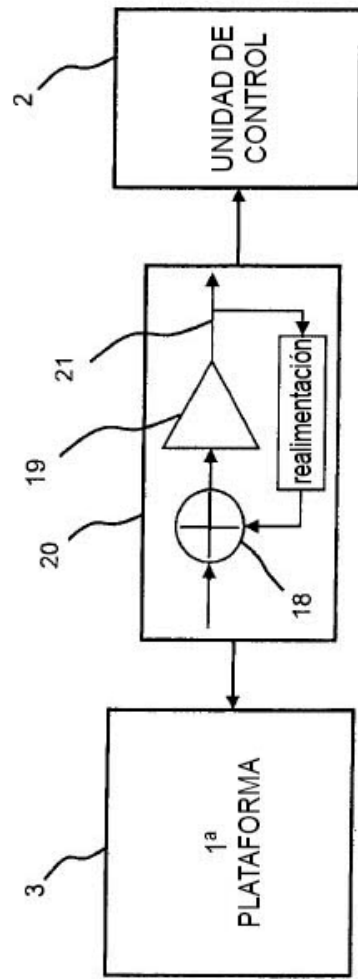


FIG. 7

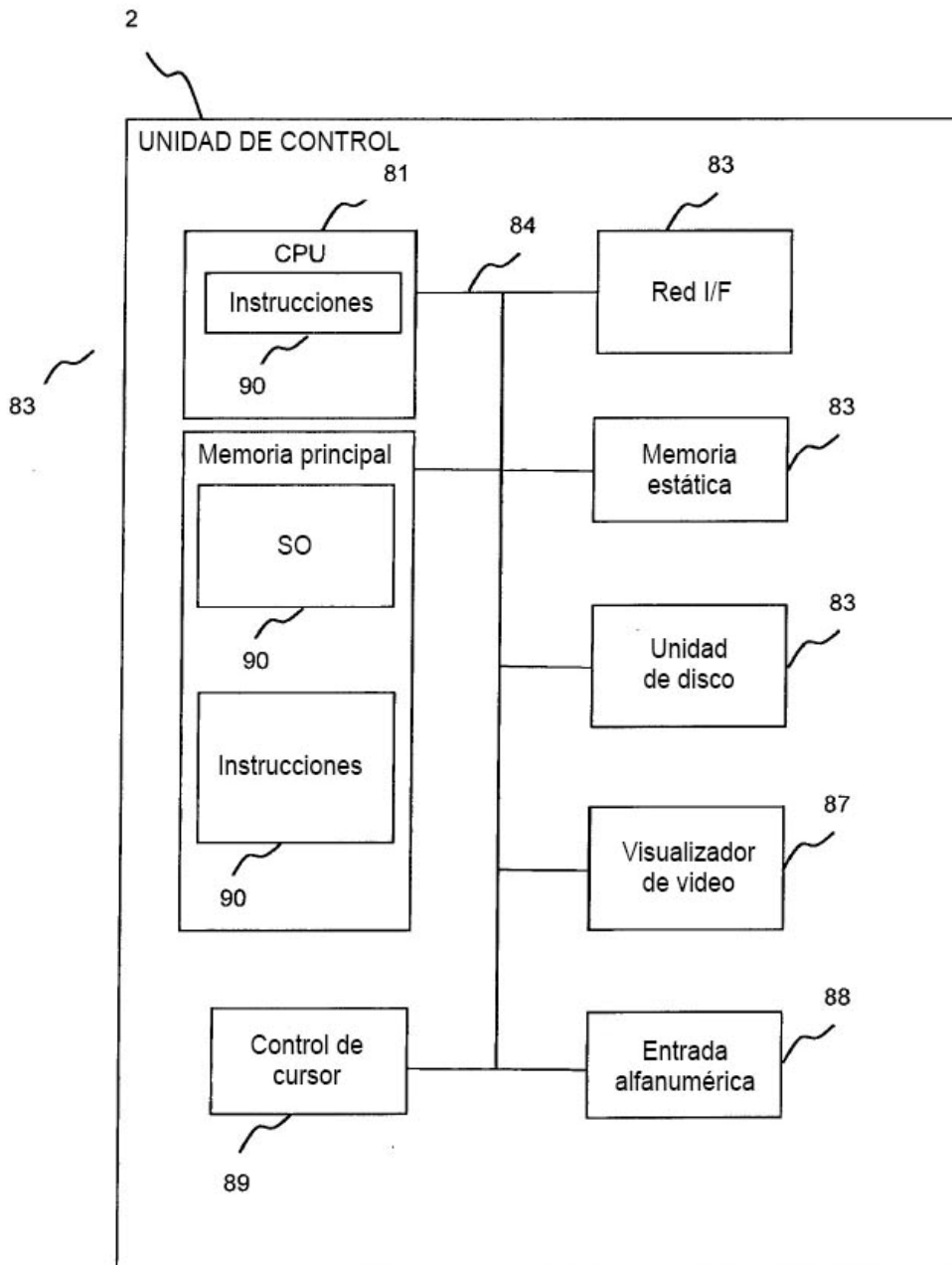


FIG. 8