

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 963 288**

51 Int. Cl.:

G06F 16/27

(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.04.2018** **PCT/EP2018/060755**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.11.2018** **WO18206304**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2018** **E 18720595 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2023** **EP 3622414**

54 Título: **Base de datos con marcas de tiempo relacionadas con el campo**

30 Prioridad:

12.05.2017 DE 102017208084

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

26.03.2024

73 Titular/es:

BUNDESDRUCKEREI GMBH (100.0%)
Kommandantenstraße 18
10969 Berlin, DE

72 Inventor/es:

KOMAROV, ILYA y
PAESCHKE, MANFRED

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 963 288 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

Base de datos con marcas de tiempo relacionadas con el campo

Área técnica

5 Las presentes representaciones se refieren a sistemas de TI ("IT - Information Technology System" - sistema de tecnología informática) y, en particular, a sistemas de gestión de bases de datos.

Estado de la técnica

Por el estado de la técnica se conocen diferentes sistemas de gestión de bases de datos (SGBD) ("DBMS – Data Base Management System" – SGBD sistemas de gestión de base de datos). Se utilizan para el almacenamiento estructurado y el procesamiento rápido de los datos almacenados en ellos.

10 Muchos sistemas de gestión de base de datos (SGBD) ("DBMS – Data Base Management System") realizan operaciones de lectura y escritura dentro de las llamadas "transacciones". Las transacciones incorrectas se cancelan y los cambios anteriores en la base de datos se revierten, de modo que no tengan ningún impacto en el estado de la base de datos. Las transacciones son procesadas por sistemas de transacciones, que verifican el cumplimiento de
15 varios requisitos y crean un historial de varias transacciones. Esto se utiliza a menudo para restablecer la base de datos a un estado definido lógicamente consistente del pasado. Esto puede resultar útil, por ejemplo, para "restablecer" la base de datos después de un corte de energía o un evento similar.

Sin embargo, estos sistemas de gestión de base de datos (SGBD) transaccionales tienen la desventaja de que el control del cumplimiento de ciertos criterios, en particular de las propiedades ACID ("ACID – Atomicity Consistency Isolation Durability" – atomicidad, consistencia, aislamiento y durabilidad), para cada transacción individual puede ser
20 muy complejo. Esto aumenta la carga en los procesadores y reduce la velocidad de ejecución de las operaciones de la base de datos. En particular, si una transacción en curso debe ser cancelada ("Abort" – abortar/cancelar), esto puede estar unido con un aumento significativo en la carga del procesador: la condición transaccional de atomicidad requiere, que todos los impactos de la transacción cancelada en la base de datos se deben revertir. El revertir de los impactos de una transacción se denomina como reversión ("Rollback" - restablecimiento). En este caso, puede
25 suceder, que el restablecimiento de una transacción requiere el restablecimiento de otra transacción, lo que puede llevar a la formación de verdaderas cadenas de restablecimientos; esto se denomina como reinicio en cascada y puede ser muy complejo.

Para permitir el restablecimiento, los sistemas de gestión de base de datos (SGBD) transaccionales crean historiales extensos de todas las operaciones de la base de datos. Algunos sistemas de recuperación de bases de datos
30 aprovechan esto analizando un historial de transacciones (registro de transacciones), para restaurar una base de datos en una forma lógicamente consistente. Estos sistemas de recuperación de bases de datos requieren mucha memoria o espacio en el disco duro, y exigen una gran potencia informática del sistema, ya que los archivos de registro suelen ser muy extensos. Por lo tanto, el almacenamiento, la carga y el procesamiento de estos archivos de registro para acceder a un restablecimiento de la base de datos a un momento determinado del pasado consume algunos
35 recursos.

En un aspecto adicional, los sistemas de gestión de base de datos (SGBD) transaccionales también pueden ralentizar significativamente la ejecución de las operaciones de la base de datos: sucede que las transacciones no se pueden
40 ejecutar debido a que ya hay otra transacción en curso, para garantizar las propiedades ACID para todas las transacciones ejecutadas en paralelo. Se pueden producir bloqueos o incluso bloqueos mutuos ("Deadlock" – punto muerto).

Un problema adicional surge con respecto a la consistencia de las bases de datos, que se instancian varias veces, se cambian de manera independiente y a continuación se fusionan nuevamente. Aquí pueden aparecer fácilmente inconsistencias, cuya detección y/o eliminación es muy compleja e intensiva desde el punto de vista informático.

45 Los documentos US 2013/179186 A1 y US 2006/047895 A1 proporcionan ejemplos de los sistemas de gestión de base de datos (SGBD) del estado de la técnica.

Problema técnico y soluciones básicas

Con los SGBD conocidos, a menudo solo es posible almacenar y gestionar conjuntos de datos, de tal manera que se pueda restaurar un estado determinado del pasado, lógicamente consistente con un consumo considerable de
50 recursos. La fusión lógicamente consistente de varias instancias de bases de datos actualizadas de manera independiente entre sí, de la misma base de datos, también es muy compleja desde el punto de vista informático. En este contexto, existe la necesidad de proporcionar un SGBD mejorado y un procedimiento correspondiente para el almacenamiento de conjuntos de datos en bases de datos que eviten al menos parcialmente las desventajas mencionadas anteriormente.

Los objetivos en los que se basa la invención se resuelven cada uno de ellos con las características de las reivindicaciones independientes de la patente. Las formas de realización de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes. Las formas de realización enumeradas a continuación se pueden combinar libremente entre sí, siempre que no se excluyan entre sí.

5 En un aspecto, la invención se refiere a un primer sistema de procesamiento de datos con un primer SGBD y un primer reloj en tiempo real. El primer SGBD comprende una primera base de datos con una pluralidad de conjuntos de datos. Cada uno de los conjuntos de datos incluye varios valores de campo, por lo que cada uno de los valores de campo se almacena vinculado con una marca de tiempo. El primer SGBD está configurado para:

- 10 - recibir un primer comando de escritura para cambiar un valor de campo, de uno de los conjuntos de datos de la primera base de datos;
- en respuesta a la recepción del primer comando de escritura:
 - recepción de una hora actual desde el primer reloj en tiempo real; por ejemplo, la hora actual puede ser solicitada desde el primer reloj en tiempo real por el primer SGBD, en respuesta a la recepción del primer comando de escritura desde el primer reloj en tiempo real, o puede ser leída desde el primer reloj en tiempo real;
- 15 - almacenamiento de una copia del conjunto de datos, cuyo valor de campo se debe cambiar, en la primera base de datos, mediante el comando de escritura, por lo que la copia del conjunto de datos presenta un valor de campo cambiado de acuerdo con el primer comando de escritura, en lugar del valor de campo anterior, para lo cual el valor de campo cambiado con una marca de tiempo, que indica la hora actual recibida desde el primer reloj en tiempo real, se almacena vinculado, por lo que uno o más de los otros valores de campo de la copia del conjunto
- 20 de datos se almacenan vinculados cada uno con una marca de tiempo, que indica una hora diferente, o por lo que todos los demás valores de campo de la copia de conjuntos de datos se almacenan vinculados cada uno con una marca de tiempo, que indica la hora determinada desde el primer reloj en tiempo real.

El primer SGBD incluye una interfaz de importación, que está diseñada para la importación de conjuntos de datos adicionales a la primera base de datos. Los conjuntos de datos adicionales constan cada uno de varios valores de campo y marcas de tiempo vinculadas con los valores de campo.

Las características pueden ser ventajosas, ya que las marcas de tiempo se almacenan en relación con el valor de campo y provienen desde un reloj en tiempo real. Por lo tanto, es posible determinar el momento de su creación o almacenamiento de cada uno de los valores de campo individuales, y hacer una declaración clara sobre si un valor de campo determinado es más reciente que el valor de campo correspondiente de otro conjunto de datos. Además, los valores de campo existentes no se cambian, sino que se crea una copia del conjunto de datos existente, y los cambios se realizan en la copia. Las versiones anteriores de un conjunto de datos permanecen en la primera base de datos. Para reconstruir el contenido de la primera base de datos en un momento determinado, no se requiere ningún registro extenso de transacciones, ni su análisis. Más bien, es suficiente evaluar las marcas de tiempo en relación con el valor de campo, para identificar e ignorar todos los conjuntos de datos al procesar consultas de bases de datos, cuya marca de tiempo sea más reciente, que el momento al que se debe "restablecer" la base de datos. Por lo tanto, gracias a las marcas de tiempo en relación con el valor de campo, la primera base de datos ofrece su propio "registro" ("Log"), que permite un restablecimiento lógico (ignorando los valores de campo más recientes y los conjuntos de datos que los contienen) o físico (eliminando los valores de campo más recientes y los conjuntos de datos que los contienen) de la primera base de datos, a un momento determinado.

40 En un aspecto ventajoso adicional, la primera base de datos también puede importar otros conjuntos de datos y fusionarlos de manera lógica y cronológicamente consistente con los conjuntos de datos ya existentes. Dado que las marcas de tiempo son creadas desde un primer reloj en tiempo real, la información del tiempo representada en las marcas de tiempo es "objetiva" e independiente del sistema informático, en el que se instancia el primer SGBD. Si ahora se importan más conjuntos de datos, cuyas marcas de tiempo también se crearon con un reloj en tiempo real,

45 las marcas de tiempo de la totalidad de los conjuntos de datos fusionados y almacenados en la primera base de datos, pueden incluso representar una especie de "registro inherente a la base de datos", que permite la restauración del contenido de una "base de datos global" en cualquier momento, aunque esta base de datos global no existía en ese momento, sino que existían varias instancias de la misma base de datos en diferentes sistemas de procesamiento de datos, que se modificaron de manera independiente y a continuación, en un momento posterior se fusionaron de nuevo. Esta instanciación múltiple, el funcionamiento paralelo y la actualización de instancias de la base de datos y su posterior fusión pueden resultar ventajosas por muchas razones. Por ejemplo, puede reducir la carga informática en un servidor de base de datos central si, por ejemplo, se realizan cambios en varias instancias de bases de datos diferentes en diferentes ordenadores durante el día, y las instancias de bases de datos cambiadas se fusionan en un momento posterior, por ejemplo, por la noche cuando la carga es menor, a través de una interfaz de importación del

55 primer SGBD y se almacenan juntas y consolidadas en la primera base de datos.

En una forma de realización, todas las marcas de tiempo de los conjuntos de datos adicionales importados se crearon con un reloj en tiempo real del sistema de procesamiento de datos, que había almacenado, gestionado y actualizado previamente los conjuntos de datos adicionales.

Según formas de realización, el primer SGBD está configurado además para fusionar los conjuntos de datos adicionales importados y los conjuntos de datos de la primera base de datos. Esto puede suceder, por ejemplo, guardando los conjuntos de datos importados en la primera base de datos. El primer SGBD se puede configurar además para identificar e ignorar todos los conjuntos de datos al procesar consultas de bases de datos, cuya marca de tiempo sea más reciente que el momento al que se debe "restablecer" la base de datos. Este momento del restablecimiento puede, por ejemplo, ser introducido o proporcionado por un usuario a través de una GUI (interfaz gráfica de usuario) o a través de un archivo de configuración. Se puede ignorar, por ejemplo, eliminando conjuntos de datos con una marca de tiempo más reciente. Preferentemente, sin embargo, el ignorar se consigue creando un índice de la base de datos de la primera base de datos, con los conjuntos de datos adicionales, que selectivamente solo contiene tokens de conjuntos de datos, cuya marca de tiempo es más antigua que el momento al que se debe "restablecer" la base de datos. Este índice de la base de datos lo utiliza el primer SGBD al procesar consultas de búsqueda, de modo que los conjuntos de datos más recientes y no indexados se ignoran automáticamente, lo que equivale a un restablecimiento lógico.

En una forma de realización, que se puede implementar en forma de un primer modo de funcionamiento del primer SGBD, se crea una copia de un conjunto de datos existente cambiando un valor de campo en la nueva copia y la marca de tiempo del valor de campo cambiado, indica la hora de este cambio. Todos los valores de campo restantes y sin cambios de la copia del conjunto de datos conservan sus marcas de tiempo, que tenían en el conjunto de datos copiado original.

En una forma de realización diferente, que se puede implementar en forma de un segundo modo de funcionamiento del primer SGBD, se crea una copia de un conjunto de datos existente cambiando un valor de campo en la nueva copia y la marca de tiempo del valor de campo cambiado indica la hora de este cambio. Todos los valores de campo restantes y sin cambios de la copia del conjunto de datos se almacenan vinculados con una marca de tiempo, que también indica la hora de este cambio de este valor de campo.

Según formas de realización, la interfaz de importación está configurada para importar selectivamente solo aquellos conjuntos de datos adicionales, que están libres de conflictos.

Según formas de realización, la interfaz de importación está configurada para identificar aquellos de los conjuntos de datos adicionales que están libres de conflictos (es decir, por ejemplo, conjuntos de datos que no introducen ninguna inconsistencia lógica en la primera base de datos). Los conjuntos de datos adicionales libres de conflictos incluyen:

- conjuntos de datos, que representan un conjunto de datos nuevo y no una copia cambiada de un conjunto de datos existente en la primera base de datos; o
- conjuntos de datos, que representan una copia cambiada de uno de los conjuntos de datos de la primera base de datos, por lo que la copia cambiada incluye exclusivamente valores de campo, cuyas marcas de tiempo son todas del mismo momento o más recientes que un momento de referencia.

El momento de referencia se asigna preferentemente individualmente para valores de campo individuales, de modo que diferentes valores de campo de un mismo conjunto de datos puedan tener diferentes momentos de referencia.

El momento de referencia para un valor de campo determinado puede ser, por ejemplo, la marca de tiempo del valor de campo correspondiente de la copia más reciente del conjunto de datos ya almacenado en la primera base de datos, que contiene el valor de campo determinado. Se realiza una comparación para determinar si todas las marcas de tiempo de un conjunto de datos importado son más recientes o son del mismo momento que las marcas de tiempo de la versión (copia) más reciente del mismo conjunto de datos (por ejemplo, con el mismo ID de conjunto de datos) en la primera base de datos. Si este es el caso, el conjunto de datos importado se considera libre de conflictos.

Según formas de realización, el momento de referencia indica un momento de replicación inversa de un valor de datos, es decir, un momento en el que un valor de datos que estaba contenido originalmente en la primera base de datos, que se almacenó como una copia, en la segunda base de datos y se modificó allí, se almacenó "de vuelta" en una forma modificada en la primera base de datos ("replicado de vuelta"). Esto puede resultar particularmente ventajoso en sistemas de bases de datos distribuidos con una primera base de datos central y varias segundas bases de datos ("bases de datos cliente"), ya que se evitan los conflictos que pueden surgir debido a la modificación asincrónica de copias del mismo valor de datos por parte de dos o más sistemas cliente. Esto se debería aclarar utilizando el siguiente ejemplo:

La primera base de datos podría ser el sistema CRM de una empresa. Las versiones más actuales de todos o algunos de los conjuntos de datos de la primera base de datos se copian primero en dos o más sistemas cliente, cada uno de los cuales tiene su propia segunda base de datos almacenada localmente. Las copias de los valores de datos son almacenadas por los sistemas cliente en la segunda base de datos respectiva, por ejemplo, en un día determinado por la mañana a las 9:00 horas, y se modifican allí de manera independiente entre sí, por ejemplo, una vez a las 10:30 horas y otra vez a las 11:45 horas. Por ejemplo, el personal de campo puede modificar el estado de los proyectos de ventas o el estado de disponibilidad de los productos de demostración, y almacenar la modificación en su segunda base de datos local en forma de valores de datos adicionales. Preferentemente, las modificaciones se realizan

individualmente para valores de campo individuales. Mientras el personal de campo trabaje en diferentes proyectos o elementos de demostración, no habrá conflicto al replicar de manera inversa los conjuntos de datos modificados en la primera base de datos. Sin embargo, si, por ejemplo, los dos empleados de campo se reservan el mismo elemento de demostración para el mismo día y modifican en consecuencia el valor del campo asignado, puede surgir un conflicto, si los dos empleados de campo replican de manera inversa estos valores de campo modificados en la primera base de datos. De acuerdo con formas de realización de la invención, esto se evita porque el primer SGBD, tan pronto como recibe una versión más reciente de un conjunto de datos existente de una de las segundas bases de datos o de uno de los sistemas cliente, almacena este valor de campo como la última versión del valor del campo en la primera base de datos, y el momento cuando se recibe esta nueva versión como el momento de referencia de este nuevo valor de campo, también se almacena en la primera base de datos. Esto es posible sin problemas si el valor de momento de referencia del valor de datos almacenado originalmente en la primera base de datos es más antiguo que el momento de la replicación inversa de la versión modificada de este valor de datos. Por ejemplo, el empleado de campo que modificó el valor de datos a las 11:45 horas, podría replicar de manera inversa la versión modificada en la primera base de datos a las 17:34 horas. El momento de referencia de este valor de datos sería entonces las 17:34 horas.

Si el empleado de campo que modificó una copia local de este valor de datos a las 10:30 horas, o su sistema cliente, también intenta almacenar la versión modificada de este valor de campo en la primera base de datos, la interfaz del primer SGBD impedirá esta acción de replicación inversa, porque la marca de tiempo de este valor de datos modificado (10:30 horas) es más antiguo que el momento de referencia (17:34 horas).

Según formas de realización, la interfaz de importación está por lo tanto configurada para almacenar selectivamente los conjuntos de datos adicionales libres de conflictos identificados en la primera base de datos, y para impedir temporal o permanentemente el almacenamiento de todos los demás conjuntos de datos adicionales potencialmente conflictivos en la primera base de datos.

Según formas de realización, el primer SGBD envía un mensaje de error al segundo SGBD, si en el curso de recepción de un valor de campo modificado ("replicación inversa"), determina que su marca de tiempo es más antigua que su momento de referencia. En respuesta a recibir este mensaje de error, el segundo SGBD o el sistema informático cliente que lo incluye, carga una copia actual de éste y opcionalmente otros valores de campo, los almacena en la segunda base de datos local y realiza las rutinas de resolución de conflictos locales. Por ejemplo, el elemento de demostración en cuestión se puede reservar para otro día cuando aún no esté reservado para colegas, y se puede replicar de manera inversa una nueva versión del valor del campo, que representa ese otro día, en la primera base de datos.

Los conjuntos de datos que representan un nuevo conjunto de datos y no una copia cambiada de un conjunto de datos que existe en la primera base de datos pueden ser, por ejemplo, conjuntos de datos que se crearon recientemente en la segunda base de datos, es decir, que no representan copias cambiadas de los conjuntos de datos existentes en la primera base de datos.

Según formas de realización, los conjuntos de datos adicionales libres de conflictos se identifican mediante operaciones de base de datos, proporcionadas por el primer SGBD. Esto puede, por ejemplo, comparar las marcas de tiempo y/o los ID de los conjuntos de datos adicionales de una manera muy eficiente con las marcas de tiempo y/o los ID de los conjuntos de datos ya almacenados en la primera base de datos, para determinar si un conjunto de datos determinado es una versión más reciente de un conjunto de datos más antiguo existente o uno que representa otro conjunto de datos.

Esto puede resultar ventajoso porque se proporciona una identificación muy rápida y fiable de los conjuntos de datos, que pueden introducir inconsistencias en la primera base de datos: por ejemplo, los ID de conjuntos de datos indican, que un determinado conjunto de datos adicional es un nuevo conjunto de datos, es decir, no una copia de uno que ya está en el conjunto de datos existente en la primera base de datos, no puede haber ningún conflicto lógico o ninguna inconsistencia con los conjuntos de datos existentes en la primera base de datos y una importación es posible sin ningún problema. Incluso si las marcas de tiempo de un valor de datos adicional son del mismo momento o son más recientes que un conjunto de datos con el mismo ID existente en la primera base de datos, una importación se puede considerar libre de conflictos, según formas de realización, por ejemplo, porque en un escenario de aplicación se pretende que la importación incluya todas las copias de conjuntos de datos creadas y modificadas en un sistema cliente, y las copias modificadas creadas mientras tanto en la primera base de datos, se pueden filtrar fácilmente si es necesario, dirigiendo siempre las consultas de búsqueda a la versión más actual de las copias de conjuntos de datos.

En algunas formas de realización, un conjunto de datos adicional a importar se identifica como conflictivo si al menos una de sus marcas de tiempo es más antiguo que la marca de tiempo correspondiente de una copia del mismo conjunto de datos que ya existe en la primera base de datos.

Según formas de realización preferentes, se conservan permanentemente conjuntos de datos adicionales, cuyos valores de campo y marcas de tiempo son todos idénticos a los valores de campo y marcas de tiempo de un conjunto de datos que ya existe en la primera base de datos, es decir, no se importan a la primera base de datos.

Según formas de realización, la prohibición temporal o permanente de almacenamiento comprende proporcionar los conjuntos de datos adicionales restantes a un programa de aplicación, que tiene acceso a la primera base de datos y está configurado para resolver conflictos entre los conjuntos de datos adicionales restantes y los conjuntos de datos ya almacenados en la primera base de datos, modificando o filtrando los conjuntos de datos adicionales restantes. Los conjuntos de datos restantes modificados y/o filtrados se almacenan a continuación en la primera base de datos. Por ejemplo, los conjuntos de datos importados se pueden almacenar primero en una tabla temporal, a la que el programa de aplicación puede acceder para modificar los conjuntos de datos conflictivos adicionales, para que se puedan importar sin conflictos. Si esto no es posible para algunos o todos los conjuntos de datos adicionales, el programa de aplicación elimina estos conjuntos de datos adicionales restantes sin almacenar estos en la primera base de datos.

El uso de un programa de aplicación para modificar o eliminar selectivamente conjuntos de datos conflictivos identificados por un SGBD (muy eficiente por medio de marcas de tiempo y/o ID), puede ser ventajoso porque los programas de aplicación pueden implementar una lógica muy compleja para resolver conflictos lógicos, que normalmente no se pueden representar bien con el conjunto limitado de operaciones de las bases de datos. La desventaja del menor rendimiento del procesamiento de datos en un programa de aplicación en comparación con el procesamiento basado en bases de datos, se compensa mediante la preselección de los conjuntos de datos conflictivos por medio de rutinas de bases de datos del primer SGBD.

Según formas de realización, el primer SGBD está configurado de tal manera que mientras la copia del conjunto de datos se almacena en la primera base de datos, permite una creación y un almacenamiento en paralelo de copias adicionales del conjunto de datos copiado, por ejemplo, en respuesta a un comando de escritura para cambiar este conjunto de datos, que luego no se cambia, sino que se copia y se almacena como copia modificada. Adicional o alternativamente, el primer SGBD tampoco comprueba la consistencia lógica del valor de campo cambiado con el contenido de los conjuntos de datos ya existentes en la primera base de datos, para el almacenamiento de la copia del conjunto de datos en la primera base de datos. Por lo tanto, no existen bloqueos ("Locks") transaccionales que bloqueen la creación paralela de copias de conjuntos de datos en respuesta a comandos entrantes de escritura y actualización. Esto puede resultar ventajoso porque el procesamiento de conjuntos de datos es más rápido y ahorra más recursos, si varios comandos para cambiar el mismo conjunto de datos no se tienen que esperar entre sí, sino que pueden funcionar en paralelo. Esto es posible porque los dos procesos no cambian un conjunto de datos existente, sino que crean dos copias del mismo conjunto de datos. Estos se diferencian al menos ligeramente entre sí en cuanto a sus marcas de tiempo, porque los relojes utilizados para crear las marcas de tiempo de los conjuntos de datos en la primera base de datos, y los conjuntos de datos importados tienen preferentemente una resolución temporal muy alta. Preferentemente la resolución es de al menos 1 milisegundo.

Según formas de realización, el primer SGBD realiza la escritura de la copia de la base de datos en la primera base de datos, sin incorporar el acceso de escritura en una transacción de base de datos, que garantiza la preservación de la consistencia de los datos de la copia del conjunto de datos escritos, con los conjuntos de datos existentes.

Esto puede resultar ventajoso porque el procesamiento de conjuntos de datos es más rápido y ahorra más recursos. Se puede omitir un contexto transaccional, porque las marcas de tiempo proporcionan, en cualquier momento, una información clara sobre el estado de la primera base de datos y porque los conjuntos de datos de la primera base de datos no se eliminan, sino que se duplican y almacenan como una copia modificada en la primera base de datos adicionalmente del conjunto de datos original.

Según formas de realización, el primer SGBD está configurado para crear periódica y automáticamente un índice de la base de datos. La creación del índice de la base de datos comprende los siguientes pasos:

- tokenización de los valores de campo de los conjuntos de datos almacenados en la primera base de datos;
- almacenar tokens creados por la tokenización en un índice de la base de datos con capacidad de búsqueda;
- almacenar un momento determinado desde el primer reloj en tiempo real en el momento de la creación del índice, en relación con el índice de la base de datos creada;

Por ejemplo, el índice se puede crear automáticamente de manera regular, por ejemplo, cada hora o una vez al día.

El primer SGBD está configurado para recibir un primer comando de lectura para leer conjuntos de datos almacenados en la primera base de datos y, en respuesta a recibir el comando de lectura, para buscar en el índice de la base de datos, conjuntos de datos que contengan un valor de búsqueda especificado en el comando de lectura. El momento en el que se crea el índice determina qué conjuntos de datos se encuentran en el índice y se devuelven.

Según formas de realización, las marcas de tiempo también están indexadas y permiten la devolución selectiva solo de conjuntos de datos que ya estaban presentes en la primera base de datos, en un momento determinado especificado en la consulta de búsqueda, o que estaban presentes en otra base de datos en este momento y luego posteriormente, se importaron libres de conflictos en la primera base de datos.

De acuerdo con la invención, el primer SGBD está configurado de tal manera que no protocola la ejecución de comandos de escritura o solo los protocola en una medida tan reducida, que una reconstrucción del contenido de la primera base de datos en un momento determinado en basa de los datos de registro del primer SGBD, no es posible. Esto puede resultar ventajoso ya que el registro consume menos espacio de almacenamiento. Una reconstrucción del contenido de la primera base de datos en un momento determinado, se realiza según formas de realización, en las que el primer SGBD, en respuesta a los comandos de cambio en relación a los conjuntos de datos individuales en la primera base de datos, no cambia estos conjuntos de datos, sino que almacena en la primera base de datos, copias cambiadas de estos conjuntos de datos y en las que las consultas de la base de datos se seleccionan de tal manera que, solo se tienen en cuenta selectivamente los conjuntos de datos de la primera base de datos, cuya marca de tiempo indica, que los conjuntos de datos ya estaban presentes en la primera base de datos, antes de un momento determinado.

De acuerdo con la invención, el primer SGBD está configurado para recibir un comando de reinicio en relación con la primera base de datos. El comando de reinicio especifica un momento en el pasado, al que se debe restablecer el contenido de la primera base de datos. El primer SGBD, o un programa de aplicación conectado operativamente a él, crea un nuevo índice de la base de datos en respuesta a recibir el comando de reinicio. La creación comprende:

- identificación de todos los conjuntos de datos en la primera base de datos, cuyas marcas de tiempo asociadas al valor del campo son todas más antiguas que el momento específico en el comando de reinicio;
- tokenización de los valores de campo de manera selectiva solo de los conjuntos de datos identificados;
- almacenar tokens creados mediante la tokenización de los conjuntos de datos identificados en un índice de la base de datos con capacidad de búsqueda;
- utilizar el índice de la base de datos con capacidad de búsqueda, en lugar de un índice de la base de datos usado anteriormente de la primera base de datos al procesar comandos de lectura.

En un aspecto adicional, la invención se refiere a un sistema informático distribuido, que incluye el primer sistema de procesamiento de datos según una de las formas de realización anteriores en forma de un primer sistema informático. El sistema informático distribuido incluye además un segundo sistema de procesamiento de datos en forma de un segundo sistema informático. El segundo sistema de procesamiento de datos comprende un segundo SGBD y un segundo reloj en tiempo real. El segundo SGBD comprende una segunda base de datos con una pluralidad de conjuntos de datos, por lo que estos conjuntos de datos contienen cada uno varios valores de campo, que se almacenan vinculados con una marca de tiempo. Por ejemplo, el contenido de la segunda base de datos puede incluir una copia completa o parcial de los conjuntos de datos de la primera base de datos en un momento determinado.

El segundo SGBD está configurado para recibir un segundo comando de escritura para cambiar un valor de campo de uno de los conjuntos de datos de la segunda base de datos. En respuesta a recibir el segundo comando de escritura, el segundo SGBD está configurado para realizar los siguientes pasos:

- recibir una hora actual desde el segundo reloj en tiempo real; por ejemplo, la hora actual puede ser solicitada desde el segundo reloj en tiempo real por el segundo SGBD en respuesta a la recepción del segundo comando de escritura desde el segundo reloj en tiempo real, o puede ser leída desde el segundo reloj en tiempo real; y
- almacenar en la segunda base de datos una copia del conjunto de datos cuyo valor de campo se debe cambiar mediante el segundo comando de escritura, por lo que la copia del conjunto de datos presenta un valor de campo cambiado de acuerdo con el segundo comando de escritura en lugar del valor de campo anterior, por lo que el valor de campo cambiado con una marca de tiempo, que indica la hora actual recibida desde el segundo reloj en tiempo real se almacena vinculado, por lo que uno o más de los otros valores de campo de esta copia del conjunto de datos se almacenan vinculados cada uno con una marca de tiempo, que indica una hora diferente (que la hora determinada actualmente desde el segundo reloj en tiempo real), o por lo que todos los demás valores de campo de la copia del conjunto de datos se almacenan vinculados con una marca de tiempo, que indican la hora determinada desde el segundo reloj en tiempo real;

El segundo SGBD incluye una interfaz de exportación para exportar conjuntos de datos de la segunda base de datos, cuyas marcas de tiempo incluidas, para que los conjuntos de datos exportados estén disponibles como los conjuntos de datos adicionales de la interfaz de importación del primer SGBD.

Esto puede ser ventajoso, porque los conjuntos de datos gestionados por el segundo SGBD también incluyen marcas de tiempo de un reloj en tiempo real y, por lo tanto, se pueden fusionar de manera consistente con los conjuntos de datos del primer SGBD a través de las interfaces de importación/exportación del primer y segundo SGBD.

Preferentemente, el segundo SGBD está configurado de la misma manera o de manera análoga como las formas de realización del primer SGBD, es decir, no cambia ningún conjunto de datos, sino que almacena copias cambiadas de un conjunto de datos que se va a cambiar en la segunda base de datos con marcas de tiempo en tiempo real, correspondientemente actualizados, que indican la hora del cambio.

Por lo tanto, el contenido de una base de datos se puede distribuir en copia a varios sistemas informáticos en el mismo momento t0 y modificarse allí independientemente del sistema fuente. La fusión posterior se puede realizar de manera muy eficiente e incluso permitir una reconstrucción de un estado de una "base de datos global virtual" en un momento determinado y deseado, aunque en realidad en ese momento los cambios existentes en la "base de datos global virtual" estaban almacenados distribuidos en la primera, en la segunda y posiblemente en otras bases de datos.

Según formas de realización, el primer y segundo SGBD están configurados para crear nuevos conjuntos de datos o copias cambiadas de conjuntos de datos existentes en la primera base de datos y en la segunda base de datos respectivamente, de manera independiente entre sí.

Según formas de realización, el primer sistema de procesamiento de datos es un servidor de base de datos y el segundo sistema de procesamiento de datos es un sistema informático portátil, por ejemplo, un notebook, un teléfono inteligente o un ordenador tablet. El contenido de la segunda base de datos se inicializa o se inicializará como una copia completa o parcial de los conjuntos de datos de la primera base de datos.

Esta forma de realización puede resultar ventajosa en muchos escenarios de aplicación. Por ejemplo, el primer SGBD puede ser una base de datos central de una empresa, que incluye datos de clientes y productos de esa empresa. La empresa puede tener un gran número de empleados de campo que, por ejemplo, la mañana antes de empezar a trabajar, cargan en su ordenador de trabajo, una copia actual del contenido de la base de datos central o partes de esta base de datos central, por ejemplo, en un notebook. A continuación, los empleados de campo pueden realizar cambios en su copia local (parcial) de la base de datos ("segunda base de datos"), durante su encuentro con el cliente. Cuando el empleado regresa de la visita a un cliente y hay una conexión rápida de internet disponible en la oficina o en casa, los cambios en la base de datos local se pueden transferir nuevamente a la base de datos central ("primera base de datos") utilizando el mecanismo descriptivo de exportación-importación a través de la red, por lo que preferentemente los conjuntos de datos conflictivos se identifican y, si es posible, se modifican o se filtran, para resolver los conflictos.

Según formas de realización, el segundo SGBD está conectado con el primer sistema de procesamiento de datos a través de una conexión de red, a través de la cual se realiza una replicación de conjuntos de datos de la primera a la segunda base de datos y/o de la segunda a la primera base de datos. La conexión de red es una conexión que se interrumpe repetidamente, por ejemplo, una conexión de internet, que no está disponible temporalmente, porque el segundo sistema informático se encuentra, por ejemplo, en un edificio blindado. El primer SGBD y el segundo SGBD están configurados de tal manera que en la primera base de datos y en la segunda base de datos se pueden crear nuevos conjuntos de datos o copias cambiadas de conjuntos de datos existentes de manera independiente entre sí incluso durante la interrupción.

Según formas de realización, el segundo SGBD está configurado para determinar automáticamente si existe una conexión de red con el primer SGBD. Si existe la conexión de red, el segundo SGBD exporta conjuntos de datos de la segunda base de datos, cuyas marcas de tiempo incluidas, a través de la interfaz de exportación, y los transfiere al primer SGBD a través de la red. La comprobación de la conexión de red y la exportación también se puede realizar mediante un programa de aplicación o un plug-in (complemento), que esté conectado operativamente con el segundo SGBD y, por lo tanto, se entienda como un componente funcional del segundo SGBD. El primer SGBD importa los conjuntos de datos exportados a través de su interfaz de importación.

Según formas de realización, el sistema incluye uno o más segundos sistemas de procesamiento de datos adicionales, cada uno de los cuales presenta las características especificadas para el segundo sistema de procesamiento de datos en las formas de realización descritas en el presente documento.

En un aspecto adicional, la invención se refiere a un sistema electrónico para verificar la confiabilidad de un protocolo de interacción de un primer y un segundo componente. El sistema electrónico comprende:

- el primer componente electrónico,
- el segundo componente electrónico,
- una unidad de control para emitir simultáneamente un comando de activación de acción al primer y segundo componentes electrónicos,
- el primer sistema de procesamiento de datos según una de las formas de realización descritas aquí, por lo que al menos algunos de los objetos de datos de la primera base de datos protocolan acciones del primer componente que incluye la acción especificada en el comando de activación de acción, por lo que la marca de tiempo de los valores de campo en la primera base de datos indica la hora de ejecución de una acción por el primer componente.
- un segundo SGBD con una segunda base de datos con una pluralidad de conjuntos de datos, por lo que estos conjuntos de datos incluyen cada uno varios valores de campo, por lo que cada uno de los valores de campo están almacenado vinculados con una marca de tiempo, por lo que al menos algunos de los objetos de datos de la segunda base de datos protocolan acciones del segundo componente, incluida la acción especificada por el

comando de activación de acción, por lo que la marca de tiempo de los valores de campo en la segunda base de datos es proporcionada desde un segundo reloj en tiempo real e indica la hora de ejecución de una acción por el segundo componente, por lo que el segundo SGBD incluye una interfaz de exportación para exportar conjuntos de datos de la segunda base de datos, cuyas marcas de tiempo incluidas, para fusionar los conjuntos de datos exportados con los conjuntos de datos de la primera base de datos, a través de la interfaz de importación del primer SGBD, para proporcionar un protocolo de interacción común del primer y segundo componentes electrónicos;

- un programa de aplicación que está configurado para comparar la marca de tiempo de la ejecución de la acción especificada en el comando de activación de acción por el primer componente con la marca de tiempo de la ejecución de la acción especificada en el comando de activación de acción por el segundo componente, y si se excede un intervalo de tiempo máximo, entre las marcas de tiempo comparadas, emitir una advertencia de que el protocolo de interacción común no es confiable.

En un aspecto adicional, la invención se refiere a un procedimiento implementado por ordenador para almacenar conjuntos de datos. El procedimiento comprende:

- proporcionar un primer sistema de procesamiento de datos con un primer SGBD y un primer reloj en tiempo real, por lo que el primer SGBD comprende una primera base de datos con una pluralidad de conjuntos de datos, por lo que cada uno de los conjuntos de datos incluye varios valores de campo, por lo que cada uno de los valores de campo es almacenado vinculado con una marca de tiempo;
- recibir un primer comando de escritura por parte del primer SGBD, por lo que el primer comando de escritura se refiere al cambio de un valor de campo de uno de los conjuntos de datos de la primera base de datos;
- en respuesta a recibir el primer comando de escritura:
 - recibir una hora actual desde el primer reloj en tiempo real; por ejemplo, la hora actual puede ser solicitada desde el primer reloj en tiempo real por el primer SGBD en respuesta a la recepción del primer comando de escritura desde el primer reloj en tiempo real o puede ser leída desde el primer reloj en tiempo real;
 - almacenar en la primera base de datos una copia del conjunto de datos, cuyo valor de campo se debe cambiar mediante el comando de escritura, por lo que la copia del conjunto de datos presenta un valor de campo cambiado de acuerdo con el primer comando de escritura en lugar del valor de campo anterior, por lo que el valor de campo cambiado con una marca de tiempo, que indica la hora actual recibida desde el primer reloj en tiempo real, se almacena vinculado, por lo que uno o más de los otros valores de campo de la copia del conjunto de datos, cada uno almacenado vinculado con una marca de tiempo, que indica una hora diferente (que la hora determinada actualmente desde el primer reloj en tiempo real), o por lo que todos los demás valores de campo de la copia del conjunto de datos se almacenan vinculados con una marca de tiempo, que indica la hora determinada desde el primer reloj en tiempo real;
- importación de conjuntos de datos adicionales a la primera base de datos a través de una interfaz de importación a través del primer SGBD, por lo que cada uno de los conjuntos de datos consta de varios valores de campo y marcas de tiempo vinculadas con los valores de campo.

Según formas de realización, el procedimiento comprende, además:

- identificación de aquellos conjuntos de datos adicionales, que están libres de conflictos a través de la interfaz de importación, por lo que los conjuntos de datos adicionales libres de conflictos incluyen:
 - conjuntos de datos que representan un conjunto de datos nuevo y no una copia cambiada de un conjunto de datos existente en la primera base de datos; o
 - conjuntos de datos que representan una copia cambiada de uno de los conjuntos de datos en la primera base de datos, por lo que la copia cambiada contiene solo valores de campo cuyas marcas de tiempo son del mismo momento o más recientes que un momento de referencia;
- almacenar de manera selectiva los conjuntos de datos adicionales libres de conflictos, identificados en la primera base de datos,
- impedir temporal o permanentemente el almacenamiento de todos los conjuntos de datos adicionales restantes, en la primera base de datos.

Según formas de realización, el procedimiento comprende, además:

- 5 - proporcionar un segundo sistema de procesamiento de datos con un segundo SGBD y un segundo reloj en tiempo real, por lo que el segundo SGBD comprende una segunda base de datos con una pluralidad de conjuntos de datos, por lo que cada uno de los conjuntos de datos incluye varios valores de campo, por lo que cada uno de los valores de campo se almacena vinculado con una marca de tiempo;
 - recibir un segundo comando de escritura por parte del segundo SGBD, por lo que el segundo comando de escritura se refiere al cambio de un valor de campo de uno de los conjuntos de datos de la segunda base de datos;
 - en respuesta a la recepción del segundo comando de escritura:
 - 10 ▪ recibir una hora actual desde el segundo reloj en tiempo real; por ejemplo, la hora actual puede ser solicitada desde el segundo reloj en tiempo real por el segundo SGBD, en respuesta a la recepción del segundo comando de escritura desde el segundo reloj en tiempo real, o puede ser leída desde el segundo reloj en tiempo real;
 - 15 ▪ almacenar en la segunda base de datos una copia del conjunto de datos, cuyo valor de campo se debe cambiar mediante el comando de escritura, por lo que la copia del conjunto de datos presenta un valor de campo cambiado de acuerdo con el segundo comando de escritura en lugar del valor de campo anterior, por lo que el valor de campo cambiado con una marca de tiempo, que indica la hora actual recibida desde el segundo reloj en tiempo real, se almacena vinculado, por lo que uno o varios de los otros valores de campo de esta copia del conjunto de datos, cada uno almacenado vinculado con una marca de tiempo, que indica una hora diferente (que la hora determinada actualmente desde el segundo reloj en tiempo real), o por lo que todos los demás valores de campo de la copia del conjunto de datos se almacenan vinculados con una marca de tiempo, que indica la hora determinada desde el segundo reloj en tiempo real;
 - 20 - exportar conjuntos de datos de la segunda base de datos, cuyas marcas de tiempo incluidas, a través de una interfaz de exportación del segundo SGBD;
 - 25 - transferir los conjuntos de datos exportados como los conjuntos de datos adicionales a través de una red a la interfaz de importación del primer SGBD.
- En un aspecto adicional, la invención se refiere a un procedimiento, con el que se puede realizar la validez de un protocolo de interacción de dos componentes electrónicos. El procedimiento comprende proporcionar un primer y un segundo sistema de procesamiento de datos, como ya se describió para las formas de realización. El procedimiento comprende:
- 30 - proporcionar un primer y un segundo componente electrónico,
 - en el que al menos algunos de los objetos de datos de la primera base de datos protocolan acciones del primer componente, en el que la marca de tiempo de los valores de campo en la primera base de datos, indica la hora de ejecución de una acción por parte del primer componente, que fue determinada desde el primer reloj en tiempo real,
 - 35 - en el que al menos algunos de los objetos de datos de la segunda base de datos protocolan acciones del segundo componente, en el que la marca de tiempo de los valores de campo en la segunda base de datos, indica la hora de ejecución de una acción por parte del segundo componente, que fue determinada desde el primer reloj en tiempo real u otro reloj adicional en tiempo real,
 - 40 - emisión simultánea de un comando de activación de acción al primer y segundo componentes electrónicos por parte de una unidad de control,
 - 45 ▪ en respuesta a la recepción del comando de activación de acción, almacenar un objeto de datos que indica la acción especificada en el comando de activación de acción en la primera base de datos, por parte del primer componente electrónico, por lo que la marca de tiempo de los valores de campo de este objeto de datos indica la hora de ejecución de esta acción por parte del segundo componente,
 - 45 ▪ en respuesta a la recepción del comando de activación de acción, almacenar un objeto de datos que indica la acción especificada en el comando de activación de acción en la segunda base de datos por parte del segundo componente electrónico, por lo que la marca de tiempo de los valores de campo de este objeto de datos indica la hora de ejecución de esta acción por parte del segundo componente,
 - 50 - importar conjuntos de datos de la segunda base de datos, cuyas marcas de tiempo incluidas, a través de la interfaz de importación del primer SGBD para fusionarlos con los conjuntos de datos de la primera base de datos, para proporcionar un protocolo de interacción común del primer y segundo componentes electrónicos;

- comparar mediante un programa de aplicación, la marca de tiempo de la ejecución de la acción especificada en el comando de activación de acción por parte del primer componente, con la marca de tiempo de la ejecución de la acción especificada en el comando de activación de acción por parte del segundo componente, y emitir una advertencia, si se excede el intervalo de tiempo máximo entre las marcas de tiempo comparadas, cuando la advertencia indica que el protocolo de interacción común no es confiable.

Según formas de realización, el segundo SGBD está configurado para permitir la creación y el almacenamiento en paralelo de copias adicionales del conjunto de datos copiado, mientras la copia del conjunto de datos se almacena en la segunda base de datos. Adicional o alternativamente, está diseñado para omitir la verificación de la consistencia lógica del valor del campo cambiado con el contenido de los conjuntos de datos ya existentes en la segunda base de datos, para el almacenamiento de la copia del conjunto de datos en la segunda base de datos.

Según formas de realización, el primer SGBD está configurado de tal manera que el nivel de aislamiento de "lectura no comprometida" ("Read Uncommitted"), se aplique a la primera base de datos. Adicional o alternativamente, el segundo SGBD está configurado de tal manera que el nivel de aislamiento de "lectura no comprometida" se aplique a la segunda base de datos.

El nivel de aislamiento de "lectura no comprometida" permite al SGBD ignorar cualquier bloqueo al procesar operaciones de lectura o no establecer ningún bloqueo ("Locks" – bloqueo), durante un proceso de escritura. En un modo de aislamiento de este tipo, pueden ocurrir anomalías de actualización perdida ("Lost Update"), lectura sucia ("Dirty Read"), lectura no repetible ("Non-Repeatable Read") y problema fantasma ("Phantom Problem") en un SGBS tradicional. Según formas de realización de la invención, estas inconsistencias se pueden evitar ejecutando consecuentemente consultas de lectura solo en los conjuntos de datos con la marca de tiempo más reciente o en los conjuntos de datos más recientes, que ya han sido indexados.

Según formas de realización, el primer y/o segundo SGBD es un SGBD NoSQL.

Aspectos de la invención se pueden describir como un procedimiento o un sistema de procesamiento de datos, en el que una descripción del procedimiento implica una configuración correspondiente de los componentes del sistema de procesamiento de datos y viceversa.

En lo sucesivo se entiende por "sistema de gestión de bases de datos" o "SGBD" un sistema electrónico de almacenamiento y recuperación de datos. Preferentemente, los datos se almacenan de manera coherente y permanente en el SGBD y se ponen a disposición de varios programas de aplicación y usuarios de manera eficiente en una forma que satisfaga sus necesidades. Un SGBD normalmente puede incluir una o más bases de datos y administrar los conjuntos de datos que contienen. El SGBD es preferentemente un SGBD orientado a campos, es decir, un SGBD que está configurado para almacenar partes de conjuntos de datos individuales, los llamados "valores de campo", en varios campos diferentes.

En lo sucesivo, se entiende por "conjunto de datos" una cantidad de datos relacionados en su contenido y gestionados conjuntamente por un sistema de gestión de bases de datos. Un conjunto de datos normalmente representa la unidad estructural más pequeña de la base de datos en una base de datos particular. Por ejemplo, un solo conjunto de datos puede representar un objeto físico específico, por ejemplo, una persona física. La persona puede ser, por ejemplo, un empleado, un paciente, un cliente, etc. El conjunto de datos correspondiente puede incluir una cantidad predefinida de valores de atributos de esa persona (por ejemplo, nombre o seudónimo, edad, altura, peso, fecha de nacimiento, números de identificación, certificados de seguridad, códigos de autenticación, datos biométricos y otros).

Por ejemplo, un conjunto de datos puede representar un grupo de campos de datos relacionados en su contenido (perteneciente a un objeto), por ejemplo, número de artículo, tamaño del artículo, color del artículo, nombre del artículo o similar. Los campos también pueden almacenar valores de campo compuestos complejos, por ejemplo, un texto con imágenes que representa una descripción de producto. Los tipos de campo 'Nombre', 'Dirección' y 'Fecha de nacimiento' podrían formar, por ejemplo, la estructura lógica de un conjunto de datos para el tipo de objeto "Persona". Los conjuntos de datos corresponden a una estructura lógica, que se determinó durante el desarrollo de la base de datos y, en algunas formas de realización, también se pueden cambiar en el tiempo de ejecución de la base de datos, por ejemplo, agregando, eliminando o cambiando el nombre de campos. En el procesamiento de datos, los datos se fusionan en conjuntos de datos y se almacenan en bases de datos; son objeto de procesamiento por programas informáticos y son creados, leídos, modificados y eliminados por ellos.

Aunque en realidad los datos siempre aparecen como una serie de varios elementos de datos, no todas las manifestaciones de datos pretenden representar un "conjunto de datos", sino más bien agrupaciones de datos que pertenecen a un objeto específico y están organizados en campos, que son administrados conjuntamente por un SGBD, en el que el SGBD está diseñado para crear, eliminar y/o cambiar el nombre de los campos de datos por medio de comandos predefinidos y, si es necesario, también integrarlos en la gestión de derechos de acceso del SGBD. Por ejemplo, textos continuos, flujos de datos de impresora o vídeo, contenidos de archivos ejecutables, datos de fotografías o datos de software de gráficos, entre otros, no se consideran conjuntos de datos en este sentido. Sin embargo, estos datos se pueden almacenar en un campo de un conjunto de datos.

En lo sucesivo, se entiende por "campo" una zona en un soporte de datos lógico o físico gestionado por un SGBD, que está asignado a un tipo de campo predefinido y que está creado y destinado a almacenar un valor de campo de un conjunto de datos. Es decir, un "campo" es un elemento para almacenar un valor de campo de un conjunto de datos según la definición anterior. Los campos de un conjunto de datos se gestionan conjuntamente por un SGBS. El SGBS puede crear, eliminar o cambiar el nombre del campo por medio de comandos predefinidos y, si es necesario, también incluirlo en la gestión de derechos de acceso del SGBD.

Un "tipo de campo" es una categoría o un tipo al que pertenece un campo determinado, según formas de realización. Por ejemplo, un tipo de campo puede representar un atributo determinado de un objeto físico. Por ejemplo, un SGBD para almacenar conjuntos de datos que contienen atributos de empleados puede utilizar tipos de campos como "Nombre", "Seudónimo", "Número de identificación"; "Certificado de acceso a la Sala R", "Certificado de acceso al Dispositivo G", "Certificado de acceso al Edificio GB", "Edad". Cada campo se asigna, en este caso, exactamente a un tipo de campo. Preferentemente, cada conjunto de datos puede contener como máximo solo un campo para cada tipo de campo predefinido en el SGBD.

Un "valor de campo" es un valor de datos, que forma parte de un conjunto de datos y está destinado a almacenarse en un campo de un tipo de campo determinado. Por ejemplo, un valor de campo del conjunto de datos para un empleado determinado "Juan Pérez" puede tener un primer valor de campo "Juan Pérez" para el tipo de campo "Nombre", un valor de campo adicional "13425298833" para el tipo de campo "Número de identificación", un valor de campo adicional "237971113" para el tipo de campo "Certificado de acceso a la Sala R". Un valor de campo puede consistir en una sola palabra, un solo número o una combinación de varias palabras y/o números y/u otros formatos de datos, por lo que diferentes formas de realización de la invención comprenden diferentes grados de flexibilidad con respecto al tipo y a la combinabilidad de tipos de datos dentro del mismo valor de campo.

En el caso de una base de datos clásica basada en SQL, un tipo de campo correspondería a una columna de una tabla, por ejemplo, una columna para "Edad" en una "tabla de empleados". Cada fila de la tabla de empleados correspondería a un conjunto de datos que contiene valores de atributos de un empleado determinado. Cada "celda" de esta fila corresponde a un campo, y se utiliza para almacenar un valor de campo (es decir, un valor de atributo simple o compuesto del empleado). Un campo corresponde a la zona de memoria, en la que se almacena un determinado valor de datos/valor de campo de un conjunto de datos.

En lo sucesivo, se entiende por "base de datos" una cantidad (normalmente grande) de datos, que se gestiona en un sistema informático por un SGBD según determinados criterios. En este caso, los datos están organizados en una pluralidad de conjuntos de datos.

Un SGBD "NoSQL" ("no solo SQL") es un SGBD que sigue un enfoque no relacional para el almacenamiento de datos y no requiere esquemas de tablas fijas. A los SGBD NoSQL pertenecen en particular SGBD orientados a documentos como Apache Jackrabbit, BaseX, CouchDB, IBM Notes, MongoDB, bases de datos de gráficos como Neo4j, OrientDB, InfoGrid, HyperGraphDB, Core Data, DEX, AllegroGraph y 4store, SGBD ACID distribuidos como MySQL Cluster, bases de datos clave-valor como Chordless, Google BigTable, GT.M, InterSystems Caché, Membase, Redis, memorias de clave-valor ordenados, bases de datos multivalor, bases de datos de objetos como Db4o, ZODB, bases de datos orientadas a columnas y bases de datos temporales como Cortex DB.

Una "transacción" o "transacción de base de datos" es una secuencia de operaciones relacionadas (instrucciones SQL en SGBD relacionales basados en SQL) en la base de datos (operaciones de lectura y escritura, DML) a las que se deben aplicar ciertas propiedades. Una transacción hace que la base de datos pase de un estado consistente a otro estado consistente. Una base de datos es consistente si satisface un conjunto de condiciones lógicas predeterminadas, llamadas condiciones de integridad. Estas propiedades o condiciones de integridad pueden incluir en particular uno o más de los cuatro criterios ACID: 1. Atomicidad ("atomicity"): ejecución total o nula. 2. Consistencia ("consistency"): una transacción pasa de un estado consistente a otro estado consistente. 3. Aislamiento ("isolation"): los resultados parciales permanecen invisibles para todos los demás hasta el final de una transacción. 4. Durabilidad ("durability"): se conservan los resultados de una transacción realizada con éxito.

Un "reloj en tiempo real" ("RTC real-time clock") o reloj físico es un reloj, que mide el tiempo físico. En particular, el término "reloj en tiempo real" puede significar un reloj (de hardware), que actualiza la hora (como en prácticamente todos los PC modernos) incluso cuando el dispositivo está apagado.

Un "tiempo real" puede comprender, por ejemplo, la especificación de días, horas, segundos y milisegundos. El tiempo real se puede implementar como tiempo del sistema medido por un reloj del sistema, que está calibrado con un estándar de tiempo uniforme en todos los sistemas informáticos. Por ejemplo, un reloj del sistema se puede implementar como un temporizador programable de intervalos, que interrumpe periódicamente la CPU, y a continuación inicia la ejecución de una rutina de servicio de interrupción del temporizador. Esta rutina normalmente agrega un paso ("tick") al tiempo del reloj del sistema (un contador simple), y maneja otras tareas periódicas del sistema de procesamiento de datos. La CPU continúa entonces con la tarea que estaba procesando antes de la interrupción. Por ejemplo, los sistemas compatibles con Unix y POSIX codifican el tiempo del sistema ("tiempo Unix") como los segundos transcurridos desde el comienzo de la época Unix, el 1 de enero de 1970 a las 00:00:00 UT, con excepciones para los tiempos de conmutación. Los sistemas que implementan las versiones de 32 bit y 64 bit de la API de Windows,

como Windows 9x y Windows NT, proporcionan el tiempo del sistema como SYSTEMTIME, representado como un valor de año / mes / día / hora / minuto / segundo / milisegundo, y FILETIME, representado como un recuento del número de ticks de 100 nanosegundos desde el 1 de enero de 1601 00:00:00 UT. El tiempo del sistema se puede convertir el tiempo de calendario, que es más adecuada para la comprensión humana. Por ejemplo, el tiempo del tiempo del sistema Unix 1000000000 segundos desde el comienzo de la época, se traduce al tiempo de calendario 9 de septiembre de 2001 01:46:40 UT.

Un "sistema de procesamiento de datos" es una unidad funcional para el procesamiento de datos, por lo que se entiende por procesamiento la ejecución de operaciones matemáticas, de transformación, de transmisión o de almacenamiento de datos. Un sistema de procesamiento de datos puede estar diseñado, por ejemplo, como un ordenador, un computador, un sistema informático o un componente electrónico con uno o más procesadores. Los componentes electrónicos pueden ser en particular componentes de edificios, vehículos u otros dispositivos o máquinas electrónicos, que disponen de su propio procesador. Preferentemente, un componente electrónico tiene un reloj en tiempo real o está acoplado operativamente a él, para que pueda recibir señales en tiempo real del reloj. Por ejemplo, cada uno de los componentes individuales complejos, como turbinas, motores o elementos de motor, pueden representar o incluir sistemas de procesamiento de datos independientes, que protocolan las acciones de este componente electrónico. Estos protocolos son importantes, por ejemplo, para poder identificar y corregir errores. La detección de errores basada en protocolos puede ser compleja, particularmente en sistemas complejos con varios componentes, cuyo funcionamiento depende de las acciones de otros componentes electrónicos.

Un "tokenizador" es una lógica de programa que recibe datos, por ejemplo, un valor de campo como entrada, analiza los datos, por ejemplo, para detectar delimitadores u otros criterios y patrones de descomposición, y a continuación descomponer los datos en uno o más tokens como resultado del análisis y devolver los tokens. También es posible que no se puedan devolver todos los tokens. Por ejemplo, un indexador de texto completo puede detectar y filtrar palabras vacías, semánticamente insignificantes para que no se indexen. "Tokenizar" un valor de datos significa, por lo tanto, dividir el valor de datos en varios componentes de acuerdo con un esquema específico. Los componentes representan los tokens. Por ejemplo, los textos en lenguaje natural se pueden dividir mediante separadores predefinidos, como por ejemplo espacios, puntos o comas, y los componentes (palabras) así generados se utilizan como tokens. Es posible que algunos tokens no se utilicen para la indexación (por ejemplo, palabras vacías) o que los tokens se procesen adicionalmente antes de la indexación (por ejemplo, reducción de palabras a la raíz de palabra). En este caso, el valor de búsqueda es procesado preferentemente de manera similar por el sistema informático cliente o el sistema informático servidor para garantizar, que los valores de búsqueda de las consultas de búsqueda correspondan a los tokens contenidos en el índice.

Un "índice" es una estructura de datos que acelera la búsqueda de valores de datos determinados mediante un sistema de gestión de bases de datos. Un índice consta de una colección de punteros (referencias), que definen una relación de ordenación para varios valores de datos (almacenados en el índice - "indexados"). Para esto, por ejemplo, se utilizan árboles B+. Cada valor de datos indexados está vinculado con punteros adicionales, que se refieren a conjuntos de datos de referencia en los que está contenido el valor de datos indexados encontrado, y que representa la base de datos para crear el índice. Los sistemas de gestión de bases de datos utilizan índices para identificar rápidamente los conjuntos de datos deseados, en respuesta a una consulta de búsqueda, buscando primero en el índice a lo largo de los punteros, un valor de datos que es idéntico a un valor de referencia contenido en la consulta de búsqueda. Sin un índice, los valores de datos de un campo administrado por el SGBD se tendrían que buscar secuencialmente, mientras que una búsqueda con la ayuda del índice, por ejemplo, un árbol B+, a menudo solo tiene complejidad logarítmica.

Un "componente electrónico" es un dispositivo o componente de un dispositivo alimentado por energía eléctrica. Con la ayuda de la electricidad se pueden realizar una o más tareas. El componente electrónico se alimenta, por ejemplo, de energía directamente de la red eléctrica, está equipado como dispositivo transportable con acumuladores o dispone de baterías. Por ejemplo, un componente electrónico se puede configurar como un elemento electrónico, como una placa de circuito ensamblada, como un componente o conjunto de dispositivo electrónico. Preferentemente, el componente electrónico está diseñado para realizar una función determinada solo o con otros componentes electrónicos, y/o para instalarse como una unidad en una unidad estructural más grande. Por ejemplo, el componente puede ser un motor, una turbina, un sistema de control de combustible, un ordenador, una fuente de luz o similares.

El uso de números ordinales como primero, segundo, tercero, etc. sirve aquí únicamente para distinguir entre elementos y/o personas con la misma denominación, y no pretende implicar un orden determinado. Un "primer sistema de procesamiento de datos" es, por lo tanto, un sistema de procesamiento de datos. Un "segundo sistema de procesamiento de datos" es, por lo tanto, un sistema de procesamiento de datos. Por consiguiente, un "primer SGBD" es un SGBD. Un "segundo SGBD" es un SGBD. Una "primera base de datos" es una base de datos. Una "segunda base de datos" es una base de datos.

Breve descripción de las figuras

En los dibujos adjuntos 1 a 5 se ilustra un procedimiento a modo de ejemplo para crear un índice, así como un sistema correspondiente. Se muestran en:

- 5 Fig. 1 un diagrama de bloques de una forma de realización de un sistema de procesamiento de datos de acuerdo con la invención.
- Fig. 2 dos manera alternativas para crear una copia de conjunto de datos con un valor de campo modificado.
- Fig. 3 un diagrama de flujo para almacenar conjuntos de datos.
- Fig. 4 la creación de tokens a partir de valores de campo y sus marcas de tiempo.
- Fig. 5 un sistema distribuido con varios ordenadores, que funcionan como sistemas de procesamiento de datos.
- 10 Fig. 6 un sistema con dos componentes electrónicos, que funcionan como sistemas de procesamiento de datos.

Descripción detallada

La Fig. 5 muestra un sistema distribuido 500 con varios ordenadores 156, 510, 530, 532, que funcionan como sistemas de procesamiento de datos.

- 15 Un primer sistema de gestión de bases de datos 156, por ejemplo, el servidor de bases de datos de una empresa, incluye una memoria 502, uno o más procesadores 504 y un medio de almacenamiento no volátil 506. En este medio de almacenamiento se pueden instalar un primer SGBD 160 y un primer programa de aplicación 508. El primer programa de aplicación es interoperable con un programa cliente en uno o más ordenadores cliente, y tiene acceso a los datos de un primer SGBD 160. El primer SGBD, que se puede diseñar, por ejemplo, como un SGBD NoSQL, incluye una interfaz 174, que se usa para importar y preferentemente también se usa para exportar conjuntos de datos
- 20 hacia o desde una primera 102 base de datos administrada por el primer SGBD. El servidor de base de datos 156 también incluye un primer reloj en tiempo real.

- El servidor de base de datos 156 está conectado con uno o más segundos sistemas de procesamiento de datos 510, 530, 532 a través de una red, por ejemplo, de internet. Los componentes funcionales del sistema de procesamiento de datos 510 se explican aquí con más detalle a modo de ejemplo. Cada uno de los segundos sistemas de bases de
- 25 datos adicionales se construye preferentemente de una manera funcionalmente análoga y por lo tanto también contiene los componentes descritos a continuación para el sistema 510.

- Los segundos sistemas de procesamiento de datos pueden estar diseñados en cada caso, como ordenadores cliente portátiles, por ejemplo, notebooks de los empleados de la empresa, que opera el servidor de base de datos 156. Cada computadora cliente también comprende una memoria 512, uno o más procesadores 514, un medio de
- 30 almacenamiento no volátil 516, un reloj en tiempo real 520 y un programa cliente 522, que es interoperable con el programa de aplicación 508 del servidor 156. Opcionalmente, el sistema informático cliente también puede incluir un índice de la base de datos de una segunda base de datos 528 gestionada por un segundo SGBD 526. El segundo SGBD se puede configurar, por ejemplo, como un SGBD NoSQL y comprender una interfaz 524, para exportar y preferentemente también importar datos desde o hacia la segunda base de datos.

- 35 1. Por ejemplo, un usuario del ordenador cliente 510, por ejemplo, un empleado de campo, puede descargar una copia local de la base de datos central 102 antes de visitar a un cliente, y almacenarla localmente en su ordenador en forma de la segunda base de datos 529. Por ejemplo, el conjunto de datos DR2 se transfiere desde la primera base de datos 102 del servidor de bases de datos, a la segunda base de datos 528 y se almacena allí como DR2.

- 40 2. Después de la transmisión y/o durante la creación y almacenamiento de los nuevos conjuntos de datos y copias de conjuntos de datos, la conexión de red entre el ordenador cliente 510 y el servidor de base de datos 156 se puede interrumpir. El trabajo del empleado de campo no se ve afectado porque él trabaja en la copia local 528 de la base de datos.

- 3. Durante la visita al cliente, el usuario puede modificar conjuntos de datos individuales DR2 existentes en la base de datos local 528, por ejemplo, a través de una GUI del programa cliente 522. Sin embargo, en segundo
- 45 plano el SGBD 526 no realiza ningún cambio en el conjunto de datos DR2 existente, sino que, como se describe más detalladamente en la Fig. 2, crea una copia DR2' modificada del conjunto de datos y la almacena en la segunda base de datos. Además, también se pueden crear conjuntos de datos DR135 completamente nuevos. Todos los valores de campo o al menos el valor de campo modificado de un conjunto de datos recién creado o copiado, están conectados con una marca de tiempo, que el reloj en tiempo real 520 proporciona en el momento
- 50 en que se crea el conjunto de datos o el valor de campo cambiado.

4. A continuación, el programa cliente determina en un momento posterior, por ejemplo, cuando el empleado de campo regresa a su oficina, que existe nuevamente una conexión de red con el servidor de base de datos e inicia automáticamente la exportación de los conjuntos de datos de la segunda base de datos, incluidos todos los nuevos conjuntos de datos creados y copias de conjuntos de datos a través de la interfaz 524, y una importación de estos conjuntos de datos a través de la interfaz 174. Alternativamente, el proceso de exportación/importación también se puede iniciar manualmente mediante una acción del usuario. También es posible que solo partes de los conjuntos de datos almacenados en la base de datos 528 se transfieran a la primera base de datos 102, por ejemplo, todos los conjuntos de datos con una marca de tiempo más reciente que el momento de la transmisión de la copia de los conjuntos de datos del primer 102 a la segunda 528 base de datos en el paso (1).

5. Finalmente, se fusionan los conjuntos de datos importados y los conjuntos de datos de la base de datos central 102. Preferentemente, antes de la fusión, los conjuntos de datos que se van a importar se verifican por medio de operaciones de base de datos del SGBD 160, para ver si están en conflicto, es decir, posiblemente no sean lógicamente consistentes con los datos que ya están almacenados en la base de datos central. Por ejemplo, utilizando una operación de base de datos realizable de manera eficiente que importe los identificadores de conjuntos de datos para los conjuntos de datos que se van a importar, y que aún no estén almacenados en la base de datos, los nuevos conjuntos de datos se pueden identificar y, dado que están libres de conflictos, se pueden almacenar directamente en la base de datos 102. Los conjuntos de datos que se van a importar y que representan versiones más recientes de conjuntos de datos que ya existen en la base de datos central 102, también se pueden identificar rápidamente a través de las marcas de tiempo e importarse inmediatamente como libres de conflictos. Sin embargo, en algunas formas de realización de la invención, puede surgir un conflicto si un conjunto de datos DR2' que se creó en la base de datos 528 se debe importar a la base de datos central 102, incluso aunque mientras tanto se haya creado allí una copia DR2" adicional del mismo conjunto de datos, que es incluso más reciente que el conjunto de datos DR2' que se va a importar. En este caso, la importación del conjunto de datos DR2' se puede cancelar o una lógica de aplicación 508 modifica los conjuntos de datos que se van a importar de tal manera, que se evita un conflicto o una inconsistencia lógica entre los conjuntos de datos DR2" y DR2'.

La Fig. 6 muestra un sistema 600 de acuerdo con una forma de realización alternativa de la invención. El sistema 600 incluye dos componentes electrónicos 602, 604 que funcionan como sistemas de procesamiento de datos. Por ejemplo, el primer componente electrónico 602 puede ser un sistema de control y suministro de queroseno, denominado en lo sucesivo "sistema de combustible", que distribuye queroseno a varias turbinas de una aeronave, y el segundo componente electrónico 604 puede ser una turbina de una aeronave. El sistema puede comprender un sistema de prueba 616, por ejemplo, un ordenador de prueba, en el que se instancie un programa de prueba 622, y que se puede utilizar para comprobar si un protocolo de una prueba funcional conjunta del sistema de combustible y la turbina se refiere realmente de manera auténtica a un escenario de prueba en el que esta turbina (y no otra) y este sistema de combustible (y no otro) fueron probados u operados juntos, aunque cada uno de los dos componentes protocolen sus acciones independientemente de otros componentes electrónicos.

El sistema 600 comprende una unidad de control 612, por ejemplo, un módulo de control o un ordenador de control, que está diseñado para enviar un comando de acción simultáneamente a dos o más componentes electrónicos 602, 604, para hacer que cada uno de ellos ejecute una acción.

1. La prueba funcional comienza con el funcionamiento conjunto del sistema de combustible 602 y de la turbina 604, por ejemplo, durante un vuelo de prueba. En este caso, la turbina y el sistema de combustible pueden provenir de diferentes fabricantes y no tener ninguna interfaz para crear un protocolo común. Más bien, cada componente electrónico protocola de manera independiente sus propias acciones escribiendo cada acción en forma de un conjunto de datos en una base de datos interna.

Por ejemplo, el sistema de combustible 602 dispone de, o representa en sí mismo, un primer sistema de procesamiento de datos 605. El primer sistema de procesamiento de datos incluye una memoria 502, uno o más procesadores 504, un medio de almacenamiento no volátil 506, un primer reloj en tiempo real 168, opcionalmente un índice de la base de datos de una primera base de datos 102 y un programa de protocolo 614. El medio de almacenamiento no volátil incluye un SGBD 160, que gestiona la base de datos de protocolo 102. El programa de protocolo protocola las acciones ejecutadas por el sistema de combustible, por ejemplo, suministrar queroseno a una o más turbinas, disminuir o aumentar el suministro de queroseno, etc., almacenando conjuntos de datos en la base de datos 102, que incluyen valores de parámetros importantes en forma de valores de campo. Cada uno de los valores de campo está vinculado, en este caso, con un momento proporcionado desde el reloj en tiempo real 168 del sistema de combustible, cuando la acción fue ejecutada por el sistema de combustible o se registró el parámetro.

Por ejemplo, la turbina 604 dispone de, o representa en sí misma, un segundo sistema de procesamiento de datos 606. El segundo sistema de procesamiento de datos incluye una memoria 512, uno o más procesadores 514, un medio de almacenamiento no volátil 516, un segundo reloj en tiempo real 520, opcionalmente un índice de la base de datos de una segunda base de datos 620 y un programa de protocolo 608. El medio de almacenamiento no volátil incluye un SGBD 618, que gestiona la base de datos de protocolo 620. El programa de protocolo 608 protocola las acciones ejecutadas por la turbina 604, por ejemplo, la aceleración de los rotores,

la medición de la velocidad de rotación, una realineación de la turbina, etc., almacenando conjuntos de datos en la base de datos 620, que incluyen valores de parámetros importantes en forma de valores de campo. Cada uno de los valores de campo está vinculado, en este caso, con un momento proporcionado por el reloj en tiempo real 520 del sistema de combustible, cuando la acción fue ejecutada por el sistema de combustible o se registró el parámetro.

Por lo tanto, tanto un primer protocolo de acciones en forma de la primera base de datos 102, como un segundo protocolo de acciones en forma de la segunda base de datos 620, se crean independientemente entre sí. Por ejemplo, también pueden contener mensajes de error u otra información que se pueda utilizar para identificar posibles fallos de funcionamiento. Por lo tanto, cada uno de los dos protocolos refleja aspectos parciales de una interacción 624 entre los dos componentes electrónicos.

Existe el riesgo de que una revisión de una "visión completa" de ambos protocolos pueda combinar accidental o intencionalmente el protocolo de una turbina con el protocolo del sistema de combustible, que nunca se ha probado en la práctica junto con ese sistema de combustible.

2. (a) En este paso, la unidad de control envía un comando de acción simultáneamente a uno de los dos componentes, para provocar que ejecute una operación conocida. Por ejemplo, puede ser un comando para aumentar la aceleración, por lo que este comando se puede dividir en una comando parcial al sistema de combustible, para aumentar el suministro de queroseno, y un comando parcial a la turbina 604, para aumentar la velocidad de rotación. Se pueden dar varios comandos de este tipo durante la prueba.

2. (b) Ambos componentes electrónicos también protocolan la recepción del comando de acción, por lo que la marca de tiempo del tiempo real actual se almacena vinculada con los valores de campo del conjunto de datos de protocolo del comando de acción recién creado.

3. Ahora se pueden protocolar acciones y parámetros adicionales mediante los programas de protocolo de ambos componentes electrónicos. En un momento determinado, por ejemplo, después de completar la prueba funcional, las acciones protocoladas de la turbina se exportan a través de la interfaz 524, y se importan a la primera base de datos.

4. Finalmente, los protocolos creados independientemente entre sí, de las acciones de los respectivos componentes electrónicos se fusionan en la primera base de datos 102. En este caso, preferentemente se puede evitar filtrar conjuntos de datos conflictivos, ya que los conjuntos de datos fusionados se refieren a acciones de diferentes componentes y, por lo tanto, no se pueden contradecir entre sí. Sin embargo, las marcas de tiempo basadas en relojes en tiempo real permiten la creación de un protocolo de interacción común en forma de la primera base de datos, complementada con los conjuntos de datos importados.

5. Mediante el análisis de las marcas de tiempo de los conjuntos de datos del protocolo de interacción común, en particular de los conjuntos de datos que protocolaron las acciones, que se realizaron en respuesta al comando de acción recibido simultáneamente, el programa de prueba 622 puede verificar, que los dos componentes electrónicos realmente interactuaron entre sí o se probaron juntos, porque solo en este caso los conjuntos de datos de las dos bases de datos de protocolo 102, 620, que representan entradas de protocolo, que fueron inducidas por el mismo comando de acción, también tienen las mismas o casi las mismas marcas de tiempo.

La Fig. 1 muestra un diagrama de bloques de una forma de realización de un sistema de procesamiento de datos 156 de acuerdo con la invención. El sistema de procesamiento de datos puede estar diseñado, por ejemplo, como un sistema informático, por ejemplo, un servidor de base de datos o un sistema informático cliente (Fig. 5). Alternativamente, el sistema informático 156 también puede estar diseñado como componente electrónico o ser un componente de un componente electrónico (Fig. 6).

El sistema de procesamiento de datos 156 incluye una memoria 170, uno o más procesadores 172 y un reloj en tiempo real 168. Tiene una memoria no volátil, en la que se almacena un sistema de gestión de bases de datos (SGBD). El SGBD 160 incluye y gestiona una base de datos 102, que comprende varios conjuntos de datos DR1-DR7. Cada conjunto de datos incluye uno o más valores de campo, cada uno de los cuales está asignado a tipos de campo determinados F1-F7. Cada valor de campo también está asignado con una marca de tiempo "t", que indica un valor en tiempo real, que el SGBD 160 ha recibido desde el reloj en tiempo real 168. Los valores de campo son valores de datos simples o compuestos, por ejemplo, números, palabras, letras, imágenes o combinaciones de varios de estos tipos de datos. Los campos pueden tener un formato de datos específico de SGBD (por ejemplo, INTEGER, VARCHAR, etc.) o tener un formato de datos genérico.

El sistema de procesamiento de datos 156 dispone de una aplicación de tokenización 158 ("tokenizer", "lógica de tokenización"), que está diseñada para crear una pluralidad de tokens 162, a partir de cada uno de los valores de campo de los conjuntos de datos y las marcas de tiempo asignadas a los mismos, y almacenar éstos en un índice de búsqueda 154. La lógica de tokenización se puede diseñar de tal manera, que solo se indexen selectivamente conjuntos de datos cuyas marcas de tiempo sean anteriores y/o posteriores a límites de tiempo predefinidos. Mediante el uso del índice 154 como índice de búsqueda, se puede determinar qué rango temporal o qué estado temporal del contenido de una base de datos cubrirá una respuesta a una consulta de búsqueda dentro de la base de datos 102.

Por ejemplo, el primer campo del conjunto de datos DR1 se asigna al tipo de campo F1, el segundo campo del conjunto de datos DR1 se asigna al tipo de campo F2, etc. De manera análoga, el primer campo del conjunto de datos DR6 se asigna al tipo de campo F1, el segundo campo del conjunto de datos DR6 se asigna al tipo de campo F6, etc. La composición de los valores de campo de los conjuntos de datos individuales puede diferir en cuanto a sus tipos de campo, como se puede ver en los conjuntos de datos de la base de datos 102. También es posible que los conjuntos de datos individuales no incluyan ningún valor de campo de un tipo de campo determinado.

Según formas alternativas de realización, la lógica del programa para la tokenización y/o para la generación del índice se proporciona en forma de un plug-in (complemento) o add-on (otro complemento) para el SGBD. Esto puede resultar ventajoso porque los tipos existentes de SGBD se pueden ampliar funcionalmente utilizando un módulo de software adicional para la tokenización y clasificación de tokens, de modo que no sea necesario migrar los datos a otro SGBD con el fin de generar y clasificar tokens. Según otra forma alternativa de realización, no representada aquí, la tokenización y la creación de índices se pueden implementar cada una en forma de un programa de aplicación independiente.

Preferentemente, todos o al menos la mayoría de los valores de campo de todos los conjuntos de datos en una base de datos 102 están tokenizados, de modo que se crea una gran cantidad de tokens 162. Dependiendo del tipo de datos en cada valor de campo, los tokens 162 pueden incluir una mezcla de números, palabras con letras, imágenes o segmentos de imágenes, archivos de audio o elementos de audio, u otras estructuras de datos. Cada uno de los tokens creados se almacena vinculado con un puntero, por lo que el puntero se refiere al conjunto de datos del que proviene el token, pero no se refiere a un campo individual o un tipo de campo, en el que se almacenó el valor del campo del que se derivó el token.

Todos los tokens se almacenan preferentemente en el índice de tal manera, que los tokens se clasifican según un criterio de clasificación y se almacenan en forma clasificada en la estructura del índice. La clasificación se puede realizar, por ejemplo, basándose en el alfabeto para datos alfanuméricos u otros criterios de clasificación adaptados a los datos. Dado que los tokens en el índice se almacenan preferentemente en forma clasificada, y además preferentemente se almacenan en una estructura de árbol, es muy posible identificar muy rápidamente un token determinado dentro del índice, y a continuación usar las referencias de este token identificado a uno o más conjuntos de datos, para identificar rápidamente aquellos conjuntos de datos que contienen un token determinado buscado. Por lo tanto, no es necesario buscar secuencialmente los conjuntos de datos de la base de datos 102.

Además, en formas de realización, el sistema informático 156 puede incluir un módulo de recuperación ("programa de recuperación"), que está diseñado para restablecer la base de datos 102 a un estado definido del pasado. El módulo de recuperación 190 también puede ser parte del SGBD 160. Por ejemplo, puede modificar dinámicamente las consultas de la base de datos para que solo se dirijan a conjuntos de datos, cuya marca de tiempo indique que fueron creados antes de un momento determinado. Alternativamente, el módulo 190, que en este caso también puede ser parte de la lógica del programa 158 para la creación de índices, puede crear el índice de búsqueda de modo que selectivamente solo incluya tokens de conjuntos de datos, cuya marca de tiempo indique que fueron creados antes de un determinado momento.

La Fig. 2 muestra dos maneras alternativas para la creación de una copia de conjuntos de datos con un valor de campo modificado. La Fig. 3 muestra un diagrama de flujo para el almacenamiento de conjuntos de datos. A continuación, se describirán conjuntamente las formas de realización representadas en las Figs. 2 y 3.

En un primer paso 302, se proporciona un primer sistema de procesamiento de datos 156, por ejemplo, un servidor de base de datos. Un sistema de procesamiento de datos 156 de este tipo se muestra como ejemplo en la Fig. 1. El primer sistema de procesamiento de datos incluye un primer SGBD 160 y un primer reloj en tiempo real 168. El primer SGBD incluye una primera base de datos 102, por ejemplo, una base de datos de protocolo de acciones de un componente electrónico o una base de datos central de una empresa. Esta base de datos contiene una pluralidad de conjuntos de datos, cada uno de los cuales contiene varios valores de campo. A cada uno de los valores de campo se le asigna una marca de tiempo, que está vinculada con el valor del campo y se almacena como parte del conjunto de datos. La Fig. 2 muestra a modo de ejemplo los valores de campo FW3, FW4, FW5 almacenados en varios campos de un conjunto de datos DR2, así como las marcas de tiempo almacenadas vinculadas con ellos. Por ejemplo, el tipo de campo F2 se puede utilizar para almacenar una temperatura medida. El tipo de campo F3 se puede utilizar para almacenar un caudal de entrada de combustible líquido. El campo tipo F5 se puede utilizar para almacenar el estado de un canal de entrada de combustible.

En el paso 304, el primer SGBD 160 recibe un comando de escritura para cambiar uno de los valores de campo de uno de los conjuntos de datos. Por ejemplo, el comando de escritura se puede referir al valor de campo FW4 del conjunto de datos DR2.

En respuesta a la recepción del primer comando de escritura, el sistema de base de datos 160 recibe una hora actual desde el primer reloj en tiempo real 168 en el paso 306. La hora actual recibida indica por lo tanto el momento de recepción del comando de escritura, que aquí también (aproximadamente) corresponde al momento de almacenamiento de una copia (versión) DR2' cambiada del conjunto de datos DR2. Aunque el comando de escritura hacía referencia a un conjunto de datos existente, se dejó éste sin cambios en la base de datos 102, y en su lugar se

creó una copia cambiada.

La copia cambiada DR2' se almacena en la base de datos 102 en el paso 308. La copia incluye un valor de campo "FW4", que se cambió según la información del comando de escritura. Si, por ejemplo, un sensor de un sistema de combustible determina metrológicamente un valor actual para un caudal de entrada de combustible líquido y el primer SGBD recibe un comando de escritura para sobrescribir el antiguo valor del campo de caudal de entrada de combustible líquido, el SGBD crea en su lugar un nuevo conjunto de datos DR2', que no solo difiere del conjunto de datos original en términos del valor del campo de caudal de entrada de combustible líquido, sino también en términos de al menos una marca de tiempo.

Dependiendo del modo de funcionamiento del SGBD o dependiendo de la implementación del SGBD 160, la copia del conjunto de datos se puede crear según la Fig. 2a o según la Fig. 2b. Al crear la copia del conjunto de datos según la Fig. 2A, los valores de campo FW 3, FW5 y las marcas de tiempo asignadas a ellos t1, t3 se adoptan sin cambios como parte de la copia del conjunto de datos. La copia DR2' del conjunto de datos se diferencia del DR2 original solo en el valor del campo FW4 a cambiar y en su marca de tiempo (t33 frente a t2). La marca de tiempo t33 indica, en este caso, el momento de la recepción del comando de escritura o de la representación de la copia del conjunto de datos. La marca de tiempo t2, por otro lado, representaba el momento de la creación del valor de campo original FW4.

De acuerdo con una manera alternativa de realización o configuración alternativa del SGBD 160, todas las marcas de tiempo de todos los valores de campo de la copia del conjunto de datos DR2' se determinan en el momento t33 de la recepción del comando de escritura o de la creación de la copia del conjunto de datos.

El SGBD 160 tiene una interfaz 174 para importar a la primera base de datos 102 conjuntos de datos adicionales, cada uno de los cuales consta de varios valores de campo y las marcas de tiempo vinculadas con ellos. La interfaz de importación se puede usar sola o en interoperación con un programa de aplicación 508 (Fig. 5), para identificar conjuntos de datos a importar, que están libres de conflicto, por ejemplo, porque fueron creados desde cero y no representan una nueva versión de un conjunto de datos ya existente en la base de datos 102. Si se identifican conjuntos de datos conflictivos en el curso del análisis, un programa de aplicación los filtra o los modifica para que se puedan importar a la primera base de datos 102 libres de conflictos.

La Fig. 4 muestra la creación de tokens 162 a partir de valores de campo y sus marcas de tiempo. Los valores de campo de los diferentes tipos de campo S1, S3, S4 pueden tener diferentes formatos de datos, o un formato de datos genérico común, en el que se pueden almacenar datos de diferentes formatos, por ejemplo, textos, imágenes, datos de audio, certificados, datos biométricos y otros. Un tokenizador 158 preferentemente genérico descompone cada uno de los valores de campo en uno o más tokens 250, 252. Las marcas de tiempo de los valores de campo también se tratan como tokens. La totalidad de los tokens 250, 252 obtenidos de esta manera, forma la cantidad de tokens 162, que representa el punto de partida para la creación del índice de búsqueda 154.

Lista de símbolos de referencia

DR1-DR952 Conjuntos de datos

F1-F7 Tipos de campos de datos

t1-t33 Marcas de tiempo

102 Base de datos

154 Índice

155 Red

156 Primer sistema de procesamiento de datos

158 Lógica de tokenización

160 Primer SGBD

162 Cantidad de token

168 Primer reloj en tiempo real

170 Memoria

172 Procesador(es)

174 Interfaz de importación

190 Módulo de recuperación

	302-310	Pasos
	500	Sistema informático distribuido
	502	Memoria
	504	Procesador(es)
5	506	Medio de almacenamiento (506)
	508	Programa de aplicación
	510	Segundo sistema de procesamiento de datos
	512	Memoria
	514	Procesador(es)
10	516	Medio de almacenamiento
	518	Índice de la segunda base de datos
	520	Segundo reloj en tiempo real
	522	Programa cliente
	530	Sistema informático cliente (segundo sistema informático)
15	532	Sistema informático cliente (segundo sistema informático)
	600	Sistema de prueba electrónico
	602	Primer componente electrónico
	604	Segundo componente electrónico
	605	Primer sistema de procesamiento de datos
20	606	Segundo sistema de procesamiento de datos
	608	Programa de protocolo
	612	Unidad de control
	614	Programa de protocolo
	616	Sistema de prueba
25	618	Segundo sistema de gestión de base de datos
	620	Segunda base de datos
	622	Programa de prueba

REIVINDICACIONES

1. Un primer sistema de procesamiento de datos (156) con un primer SGBD (160) y un primer reloj en tiempo real (168), en el que el primer SGBD comprende:

- una primera base de datos (102) con una pluralidad de conjuntos de datos (DR1-DR7), por lo que cada uno de los conjuntos de datos incluye varios valores de campo, por lo que cada uno de los valores de campo se almacena vinculado con una marca de tiempo (t1, t2, t3, t33);

en el que el primer SGBD está configurado para:

- recibir (304) un primer comando de escritura para cambiar un valor de campo de uno de los conjuntos de datos en la primera base de datos;

- en respuesta a la recepción del primer comando de escritura:

- recibir (306) una hora actual desde el primer reloj en tiempo real;

- almacenar (308) en la primera base de datos una copia del conjunto de datos, cuyo valor de campo se debe cambiar mediante el comando de escritura, por lo que la copia del conjunto de datos presenta un valor de campo cambiado de acuerdo con el primer comando de escritura en lugar del anterior valor de campo, por lo que el valor de campo cambiado se almacena vinculado con una marca de tiempo, que indica la hora actual recibida desde el primer reloj en tiempo real, por lo que uno o más de los otros valores de campo de la copia del conjunto de datos se almacenan cada uno vinculado con una marca de tiempo, que indica una hora diferente, o por lo que todos los demás valores de campo de la copia del conjunto de datos se almacenan vinculados con una marca de tiempo, que indica la hora determinada desde el primer reloj en tiempo real;

- en el que el primer SGBD incluye una interfaz de importación (174), que está diseñada para importar (310) a la primera base de datos conjuntos de datos adicionales, cada uno de los cuales consta de varios valores de campo y marcas de tiempo vinculadas con los valores de campo; y

- en el que el primer SGBD está configurado de tal manera, que no protocola la ejecución de comandos de escritura o los protocola solo en una medida tan reducida que no es posible una reconstrucción del contenido de la primera base de datos en un determinado momento utilizando los datos de registro del primer SGBD; y

- en el que el primer SGBD está configurado para:

- recibir un comando de reinicio relacionado con la primera base de datos, por lo que el comando de reinicio especifica un momento en el pasado, al que se debe restablecer el contenido de la primera base de datos;

- en respuesta a la recepción del comando de reinicio, crear un nuevo índice de la base de datos, por lo que la creación comprende:

- identificar todos los conjuntos de datos en la primera base de datos, cuyas marcas de tiempo asociadas al valor del campo, son todas más antiguas al momento especificado en el comando de reinicio;

- tokenizar selectivamente los valores de campo de solo los conjuntos de datos identificados;

- almacenar tokens creados tokenizando los conjuntos de datos identificados en un índice de la base de datos con capacidad de búsqueda;

- utilizar el índice de la base de datos con capacidad de búsqueda en lugar de un índice de la base de datos utilizado anteriormente de la primera base de datos, al procesar comandos de lectura.

2. El primer sistema de procesamiento de datos según la reivindicación 1, en el que la interfaz de importación está configurada para:

- identificar aquellos de los conjuntos de datos adicionales, que están libres de conflictos, por lo que los conjuntos de datos libres de conflictos incluyen:

- conjuntos de datos que representan un nuevo conjunto de datos y no una copia cambiada de un conjunto de datos existente en la primera base de datos; o

- conjuntos de datos que representan una copia cambiada de uno de los conjuntos de datos en la primera base de datos, por lo que la copia cambiada incluye exclusivamente valores de campo, cuyas marcas de tiempo son todas del mismo momento o más recientes que un momento de referencia;

- almacenar de manera selectiva los conjuntos de datos adicionales libres de conflictos identificados en la primera base de datos,

- impedir temporal o permanentemente que todos los demás conjuntos de datos adicionales restantes se almacenen en la primera base de datos.

5 3. El primer sistema de procesamiento de datos según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la prohibición temporal o permanente del almacenamiento comprende:

- proporcionar los conjuntos de datos adicionales restantes a un programa de aplicación, que tiene acceso a la primera base de datos y está configurado para resolver conflictos entre los conjuntos de datos adicionales restantes y los conjuntos de datos ya almacenados en la primera base de datos, modificando o filtrando los conjuntos de datos adicionales restantes; y almacenar en la primera base de datos los conjuntos de datos restantes modificados y/o filtrados; o

- eliminar los conjuntos de datos adicionales restantes sin almacenar estos en la primera base de datos.

4. El primer sistema de procesamiento de datos según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer SGBD está configurado de tal manera que

- mientras se almacena la copia del conjunto de datos en la primera base de datos, permite la creación y el almacenamiento paralelo de copias adicionales del conjunto de datos copiado; y/o

- omite una verificación de la consistencia lógica del valor del campo cambiado con el contenido de los conjuntos de datos ya existentes en la primera base de datos, para almacenar la copia del conjunto de datos en la primera base de datos.

20 5. El primer sistema de procesamiento de datos según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer SGBD ejecuta la escritura de la copia de la base de datos en la primera base de datos sin incorporar el acceso de escritura en una transacción de la base de datos, lo que garantiza la preservación de la consistencia de los datos de la copia del conjunto de datos escrito con los conjuntos de datos existentes.

25 6. El primer sistema de procesamiento de datos según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer SGBD está configurado para crear, regular y automáticamente, un índice de la base de datos en el que la creación en cada caso comprende:

- tokenización de los valores de campo de los conjuntos de datos almacenados en la primera base de datos;

- almacenar tokens creados mediante tokenización en un índice de la base de datos con capacidad de búsqueda;

- almacenar un momento determinado desde el primer reloj en tiempo real en el momento de la creación del índice, en relación con el índice de la base de datos creado;

en el que el primer SGBD está configurado para:

- recibir un primer comando de lectura para leer conjuntos de datos almacenados en la primera base de datos;

- en respuesta a la recepción del comando de lectura, buscar en el índice de la base de datos conjuntos de datos que incluyan un valor de búsqueda especificado en el comando de lectura.

35 7. Un sistema informático distribuido (500), que comprende el primer sistema de procesamiento de datos según una de las reivindicaciones anteriores en forma de un primer sistema informático y un segundo sistema de procesamiento de datos (510) en la forma de un segundo sistema informático, en el que el segundo sistema de procesamiento de datos incluye un segundo SGBD (526) y un segundo reloj en tiempo real (520), en el que el segundo SGBD comprende:

- una segunda base de datos (528) con una pluralidad de conjuntos de datos (DR135, DR2', DR3'), por lo que cada uno de estos conjuntos de datos incluye varios valores de campo, por lo que cada uno de los valores de campo se almacena vinculado con una marca de tiempo;

en el que el segundo SGBD está configurado para:

- recibir un segundo comando de escritura para cambiar un valor de campo de uno de los conjuntos de datos de la segunda base de datos;

- en respuesta a la recepción del segundo comando de escritura:

- recibir una hora actual desde segundo reloj en tiempo real;

- almacenar en la segunda base de datos una copia del conjunto de datos, cuyo valor de campo se debe cambiar mediante el comando de escritura, por lo que la copia del conjunto de datos en la segunda base de

datos, presenta un valor de campo cambiado de acuerdo con el segundo comando de escritura en lugar del anterior valor de campo, por lo que el valor de campo cambiado se almacena vinculado con una marca de tiempo, que indica la hora actual determinada, por lo que todos los demás valores de campo de la copia del conjunto de datos están vinculados con la misma marca de tiempo que el valor de campo original, o por lo que todos los demás valores de campo de la copia del conjunto de datos se almacenan vinculados con la marca de tiempo, que indica la hora actual determinada;

en el que el segundo SGBD incluye una interfaz de exportación (524) para exportar conjuntos de datos de la segunda base de datos, cuyas marcas de tiempo incluidas, para que los conjuntos de datos exportados estén disponibles como conjuntos de datos adicionales de la interfaz de importación del primer SGBD.

8. El sistema informático distribuido según la reivindicación 8, en el que el primer y el segundo SGBD están configurados de tal manera, que se crean, independientemente entre sí, nuevos conjuntos de datos o copias cambiadas de conjuntos de datos existentes en la primera base de datos y en la segunda base de datos.

9. El sistema informático distribuido según la reivindicación 8 o 9, en el que el primer sistema de procesamiento de datos es un servidor de base de datos, y en el que el segundo sistema de procesamiento de datos es un sistema informático portátil, en el que el contenido de la segunda base de datos es una copia completa o parcial de los conjuntos de datos de la primera base de datos.

10. El sistema informático distribuido según una de las reivindicaciones 8 a 10, en el que el segundo SGBD está conectado con el primer sistema de procesamiento de datos a través de una conexión de red, a través de la cual se puede realizar una replicación de conjuntos de datos de la primera a la segunda base de datos y/o de la segunda base de datos, a la primera base de datos, por lo que la conexión de red se interrumpe repetidamente y el primer y segundo SGBD están configurados de tal manera, que incluso durante la interrupción, se pueden crear, independientemente entre sí, nuevos conjuntos de datos o copias cambiadas de conjuntos de datos existentes, en la primera base de datos y en la segunda base de datos.

11. El sistema informático distribuido según una de las reivindicaciones 8 a 11, en el que el segundo SGBD está configurado de tal manera, que determina automáticamente si existe una conexión de red con el primer SGBD y, si existe la conexión de red, exporta conjuntos de datos de la segunda base de datos, cuyas marcas de tiempo incluidas, a través de la interfaz de exportación, transfiere los conjuntos de datos a través de la red al primer SGBD, y el primer SGBD importa los conjuntos de datos exportados a través de su interfaz de importación.

12. El sistema informático distribuido según una de las reivindicaciones 8 a 12, en el que el sistema incluye uno o más segundos sistemas de procesamiento de datos adicionales, cada uno de los cuales presenta las propiedades especificadas para el segundo sistema de procesamiento de datos en las reivindicaciones 8 a 12.

13. Un sistema electrónico (600) para verificar la confiabilidad de un protocolo de la interacción de un primer y un segundo componente electrónico, en el que el sistema electrónico comprende:

- el primer componente electrónico (602),

- el segundo componente electrónico (604),

- una unidad de control (612) para emitir simultáneamente un comando de activación de acción al primer y segundo componentes electrónicos,

- el primer sistema de procesamiento de datos (156) según una de las reivindicaciones 1 a 6 anteriores, en el que al menos algunos de los objetos de datos de la primera base de datos protocolan acciones del primer componente incluida la acción especificada por el comando de activación de acción, en el que la marca de tiempo de los valores de campo en la primera base de datos, indica la hora de ejecución de una acción por parte del primer componente,

- un segundo SGBD (618) con una segunda base de datos (620) con una pluralidad de conjuntos de datos, en el que estos conjuntos de datos incluyen cada uno varios valores de campo, en el que cada uno de los valores de campo se almacena vinculado con una marca de tiempo, en el que al menos algunos de los objetos de datos de la segunda base de datos protocolan acciones del segundo componente, incluida la acción especificada por el comando de activación de acción, en el que la marca de tiempo de los valores de campo en la segunda base de datos es proporcionada desde un segundo reloj en tiempo real (520) e indica la hora de ejecución de una acción por parte del segundo componente, en el que el segundo SGBD incluye una interfaz de exportación para exportar conjuntos de datos de la segunda base de datos, incluyendo cuyas marcas de tiempo, para fusionar los conjuntos de datos exportados con los conjuntos de datos de la primera base de datos, a través de la interfaz de importación del primer SGBD, para proporcionar un protocolo de interacción común del primer y segundo componentes electrónicos;

- un programa de aplicación (622), que está configurado para comparar la marca de tiempo de la acción especificada en el comando de activación de acción por el primer componente con la marca de tiempo de la ejecución de la acción especificada en el comando de activación de acción por el segundo componente, y si se excede un intervalo de tiempo máximo entre las marcas de tiempo comparadas, para emitir una advertencia, de que el protocolo de interacción común no es confiable.

14. Un procedimiento implementado por ordenador para almacenar conjuntos de datos, que comprende:

- proporcionar un primer sistema de procesamiento de datos (156) con un primer SGBD (160) y un primer reloj en tiempo real (168), en el que el primer SGBD comprende una primera base de datos (102) con una pluralidad de conjuntos de datos (DR1-DR7), en el que cada uno de los conjuntos de datos incluye varios valores de campo, en el que cada uno de los valores de campo se almacena vinculado con una marca de tiempo (t1, t2, t3, t33);

- recibir (304) un primer comando de escritura por parte del primer SGBD, en el que el primer comando de escritura se relaciona con el cambio de un valor de campo de uno de los conjuntos de datos en la primera base de datos;

- en respuesta a la recepción del primer comando de escritura:

◦ recibir (306) una hora actual desde el primer reloj en tiempo real;

◦ almacenar (308) en la primera base de datos una copia del conjunto de datos, cuyo valor de campo se debe cambiar mediante el comando de escritura, en el que la copia del conjunto de datos presenta un valor de campo cambiado de acuerdo con el primer comando de escritura en lugar del anterior valor de campo, en el que el valor de campo cambiado se almacena vinculado con una marca de tiempo, que indica una nueva hora actual, en el que todos los otros valores de campo de la copia del conjunto de datos se almacenan cada uno vinculado con una marca de tiempo, que indica la misma hora que la marca de tiempo de un valor de campo a la hora de recepción del comando de escritura, o en el que todos los otros valores de campo de la copia del conjunto de datos se almacenan cada uno vinculado con una marca de tiempo, que indica la nueva hora actual, en el que el primer SGBD está configurado de tal manera, que no protocola la ejecución de comandos de escritura o los protocolos solo de forma tan reducida que con los datos de registro del primer SGBD no es posible una reconstrucción del contenido de la primera base de datos a un momento determinado;

- importar (310) a la primera base de datos conjuntos de datos adicionales a través de una interfaz de importación (174) mediante el primer SGBD, en el que los conjuntos de datos adicionales consisten cada uno en varios valores de campo y marcas de tiempo vinculadas con los valores de campo;

- recibir un comando de reinicio en relación con la primera base de datos por parte del primer SGBD, en el que el comando de reinicio especifica un momento en el pasado en el que se debe restablecer el contenido de la primera base de datos;

- en respuesta a la recepción del comando de reinicio, crear un nuevo índice de la base de datos mediante el primer SGBD, en el que la creación comprende:

◦ identificar todos los conjuntos de datos en la primera base de datos, cuyas marcas de tiempo asociadas al valor del campo son todas más antiguas al momento especificado en el comando de reinicio;

◦ tokenización de manera selectiva de los valores de campo de solo los conjuntos de datos identificados;

◦ almacenar tokens creados mediante la tokenización de los conjuntos de datos identificados en un índice de la base de datos con capacidad de búsqueda;

◦ utilizar el índice de la base de datos con capacidad de búsqueda en lugar de un índice de la base de datos utilizado anteriormente de la primera base de datos, al procesar comandos de lectura.

15. El procedimiento implementado por ordenador según la reivindicación 14, que comprende además:

- identificar mediante la interfaz de importación aquellos de los conjuntos de datos adicionales, que están libres de conflictos, en el que los conjuntos de datos adicionales libres de conflictos incluyen:

▪ conjuntos de datos que representan un nuevo conjunto de datos y no una copia cambiada de un conjunto de datos existente en la primera base de datos; o

▪ conjuntos de datos que representan una copia cambiada de uno de los conjuntos de datos en la primera base de datos, en el que la copia cambiada incluye exclusivamente valores de campo, cuyas marcas de tiempo son todas del mismo momento o más recientes que un momento de referencia;

- almacenar de manera selectiva los conjuntos de datos adicionales identificados libres de conflictos en la primera base de datos,

- impedir temporal o permanentemente el almacenamiento de todos los conjuntos de datos adicionales restantes en la primera base de datos.

5 16. El procedimiento implementado por ordenador según la reivindicación 14 o 15, que comprende además:

- proporcionar un segundo sistema de procesamiento de datos (510) con un segundo SGBD (526) y un segundo reloj en tiempo real (520), en el que el segundo SGBD comprende una segunda base de datos (528) con una pluralidad de conjuntos de datos, en el que cada uno de los conjuntos de datos incluye varios valores de campo, en el que cada uno de los valores de campo se almacena vinculado con una marca de tiempo;

10 - recibir un segundo comando de escritura por parte del segundo SGBD, en el que el segundo comando de escritura se refiere al cambio de un valor de campo de uno de los conjuntos de datos de la segunda base de datos;

- en respuesta a la recepción del segundo comando de escritura:

- recibir una hora actual desde el segundo reloj en tiempo real;

15 • almacenar en la segunda base de datos una copia del conjunto de datos, cuyo valor de campo se debe cambiar mediante el segundo comando de escritura, en el que la copia del conjunto de datos presenta un valor de campo cambiado de acuerdo con el segundo comando de escritura en lugar del valor de campo anterior, en el que el valor del campo cambiado se almacena vinculado con una marca de tiempo, que indica la hora actual recibida desde el segundo reloj en tiempo real, en el que uno o más de los otros valores de campo de esa copia del conjunto de datos se almacena cada uno vinculado con una marca de tiempo, que indica una hora diferente, o en el que todos los demás valores de campo de la copia del conjunto de datos se almacenan vinculados con una marca de tiempo, que indica la hora determinada desde el segundo reloj en tiempo real;

20 - exportar conjuntos de datos de la segunda base de datos, cuyas marcas de tiempo incluidas, a través de una interfaz de exportación del segundo SGBD;

25 - transferir los conjuntos de datos exportados como los conjuntos de datos adicionales a través de una red a la interfaz de importación del primer SGBD.

17. El procedimiento implementado por ordenador según la reivindicación 14 o 15, en el que el procedimiento comprende:

30 - proporcionar un primer (602) y un segundo (604) componente electrónico,

- en el que al menos algunos de los objetos de datos de la primera base de datos protocolan acciones del primer componente, en el que la marca de tiempo de los valores de campo en la primera base de datos indica la hora de ejecución de una acción por parte del primer componente determinado por el primer reloj en tiempo real,

35 ◦ en el que al menos algunos de los objetos de datos de la segunda base de datos protocolan acciones del segundo componente, en el que la marca de tiempo de los valores de campo en la segunda base de datos indica la hora de ejecución de una acción por parte del segundo componente determinado por el primero o por un reloj en tiempo real adicional,

40 - emitir simultáneamente un comando de activación de acción al primer y segundo componente electrónico por parte de una unidad de control (612),

- en respuesta a la recepción del comando de activación de acción, almacenar en la primera base de datos por parte del primer componente electrónico un objeto de datos que indica la acción especificada en el comando de activación de acción, en el que la marca de tiempo de los valores de campo de este objeto de datos indica la hora de ejecución de esta acción por parte del segundo componente,

45 ◦ en respuesta a recibir el comando de activación de acción, almacenar en la segunda base de datos por parte del segundo componente electrónico un objeto de datos que indica la acción especificada en el comando de activación de acción, en el que la marca de tiempo de los valores de campo de este objeto de datos indica la hora de ejecución de esta acción por parte del segundo componente,

50 - importar conjuntos de datos de la segunda base de datos, cuyas marcas de tiempo incluidas, a través de la interfaz de importación del primer SGBD, para fusionarlos con los conjuntos de datos de la primera base de datos, para proporcionar un protocolo de interacción común del primer y segundo componente electrónico;

- 5 - comparar mediante un programa de aplicación (622) la marca de tiempo de la ejecución de la acción especificada en el comando de activación de acción por parte del primer componente, con la marca de tiempo de la ejecución de la acción especificada en el comando de activación de acción por parte del segundo componente, y emitir una advertencia si se excede un intervalo de tiempo máximo entre las marcas de tiempo comparadas, por lo que la advertencia indica que el protocolo de interacción común no es confiable.

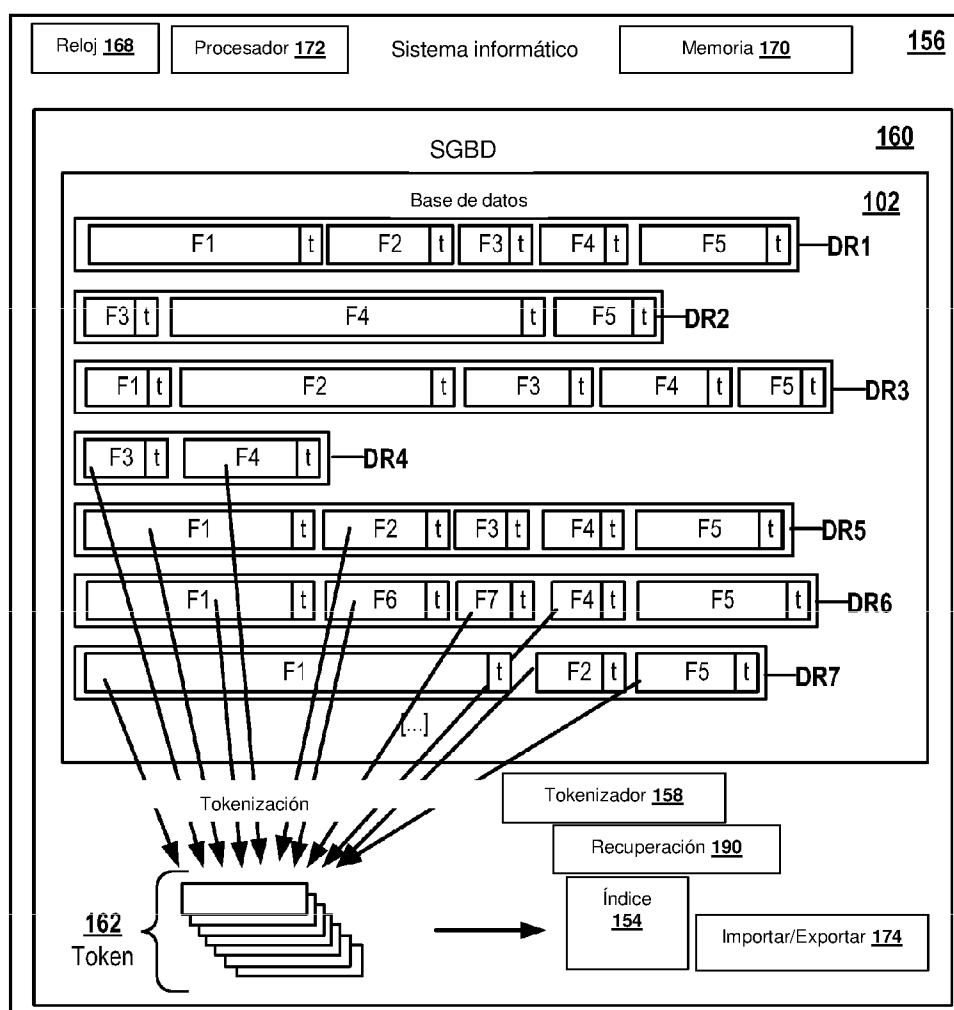


FIG. 1

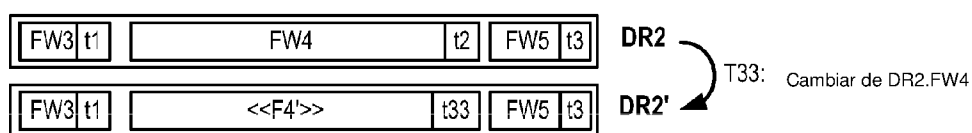


FIG. 2a

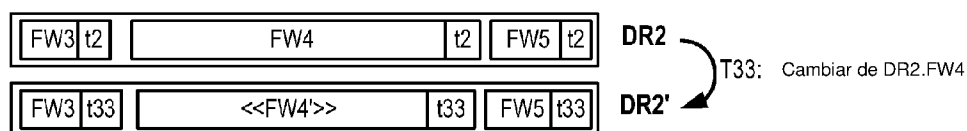


FIG. 2b

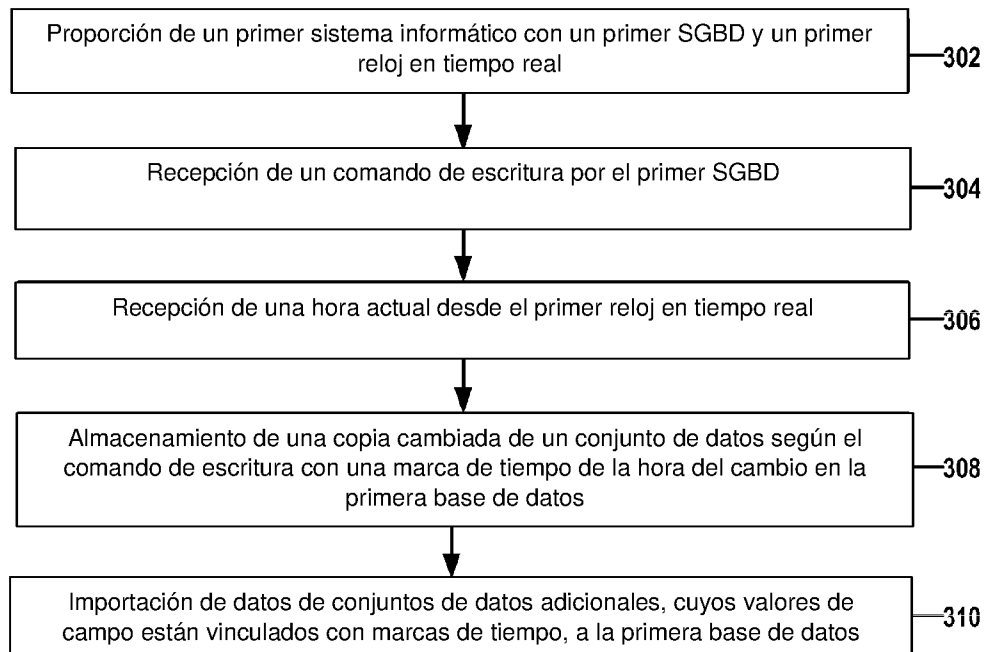


FIG. 3

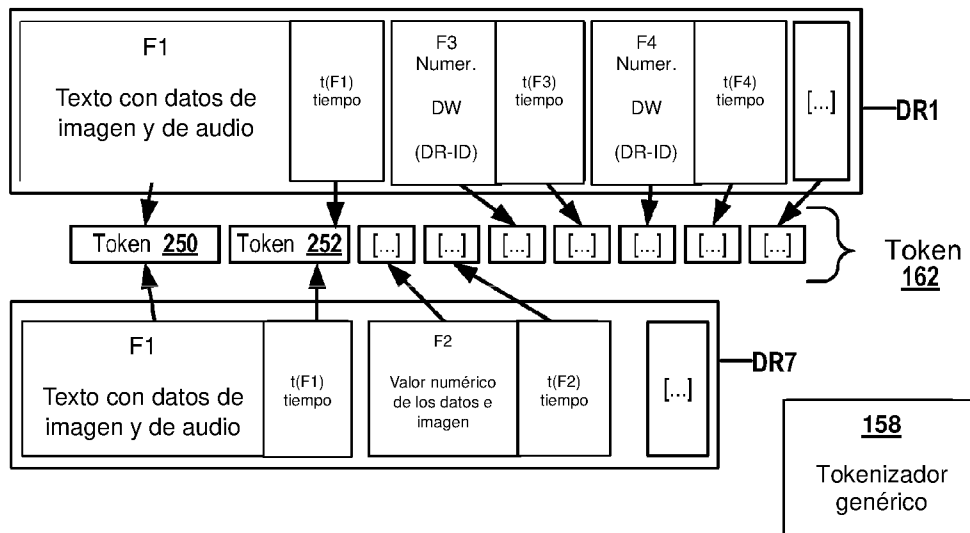


FIG. 4

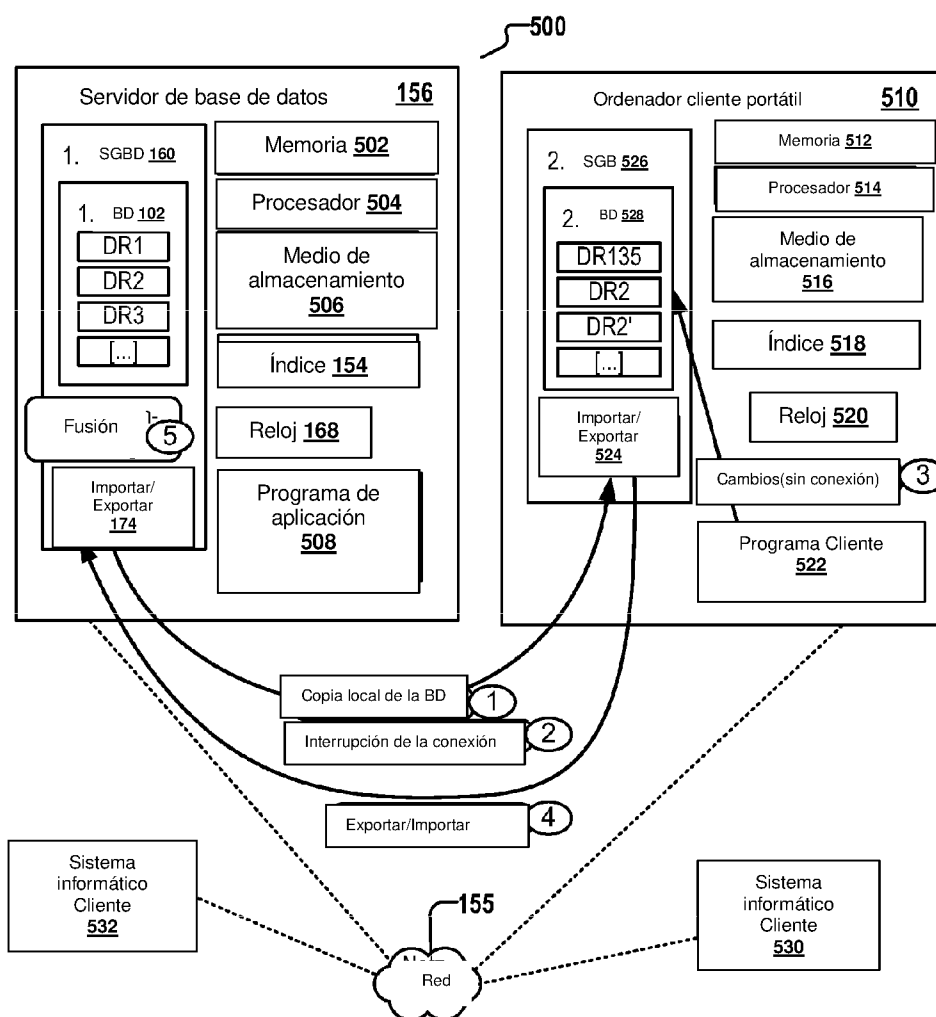


FIG. 5

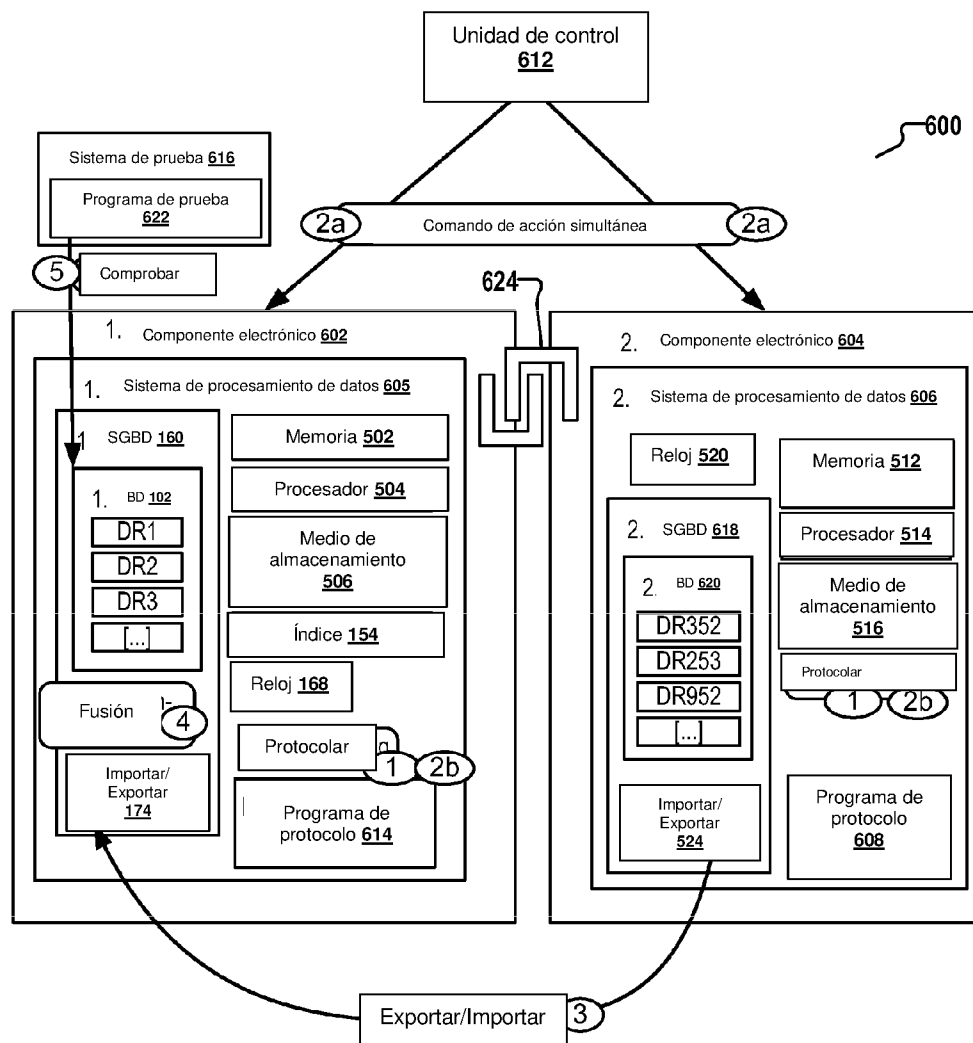


FIG. 6