

1 BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS

PROFESOR: M.C. ALEJANDRO GUTIÉRREZ DÍAZ

2

1. FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS

- 1.1. Conceptos básicos
- 1.2. Objetivos de bases de datos distribuidas
- 1.3. Disciplinas en bases de datos distribuidas
- 1.4. Arquitectura de bases de datos distribuidas

3

Introducción BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS (BDD)

Los sistemas de información empezaron a utilizar las bases de datos distribuidas aproximadamente a mediados de la década de los 70's, pero no fue sino hasta 1980 cuando la distribución de la información empezó a tomar auge.

Originalmente se había pensado en almacenar la información de manera centralizada utilizando un conjunto de herramientas que facilitarían este

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

2

tipo de almacenamiento. Pero con el paso del tiempo esto produjo ciertos inconvenientes que no eran posibles solucionar.

Estos problemas impulsaron la creación de almacenamiento distribuido, los cuales hoy en día proveen características indispensables en el manejo de información; es decir, la combinación de las redes de comunicación y las bases de datos.

En años más recientes se ha observado una marcada tendencia hacia la distribución de los sistemas de cómputo en múltiples sitios que se interconectan a través de una red de comunicaciones. La cantidad de innovaciones tecnológicas que ha habido ha promovido un cambio en la forma de observar a los sistemas de información y, en general, a las aplicaciones computacionales.

4

Existen avances tecnológicos que se realizan continuamente en circuitos, dispositivos de almacenamiento, programas y metodologías. Sin

embargo, los cambios tecnológicos van de la mano con la demanda de los usuarios y programas para la explotación exhaustiva de tales dispositivos mejorados. Por tanto, existe un continuo desarrollo de nuevos productos los cuales incorporan ideas nuevas desarrolladas por compañías e instituciones académicas.

Aún cuando es posible que un usuario común no perciba los desarrollos relevantes de nuevos productos, para las aplicaciones existe una demanda permanente por mayor funcionalidad, mayor número de servicios, más flexibilidad y mejor rendimiento.

Así, al diseñar un nuevo sistema de información o al prolongar la vida de uno ya existente, se debe buscar siempre formas para enlazar las soluciones ofrecidas por la tecnología disponible a las necesidades de las aplicaciones de los usuarios.

Una área en la cual las soluciones están integrando tecnología con nuevas arquitecturas o formas de hacer las cosas es, sin lugar a dudas, el área de los sistemas distribuidos de información. Ellos se refieren al manejo de datos almacenados en facilidades de cómputo localizadas en muchos sitios ligados a través de una red de comunicaciones. Un caso específico de estos sistemas distribuidos es lo que se conoce como bases de datos distribuidas.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

3

5

1.1 Conceptos básicos

Una **Base de Datos Distribuida** (BDD) es un conjunto de múltiples bases de datos lógicamente relacionadas las cuales se encuentran distribuidas entre diferentes sitios interconectados por una red de comunicaciones, los cuales tienen la capacidad de procesamiento autónomo lo cual indica que puede realizar operaciones locales o distribuidas.

Un sistema de Bases de Datos Distribuida (SBDD) es un sistema en el cual múltiples sitios de bases de datos están ligados por un sistema de comunicaciones de tal forma que, un usuario en cualquier sitio puede acceder los datos en cualquier parte de la red exactamente como si los datos estuvieran

6

En un sistema distribuido de bases de datos se almacenan en varias computadoras. Los principales factores que distinguen un SBDD de un sistema centralizado son los siguientes:

Hay múltiples computadores, llamados sitios o nodos.

Estos sitios deben de estar comunicados por medio de algún tipo de red de comunicaciones para transmitir datos y órdenes entre los

sitios.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

4

Figura 1

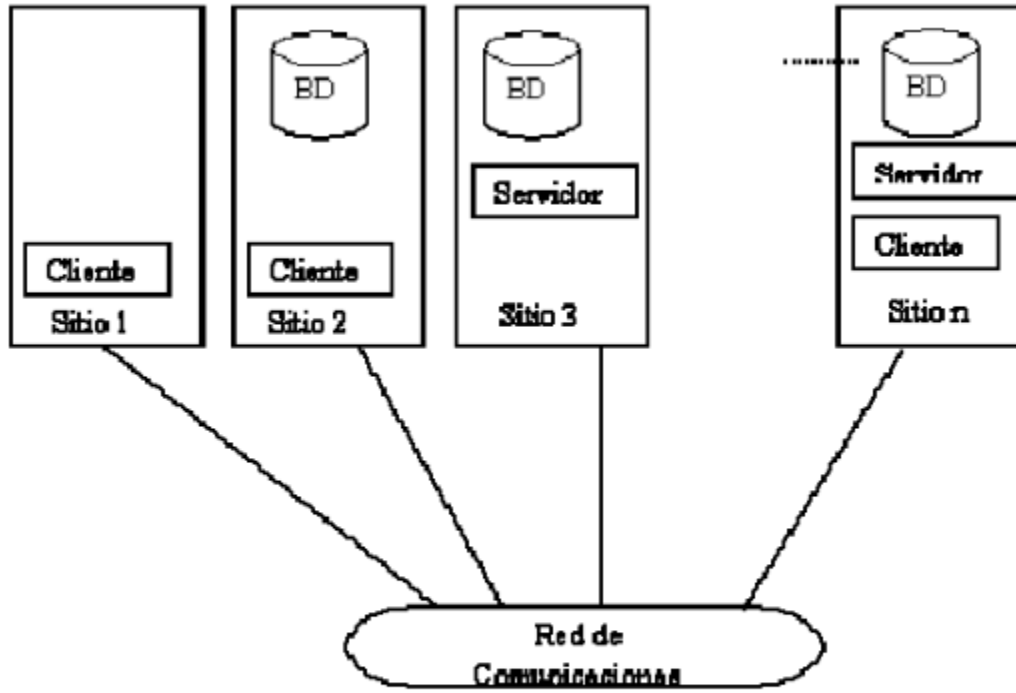


Figura 1

7

Las características de las bases de las bases de datos son las siguientes:

Autonomía Local: Los sitios distribuido deben ser autónomos, es decir que todas las operaciones en un sitio dado se controlan en ese sitio.

No dependencia de un sitio central: No debe de haber dependencia de un sitio central para obtener un servicio.

Operación Continua: Nunca debería apagarse para que se pueda realizar alguna función, como añadir un nuevo sitio.

Independencia con respecto a la localización: No debe de ser necesario que los usuarios sepan dónde están almacenados físicamente los datos, sino que más el usuario lo debe de ver como si solo existiera un sitio local

Independencia con respecto a la fragmentación: La fragmentación es deseable por razones de desempeño, los datos, pueden

almacenarse en la localidad donde se utilizan con mayor frecuencia de manera que la mayor parte de las operaciones sean sólo locales y se reduzca el tráfico en la red.

Independencia de réplica: Si una relación dada (es decir, un fragmento dado de una relación) se puede presentar en el nivel físico mediante varias copias almacenadas o réplicas, en muchos sitios distintos.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

5

Procesamiento Distribuido de Consultas: El objetivo es convertir transacciones de usuario en instrucciones para manipulación de datos, y así reducir el tráfico en la red implica que el proceso mismo de optimización de consultas debe ser distribuido.

Manejo Distribuido de Transacciones: Tiene dos aspectos principales, el control de recuperación y el control de concurrencia, cada uno de los cuales requiere un tratamiento más amplio en el ambiente distribuido.

ETC%

8

POR Ejemplo

Considere un banco que tiene tres sucursales, en cada sucursal, un computador controla las terminales de la misma y el sistema de cuentas. Cada computador con su sistema de cuentas local en cada sucursal constituye un "sitio" de la BDD; las computadoras están conectadas por la red. Durante las operaciones normales, las aplicaciones en las terminales de la sucursal necesitan solo acceder la BD de la misma. Como solo accedan la misma red local, se les llaman aplicaciones locales.

Desde el punto de vista tecnológico, aparentemente lo importante es la existencia de algunas transacciones que accedan información en más de una sucursal. Estas transacciones son llamadas transacciones globales o transacciones distribuidas.

La existencia de transacciones globales será considerada como una característica que nos ayude a discriminar entre las BDD y un conjunto de base de datos locales.

Una típica transacción global sería una transferencia de fondos de una sucursal a otra. Esta aplicación requiere de actualizar datos en dos diferentes sucursales y asegurarse de la real actualización en ambos sitios o en ninguno.

Asegurar el buen funcionamiento de aplicaciones globales es una tarea difícil. En el ejemplo 1.1 las computadoras estaban geográficamente en diferentes puntos; también, BDD pueden ser construidas en una red local.

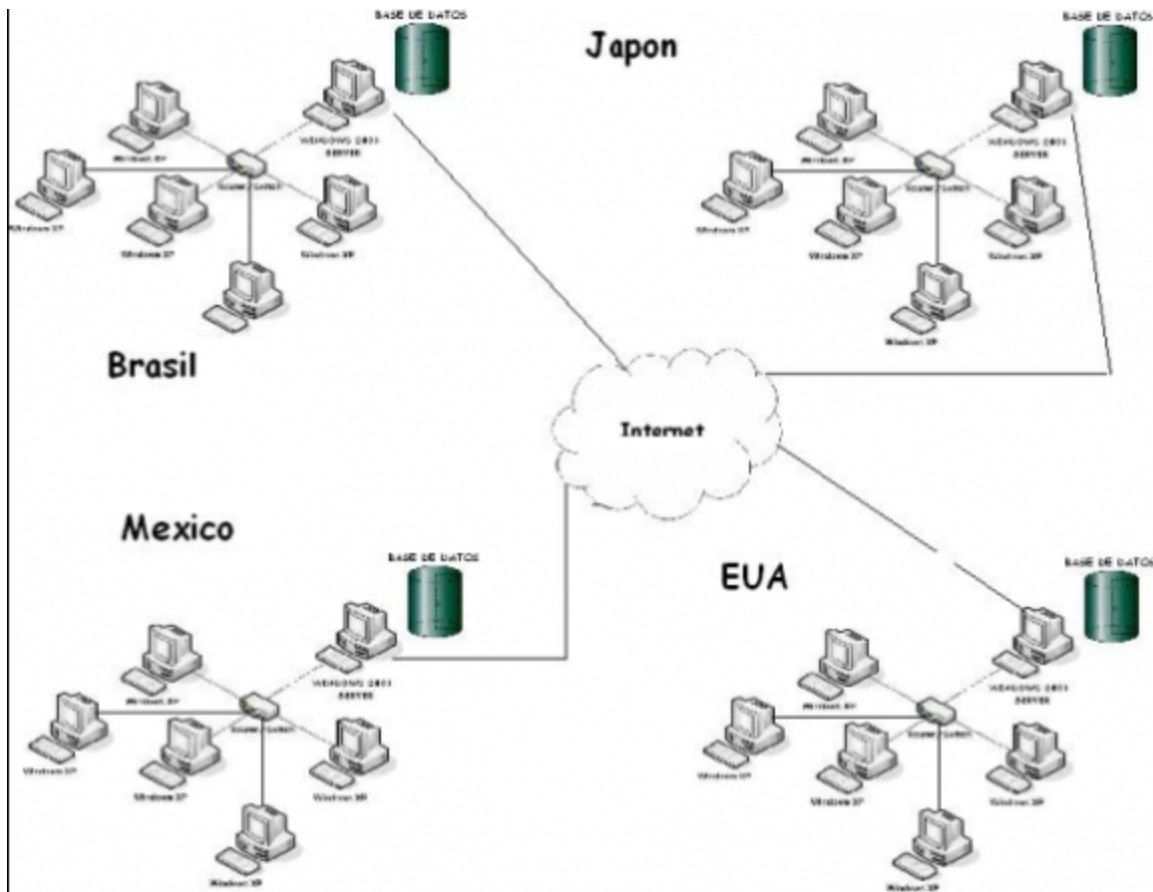
BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

6

BDD es entonces una colección de datos (base de datos) construida sobre una red y que pertenecen, lógicamente, a un solo sistema distribuido, la cual cumple las siguientes condiciones:

1. La información de la base de datos esta almacenada físicamente en diferentes sitios de la red.
2. En cada sitio de la red, la parte de la información, se constituye como una base de datos en sí misma.
3. Las bases de datos locales tienen sus propios usuarios locales, sus propios DBMS y programas para la administración de transacciones, y su propio administrador local de comunicación de datos.
4. Estas base de datos locales deben de tener una extensión, que gestione las funciones de sociedad necesarias; la combinación de estos componentes con los sistemas de administración de base de datos locales, es lo que se conoce como Sistema Administrador de Base de Datos Distribuidas.
5. Este gestor global permite que usuarios puedan acceder a los datos desde cualquier punto de la red, como si lo hicieran con los datos de su base de datos local, es decir, para el usuario, no debe existir diferencia en trabajar con datos locales o datos de otros sitios de la red.

En consecuencia, la base de datos distribuida, es como una unidad virtual, cuyas partes se almacenan físicamente en varias bases de datos "reales" distintas, ubicadas en diferentes sitios.



BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

7

9

Ventajas de las Base de Datos Distribuidas

1. El primero son los costes de comunicación; si las bases de datos están muy dispersas y las aplicaciones hacen amplio uso de los datos puede resultar más económico dividir la aplicación y realizarla localmente.
2. El segundo aspecto es que cuesta menos crear un sistema de pequeños ordenadores con la misma potencia que un único ordenador.

10

Descentralización.- En un sistema centralizado/distribuido, existe un administrador que controla toda la base de datos, por el contrario en un sistema distribuido existe un administrador global que lleva una política general y delega algunas funciones a administradores de cada localidad para que establezcan políticas locales y así un trabajo eficiente.

1. **Economía:** Existen dos aspectos a tener en cuenta.
2. **Mejora de rendimiento:** Pues los datos serán almacenados y

usados donde son generados, lo cual permitirá distribuir la complejidad del sistema en los diferentes sitios de la red, optimizando la labor.

3. Mejora de fiabilidad y disponibilidad: La falla de uno o varios lugares o el de un enlace de comunicación no implica la inoperatividad total del sistema, incluso si tenemos datos duplicados puede que exista una disponibilidad total de los servicios.

4. Crecimiento: Es más fácil acomodar el incremento del tamaño en un sistema distribuido, por que la expansión se lleva a cabo añadiendo poder de procesamiento y almacenamiento en la red, al añadir un nuevo nodo.

5. Flexibilidad: Permite acceso local y remoto de forma transparente.

6. Disponibilidad: Pueden estar los datos duplicados con lo que varias personas pueden acceder simultáneamente de forma eficiente. El inconveniente, el sistema administrador de base de datos debe preocuparse de la consistencia de los mismos.

7. Control de Concurrencia: El sistema administrador de base de datos local se encarga de manejar la concurrencia de manera eficiente.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

8

11

Inconvenientes de las base de datos distribuidas.

1. El rendimiento que es una ventaja podría verse contradicho, por la naturaleza de la carga de trabajo, pues un nodo puede verse abrumado, por las estrategias utilizadas de concurrencia y de fallos, y el acceso local a los datos. Se puede dar esta situación cuando la carga de trabajo requiere un gran número de actualizaciones concurrentes sobre datos duplicados y que deben estar distribuidos.

2. La confiabilidad de los sistemas distribuidos, esta entre dicha, puesto que, en este tipo de base de datos existen muchos factores a tomar en cuenta como: La confiabilidad de los ordenadores, de la red, del sistema de gestión de base de datos distribuida, de las transacciones y de las tasas de error de la carga de trabajo.

3. La mayor complejidad, juega en contra de este tipo de sistemas, pues muchas veces se traduce en altos gastos de construcción y mantenimiento. Esto se da por la gran cantidad de componentes Hardware, muchas cosas que aprender, y muchas aplicaciones susceptibles de fallar. Por ejemplo, el control de concurrencia y recuperación de fallos, requiere de personal muy especializado y por tal costoso.

4. El procesamiento de base de datos distribuida es difícil de controlar, pues estos procesos muchas veces se llevan a cabo en las áreas de trabajo de los usuarios, e incluso el acceso físico no es controlado, lo que genera una falta de seguridad de los datos.

12

Objetivos bases de datos distribuidas

Se tiene como principio fundamental de las bases de datos distribuidas a:

. Desde el punto de vista del usuario, un sistema distribuido deberá ser idéntico a un sistema no distribuido.

En otras palabras, los usuarios de un sistema distribuido deberán comportarse exactamente como si el sistema no estuviera distribuido. Todos los problemas de los sistemas distribuidos son (o deberían ser) internos o a nivel de realización, no externos o a nivel del usuario.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

9

El principio fundamental recién identificado de los sistemas distribuidos, conduce a varios objetivos que son los siguientes:

Estos doce objetivos no son todos independientes entre sí, ni son por fuerza exhaustivos, ni tienen todas la misma importancia (diferentes usuarios darán diferentes grados de importancia a diferentes reglas en diferentes ambientes). Sin embargo, sí son útiles como fundamento para entender la tecnología distribuida y como marco de referencia para caracterizar la funcionalidad de sistemas distribuidos específicos.

Es importante distinguir los sistemas distribuidos de bases de datos verdaderos, generalizados, de los sistemas que tan solo ofrecen algún tipo de acceso remoto a los datos (llamados a veces sistemas de procesamiento distribuido o sistemas de red).

En un "sistema de acceso remoto a los datos", el usuario podría ser capaz de trabajar con datos de un sitio remoto, o aun con datos de varios sitios remotos al mismo tiempo, pero "se notan las costuras"; el usuario definitivamente está consciente (en mayor o menor grado) de que los datos son remotos, y debe comportarse de manera acorde.

En cambio, en un sistema distribuido verdadero, las costuras son invisibles.

Objetivos (reglas):

1. Autonomía Local.

Los sitios de un sistema distribuido deben ser autónomos. La autonomía local significa que todas las operaciones en un sitio dado se controlan en ese sitio; ningún sitio X deberá depender de algún otro sitio Y para su buen funcionamiento (pues de otra manera el sitio X podría ser incapaz de trabajar, aunque no tenga en sí problema alguno, si cae el sitio Y , situación a todas luces indeseable).

La autonomía local implica también un propietario y una administración locales de los datos, con responsabilidad local: todos los datos pertenecen " en realidad" a una base de datos local, aunque sean accesibles desde algún sitio remoto. Por tanto, las cuestiones de seguridad, integridad y representación en almacenamiento de los datos locales permanecen bajo el control de la instalación local.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

10

2. No dependencia de un sitio central.

La autonomía local implica que todos los sitios deben tratarse igual; no debe haber dependencia de un sitio central "maestro" para obtener un servicio central, como por ejemplo un procesamiento centralizado de las consultas o una administración centralizada de las transacciones, de modo que todo el sistema dependa de ese sitio central.

Este segundo objetivo es por tanto un corolario del primero (si se logra el primero, se logrará pro fuerza el segundo). Pero la "no dependencia de un sitio central" es deseable por sí misma, aun si no se logra la autonomía local completa.

Por ello vale la pena expresarlo como un objetivo separado. La dependencia de un sitio central sería indeseable al menos por las siguientes razones: en primer lugar, eses sitio central podrí ser un cuello de botella; en segundo lugar, el sistema sería vulnerable; si el sitio central sufriera un desperfecto, todo el sistema dejaría de funcionar.

3. Operación continua.

En un sistema distribuido, lo mismo que en uno no distribuido, idealmente nunca debería haber necesidad de apagar a propósito el sistema. Es decir, el sistema nunca debería necesitar apagarse para que se pueda realizar alguna función, como añadirse un nuevo sitio o instalar una versión mejorada del DBMS en un sitio ya existente.

4. Independencia con respecto a la localización.

La idea básica de la independencia con respecto a la localización (también conocida como transparencia de localización) es simple : no debe ser necesario que los usuarios sepan dónde están almacenados físicamente los datos, sino que más bien deben poder comportarse - al menos desde un punto de vista lógico - como si todos los datos estuvieran almacenados en su propio sitio local.

La independencia con respecto a la localización es deseable porque simplifica los programas de los usuarios y sus actividades en la terminal. En particular, hace posible la migración de datos de un sitio a otro sin anular la validez de ninguno de esos programas o actividades. Esta posibilidad de migración es deseable pues permite modificar la distribución de los datos dentro de la red en respuesta a cambios en los requerimientos de desempeño.

5. Independencia con respecto a la fragmentación.

Un sistema maneja fragmentación de los datos si es posible dividir una relación en partes o "fragmentos" para propósitos de almacenamiento físico. La fragmentación es deseable por razones de desempeño: los datos pueden almacenarse en la localidad donde se utilizan con mayor frecuencia, de manera que la mayor parte de las operaciones sean sólo locales y se reduzca al tráfico en la red.

Por ejemplo, la relación empleados EMP podría fragmentarse de manera que los registros de los empleados de Nueva York se almacenen en el sitio de Nueva York, en tanto que los registros de los empleados de Londres se almacenan en el sitio de Londres.

Existen en esencia dos clases de fragmentación, horizontal y vertical, correspondientes a las operaciones relacionales de restricción y proyección; respectivamente.

En términos más generales, un fragmento puede ser cualquier subrelación arbitraria que pueda derivarse de la relación original mediante operaciones de restricción y proyección (excepto que, en el caso de la proyección es obvio que las proyecciones deben conservar la clave primaria de la relación original).

La reconstrucción de la relación original a partir de los fragmentos se hace mediante operaciones de reunión y unión apropiadas (reunión en el caso de fragmentación vertical, y la unión en casos de fragmentación horizontal).

Ahora llegamos a un punto principal: un sistema que maneja la fragmentación de los datos deberá ofrecer también una independencia con respecto a la fragmentación (llamada también transparencia de fragmentación).

La independencia con respecto a la fragmentación (al igual que la independencia con respecto a la independencia con respecto a la localización) es deseable porque simplifica los programas de los usuarios y sus actividades en la terminal.

13

6. Independencia de réplica.

Un sistema maneja réplica de datos si una relación dada (ó en términos

más generales, un fragmento dado en una relación) se puede representar en el nivel físico mediante varias copias réplicas, en muchos sitios distintos.

La réplica es deseable al menos por dos razones: en primer lugar, puede producir un mejor desempeño (las aplicaciones pueden operar sobre copias locales en vez de tener que comunicarse con sitios remotos); en

segundo lugar, también puede significar una mejor disponibilidad (un objeto estará disponible para su procesamiento en tanto esté disponible por lo menos una copia, al menos para propósitos de recuperación). La desventaja principal de las réplicas es desde luego que cuando se pone al día un cierto objeto copiado, deben ponerse al día todas las réplicas de ese objeto: el problema de la propagación de actualizaciones. La réplica como la fragmentación, debe ser "transparente para el usuario". En otras palabras, un sistema que maneja la réplica de los datos deberá ofrecer también una independencia de réplica (conocida también como transparencia de réplica); es decir, los usuarios deberán poder comportarse como si sólo existiera una copia de los datos. La independencia de réplica es buena porque simplifica los programas de los usuarios y sus actividades en la terminal. En particular, permite la creación y eliminación dinámicas de las réplicas en cualquier momento en respuesta a cambios en los requerimientos, sin anular la validez de esos programas o actividades de los usuarios.

7. Procesamiento distribuido de consultas.

En este aspecto debemos mencionar dos puntos amplios.

Primero consideremos la consulta "obtener los proveedores de partes rojas en Londres". Supongamos que el usuario está en la instalación de Nueva York y los datos están en el sitio de Londres.

Supongamos también que son n/n registros de Londres a Nueva York. Si, por otro lado, el sistema no es relacional, sino de un registro a la vez, la consulta implicará en esencia $2n$ mensajes: n de Nueva York a Londres solicitando el siguiente registro, y n de Londres a Nueva York para devolver esos siguiente registro.

Así, el ejemplo ilustra el punto de que un sistema relacional tendrá con toda probabilidad un mejor desempeño que uno no relacional (para cualquier consulta que solicite varios registros), quizá en varios órdenes de magnitud.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

13

En segundo lugar, la optimización es todavía más importante en un sistema distribuido que en uno centralizado. Lo esencial es que, en una consulta como la anterior, donde están implicados varios sitios, habrá muchas maneras de trasladar los datos en al red para satisfacer la solicitud, y es crucial encontrar una estrategia suficiente.

Por ejemplo, una solicitud de unión de una relación R_x almacenada en el sitio X y una relación R_y almacenada en el sitio Y podría llevarse a cabo trasladando R_x a Y o trasladando R_y a X , o trasladando las dos a un tercer sitio Z .

8. Manejo distribuido de transacciones.

El manejo de transacciones tiene dos aspectos principales, el control de recuperación y el control de concurrencia, cada uno de los cuales

requiere un tratamiento más amplio en el ambiente distribuido. Para explicar ese tratamiento más amplio es preciso introducir primero un término nuevo, "agente". En un sistema distribuido, una sola transacción puede implicar la ejecución de código en varios sitios (en particular puede implicar actualizaciones en varios sitios)

Por tanto, se dice que cada transacción está compuesta de varios agentes, donde un agente es el proceso ejecutado en nombre de una transacción dada en determinado sitio. Y el sistema necesita saber cuándo dos agentes son parte de la misma transacción; por ejemplo, es obvio que no puede permitirse un bloqueo mutuo entre dos agentes que sean parte de la misma transacción.

La cuestión específica del control de recuperación; para asegurar, pues que una transacción dada sea atómica (todo o nada) en el ambiente distribuido, el sistema debe asegurarse de que todos los agentes correspondientes a esa transacción se comprometan al unísono o bien que retrocedan al unísono. Este efecto puede lograrse mediante el protocolo de compromiso en dos fases.

En cuanto al control de concurrencia, esta función en un ambiente distribuido estará basada con toda seguridad en el bloqueo, como sucede en los sistemas no distribuidos.

9. Independencia con respecto al equipo.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

14

En realidad, no hay mucho que decir acerca de este tema, el título lo dice todo. Las instalaciones de cómputo en el mundo real por lo regular incluyen varias máquinas diferentes -máquinas IBM, DEC, HP, UNISYS, PC etc.- y existe una verdadera necesidad de poder integrar los datos en todos esos sistemas y presentar al usuario "una sola imagen del sistema".

Por tanto conviene ejecutar el mismo DBMS en diferentes equipos, y además lograr que esos diferentes equipos participen como socios iguales en un sistema distribuido.

14

10. Independencia con respecto al sistema operativo.

Este objetivo es un corolario del anterior. Es obvia la conveniencia no sólo de poder ejecutar el mismo DBMS en diferentes equipos, sino también poder ejecutarlo en diferentes sistemas operativos y lograr que una versión MVS y una UNIX y una PC/DOS participen todas en el mismo sistema distribuido.

11. Independencia con respecto a la red.

Si el sistema ha de poder manejar múltiples sitios diferentes, con equipo distinto y diferentes sistemas operativos, resulta obvia la conveniencia de

poder manejar también varias redes de comunicación distintas.

12. Independencia con respecto al DBMS

Bajo este título consideramos las implicaciones de relajar la suposición de homogeneidad estricta. Puede alegarse que esa suposición es quizá demasiado rígida. En realidad, no se requiere sino que los DBMS en los diferentes sitios manejen todos la misma interfaz; no necesitan ser por fuerza copias del mismo sistema.

15

BREAK..

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

15

16

1.2 Disciplinas en bases de datos distribuidas

Los sistemas de bases de datos distribuidas son un caso particular de los *sistemas de cómputo distribuido* en los cuales un conjunto de elementos de procesamiento autónomos (no necesariamente homogéneos) se interconectan por una red de comunicaciones y cooperan entre ellos para realizar sus tareas asignadas.

Históricamente, el cómputo distribuido se ha estudiado desde muchos puntos de vista.

Así, es común encontrar en la literatura un gran número de términos que se han usado para identificarlo.

Entre los términos más comunes que se utilizan para referirse al cómputo distribuido podemos encontrar: funciones distribuidas, procesamiento distribuido de datos, multiprocesadores, multicomputadoras, procesamiento satelital, procesamiento tipo "backend", computadoras dedicadas y de propósito específico, sistemas de tiempo compartido, sistemas funcionalmente modulares.

Existen muchas componentes a distribuir para realizar una tarea. En computación distribuida los elementos que se pueden distribuir son:

Control. Las actividades relacionadas con el manejo o administración del sistema.

Datos. La información que maneja el sistema.

Funciones. Las actividades que cada elemento del sistema realiza.

Procesamiento lógico. Las tareas específicas involucradas en una actividad de procesamiento de información.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

16

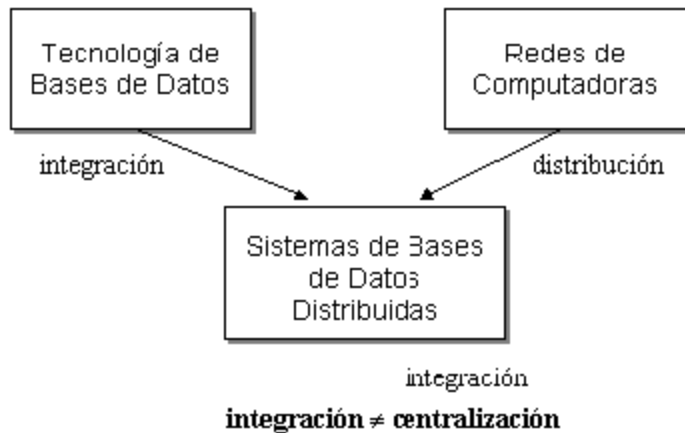


Figura 1.2. Motivación de los sistemas de bases de datos distribuidos.

17

Una **base de datos distribuida** (BDD) es un conjunto de múltiples bases de datos *lógicamente relacionadas* las cuales se encuentran distribuidas entre diferentes sitios interconectados por una red de comunicaciones (ver Figura 1.2).

Un **sistema de bases de datos distribuidas** (SBDD) es un sistema en el cual múltiples sitios de bases de datos están ligados por un sistema de comunicaciones, de tal forma que, un usuario en cualquier sitio puede acceder los datos en cualquier parte de la red exactamente como si los datos estuvieran almacenados en su sitio propio.

Un **sistema de manejo de bases de datos distribuidas** (SMBDD) es aquel que se encarga del manejo de la BDD y proporciona un mecanismo de acceso que hace que la distribución sea *transparente* a los usuarios.

El término transparente significa que la aplicación trabajaría, desde un punto de vista lógico, como si un solo SMBDD ejecutado en una sola máquina, administrara esos datos.

Un **sistema de base de datos distribuida** (SBDD) es entonces el resultado de la integración de una base de datos distribuida con un sistema para su manejo.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

17

Dada la definición anterior, es claro que algunos sistemas no se pueden considerar como SBDD. Por ejemplo, un sistema de tiempo compartido no incluye necesariamente un sistema de manejo de bases de datos y, en caso de que lo haga, éste es controlado y administrado por una sola computadora.

18

Un sistema de multiprocesamiento puede administrar una base de datos

pero lo hace usualmente a través de un solo sistema de manejo de base de datos; los procesadores se utilizan para distribuir la carga de trabajo del sistema completo o incluso del propio SDBD pero actuando sobre una sola base de datos.

Finalmente, una base de datos la cual reside en un solo sitio de una red de computadoras y que es accesada por todos los nodos de la red no es una base de datos distribuida (Figura 1.3). Este caso se trata de una base de datos cuyo control y administración esta centralizada en un solo nodo pero se permite el acceso a ella a través de la red de computadoras.

El medio ambiente típico de un SMBDD consiste de un conjunto de sitios o nodos los cuales tiene un sistema de procesamiento de datos completo que incluye una base de datos local, un sistema de manejo de bases de datos y facilidades de comunicaciones.

Si los diferentes sitios pueden estar geográficamente dispersos, entonces, ellos están interconectados por una red de tipo WAN. Por otro lado, si los sitios están localizados en diferentes edificios o departamentos de una misma organización pero geográficamente en la misma ubicación, entonces, están conectados por una red local (LAN) (Figura 1.4).

Figura 1.3. Un sistema centralizado sobre una red.

Figura 1.4. Un medio ambiente distribuido para bases de datos.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

18

19

Arquitectura bases de datos distribuidas

La arquitectura general de un sistema de bases de datos distribuida, introducirá el concepto de fragmentación de datos relacionado con el nivel de transparencia de distribución que un SBDD debe ofrecer. Se dará una descripción acerca de las componentes de las bases de datos distribuidas.

La arquitectura define la estructura de un sistema. Al definir la arquitectura se deben identificar las componentes de un sistema, las funciones que realiza cada una de las componentes y las interrelaciones e interacciones entre cada componente.

Desde el punto de vista de las bases de datos, conceptualmente existen tres tipos de ambientes que se integran con múltiples procesadores:

1. Arquitecturas de memoria compartida. Consisten de diversos procesadores los cuales accedan una misma memoria y un misma unidad de almacenamiento (uno o varios discos). Algunos ejemplos de este tipo son las computadoras Sequent Encore y los mainframes IBM4090 y Bull DPS8 (Figura 1.5).

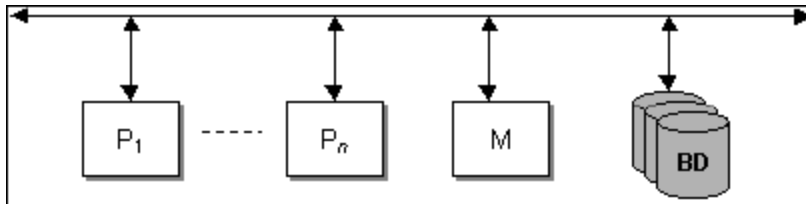
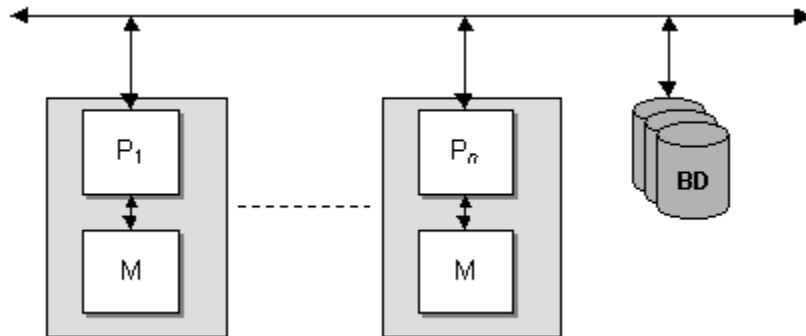


Figura 1.5. Arquitectura de memoria compartida.

2. Arquitecturas de disco compartido. Consiste de diversos procesadores cada uno de ellos con su memoria local pero compartiendo una misma unidad de almacenamiento (uno o varios discos). Ejemplos de estas arquitecturas son los cluster de Digital, y los modelos IMS/VS Data Sharing de IBM (Figura 1.6).



BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

19

Figura 1.6. Arquitectura de disco compartido.

20

3. Arquitecturas nada compartido. Consiste de diversos procesadores cada uno con su propia memoria y su propia unidad de almacenamiento. Aquí se tienen los clusters de estaciones de trabajo, las computadoras Intel Paragon, NCR 3600 y 3700 e IBM SP2 (Figura 1.7).

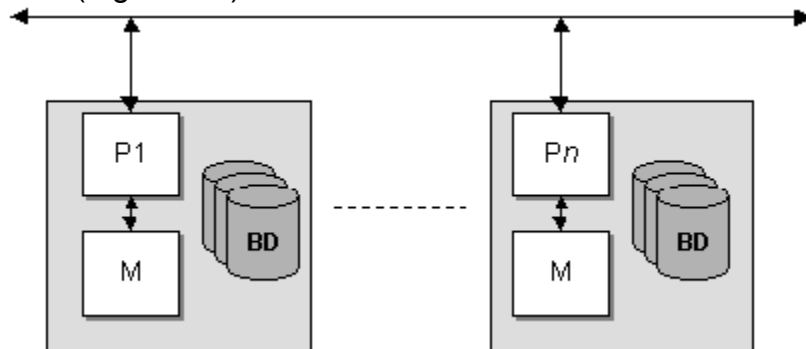


Figura 1.7. Arquitectura nada compartido.

La mayoría de los sistemas de manejo de bases de datos disponibles actualmente están basadas en la arquitectura ANSI-SPARC la cual divide a un sistema en tres niveles: interno, conceptual y externo, como se

puede apreciar en la Figura 2.4.

La vista conceptual, conocida también como vista lógica global, representa la visión de la comunidad de usuarios de los datos en la base

20

de datos. No toma en cuenta la forma en que las aplicaciones individuales observan los datos o como éstos son almacenados. La vista conceptual está basada en el esquema conceptual y su construcción se hace en la primera fase del diseño de una base de datos.

Los usuarios, incluyendo a los programadores de aplicaciones, observan los datos a través de un esquema externo definido a nivel externo. La vista externa proporciona una ventana a la vista conceptual lo cual permite a los usuarios observar únicamente los datos de interés y los aísla de otros datos en la base de datos.

Puede existir cualquier número de vistas externas y ellos pueden ser completamente independientes o traslaparse entre sí.

El esquema conceptual se mapea a un esquema interno a nivel interno, el cual es el nivel de descripción más bajo de los datos en una base de datos. Este proporciona una interfaz al sistema de archivos del sistema operativo el cual es el responsable del acceso a la base de datos. El nivel interno tiene que ver con la especificación de qué elementos serán indexados, qué técnica de organización de archivos utilizar y como los datos se agrupan en el disco mediante "clusters" para mejorar su acceso.

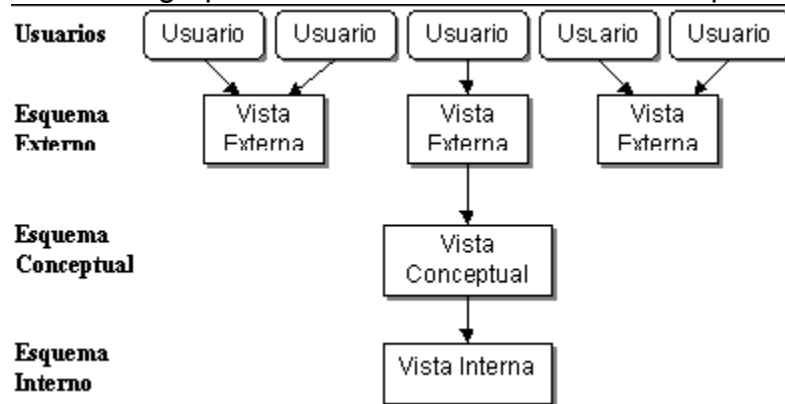


Figura 2.4. Arquitectura ANSI/SPARC de una base de datos.

Desafortunadamente, no existe un equivalente de una arquitectura estándar para sistemas de manejo de bases de datos distribuidas. La tecnología y prototipos de SMBDD se han desarrollado más o menos en forma independiente uno de otro y cada sistema ha adoptado su propia arquitectura.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

21

Para definir un esquema de estandarización en bases de datos distribuidas se debe definir un *modelo de referencia* el cual sería un marco de trabajo conceptual cuyo propósito es dividir el trabajo de estandarización en piezas manejables y mostrar a un nivel general como esas piezas se relacionan unas con otras. Para definir ese modelo de referencia se puede seguir uno de los siguientes tres enfoques:

1. Basado en componentes. Se definen las componentes del sistema junto con las relaciones entre ellas. Así, un SMDB consiste de un número de componentes, cada uno de los cuales proporciona alguna funcionalidad.

2. Basado en funciones. Se identifican las diferentes clases de usuarios junto con la funcionalidad que el sistema ofrecerá para cada clase. La especificación del sistema en esta categoría típicamente determina una estructura jerárquica para las clases de usuarios.

La ventaja de este enfoque funcional es la claridad con la cual se especifican los objetivos del sistema. Sin embargo, este enfoque no proporciona una forma de alcanzar los objetivos.

3. Basado en datos. Se identifican los diferentes tipos de descripción de datos y se especifica un marco de trabajo arquitectural el cual define las unidades funcionales que realizarán y/o usarán los datos de acuerdo con las diferentes vistas.

La ventaja de este enfoque es la importancia que asigna al manejo de datos. Este es un enfoque significativo para los SMDB dado que su propósito principal es manejar datos. Sin embargo, la desventaja de este enfoque es que es prácticamente imposible especificar un modelo arquitectural sin especificar los modelos para cada una de sus unidades funcionales. Este es el enfoque seguido por el modelo ANSI/SPARC.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

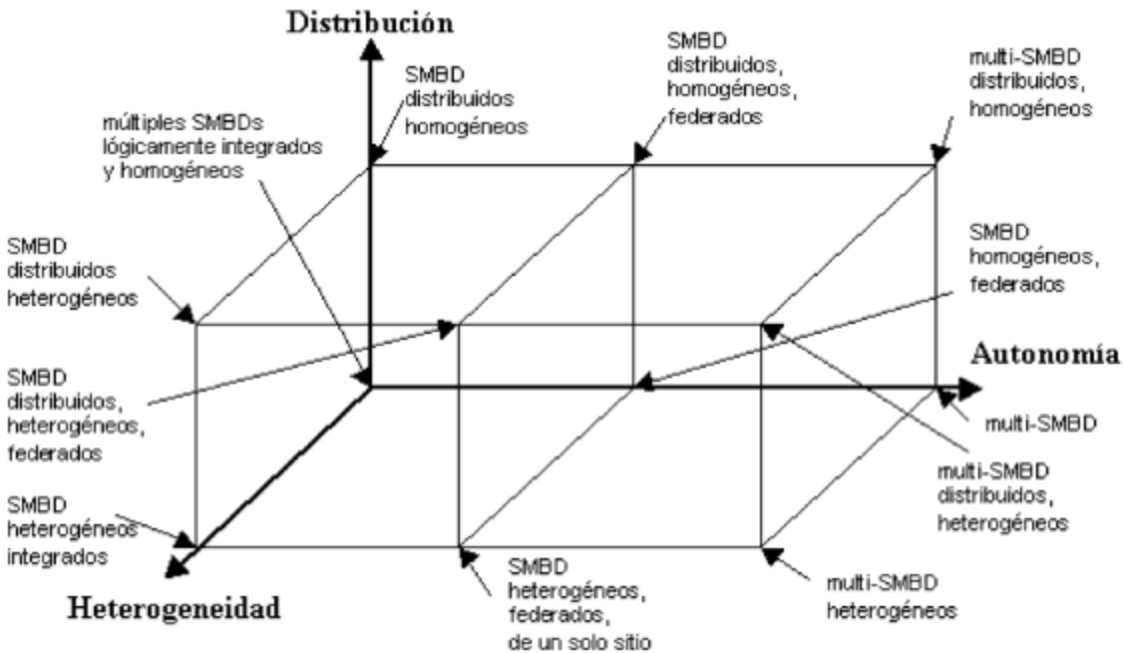


Figura 2.8. Dimensiones a considerar al integrar múltiples bases de datos.

En la Figura se presentan las diferentes dimensiones (factores) que se deben considerar para la implementación de un sistema manejador de base de datos. Las dimensiones son tres:

- 1. Distribución.** Determina si las componentes del sistema están localizadas en la misma computadora o no.
- 2. Heterogeneidad.** La heterogeneidad se puede presentar a varios niveles: hardware, sistema de comunicaciones, sistema operativo o SMBD. Para el caso de SMBD heterogéneos ésta se puede presentar debido al modelo de datos, al lenguaje de consultas o a los algoritmos para manejo de transacciones.
- 3. Autonomía.** La autonomía se puede presentar a diferentes niveles:

Autonomía de diseño. La habilidad de un componente del SMBD para decidir cuestiones relacionadas a su propio diseño.

Autonomía de comunicación. La habilidad de un componente del SMBD para decidir como y cuando comunicarse con otros SMBD.

Autonomía de ejecución. La habilidad de un componente del SMBD para ejecutar operaciones locales de la manera que él quiera.

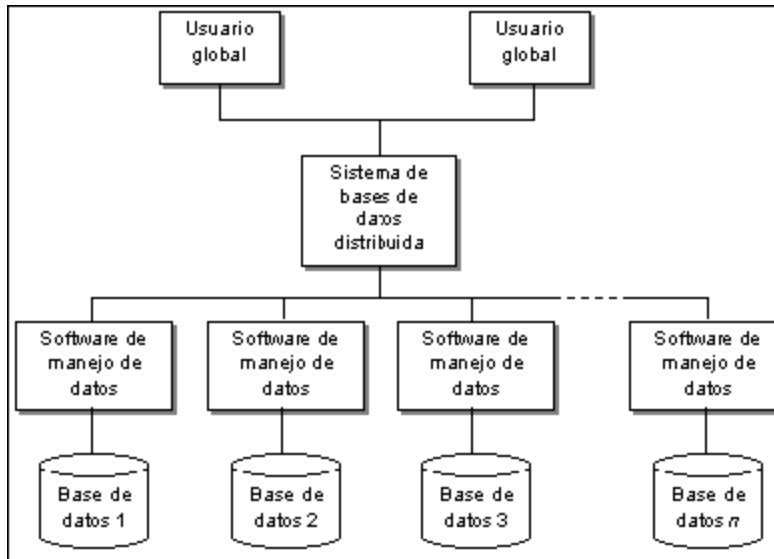


Figura 2.9. Arquitectura de un SMBDD homogéneo.

Desde el punto de vista funcional y de organización de datos, los sistemas de datos distribuidos están divididos en dos clases separadas, basados en dos filosofías totalmente diferentes y diseñadas para satisfacer necesidades diferentes:

1. Sistemas de manejo de bases de datos distribuidos homogéneos
2. Sistemas de manejo de bases de datos distribuidos heterogéneos

Un *SMBDD homogéneo* tiene múltiples colecciones de datos; integra múltiples recursos de datos como se muestra en la Figura . Los sistemas homogéneos se parecen a un sistema centralizado, pero en lugar de almacenar todos los datos en un solo lugar, los datos se distribuyen en varios sitios comunicados por la red.

No existen usuarios locales y todos ellos accedan la base de datos a través de una interfaz global. El esquema global es la unión de todas las descripciones de datos locales y las vistas de los usuarios se definen sobre el esquema global.

.....

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

24

24

Para manejar los aspectos de la distribución, se deben agregar dos niveles a la arquitectura estándar ANSI-SPARC, como se muestra en la

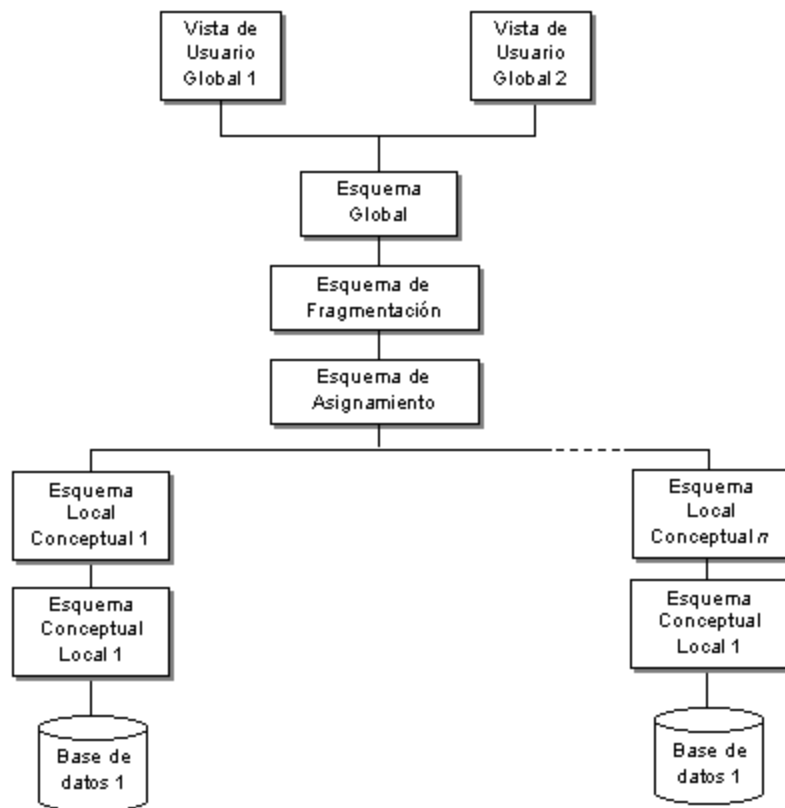
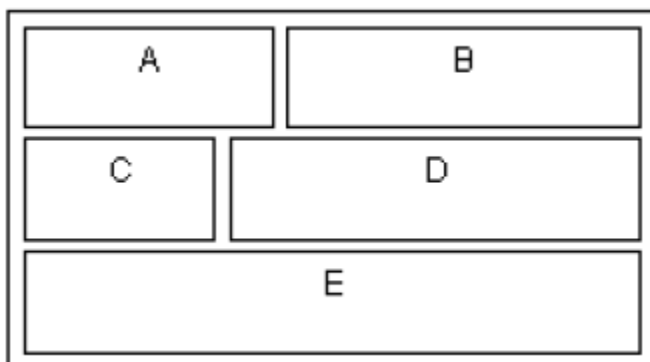


Figura 2.10. El **esquema de fragmentación** describe la forma en que las relaciones globales se dividen entre las bases de datos locales.



La Figura 2.11 presenta el ejemplo de una relación, R, la cual se divide en cinco fragmentos. El **esquema de asignamiento** especifica el lugar en el cual cada fragmento es almacenado. De aquí, los fragmentos pueden migrar de un sitio a otro en respuesta a cambios en los patrones de acceso.

Figura 2.10. Arquitectura de los esquemas de un SMBDD homogéneo.

Figura 2.11. Fragmentación de una relación global.

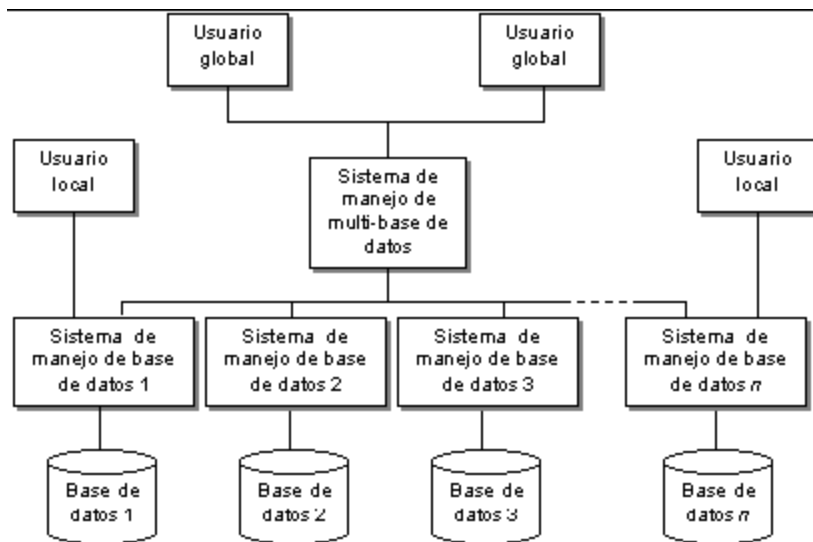


Figura 2.12. Arquitectura de un sistema multi-bases de datos.

La clase de *sistemas heterogéneos* es aquella caracterizada por manejar diferentes SMBD en los nodos locales. Una subclase importante dentro de esta clase es la de los **sistemas de manejo multi-bases de datos**. Un sistema multi-bases de datos (Smulti-BD) tiene múltiples SMBDs, que pueden ser de tipos diferentes, y múltiples bases de datos existentes.

La integración de todos ellos se realiza mediante subsistemas de software. La arquitectura general de tales sistemas se presenta en la Figura 2.12. En contraste con los sistemas homogéneos, existen usuarios locales y globales. Los usuarios locales accedan sus bases de datos locales sin verse afectados por la presencia del Smulti-BD.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

26

26

En algunas ocasiones es importante caracterizar a los sistemas de bases de datos distribuidas por la forma en que se organizan sus componentes. En la Figura 2.13 se presenta la arquitectura basada en componentes de un SMBD distribuido. Consiste de dos partes fundamentales, el procesador de usuario y el procesador de datos. El procesador de usuario se encarga de procesar las solicitudes del usuario, por tanto, utiliza el esquema externo del usuario y el esquema conceptual global. Así también, utiliza un **diccionario de datos global**.

El procesador de usuario consiste de cuatro partes: un manejador de la interfaz con el usuario, un controlador semántico de datos, un optimizador global de consultas y un supervisor de la ejecución global. El procesador de datos existe en cada nodo de la base de datos distribuida. Utiliza un esquema local conceptual y un esquema local interno. El procesador de datos consiste de tres partes: un procesador de consultas

locales, un manejador de recuperación de fallas locales y un procesador de soporte para tiempo de ejecución.

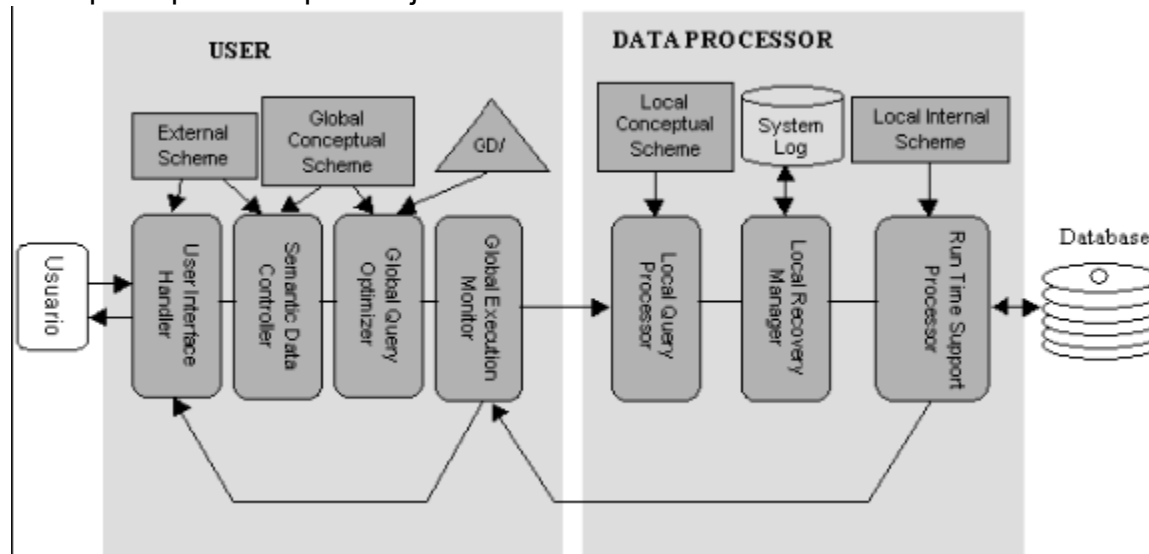


Figura 2.13. Arquitectura basada en componentes de un SMBD distribuido.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

27

27

En la Figura 2.14, se presenta la arquitectura basada en componentes de un sistema multi-bases de datos. Consiste un sistema de manejo de bases datos para usuarios globales y de sistemas de manejo de bases de datos para usuarios locales.

Las solicitudes globales pasan al procesador global el cual consiste de un procesador de transacciones, una interfaz de usuario, un procesador de consultas, un optimizador de consultas, un esquema y un administrador de recuperación de fallas, todos ellos actuando de manera **global**.

En cada sitio existe un SMBD completo el cual consiste de la interfaz con el usuario, el procesador y optimizador de consultas, el manejador de transacciones, el despachador de operaciones, el manejador de recuperación de fallas y el sistema de soporte para tiempo de ejecución, todos ellos actuando de manera **local**. Para comunicar el sistema global con los sistemas locales se define una interfaz común entre componentes mediante la cual, las operaciones globales se convierten en una o varias acciones locales.

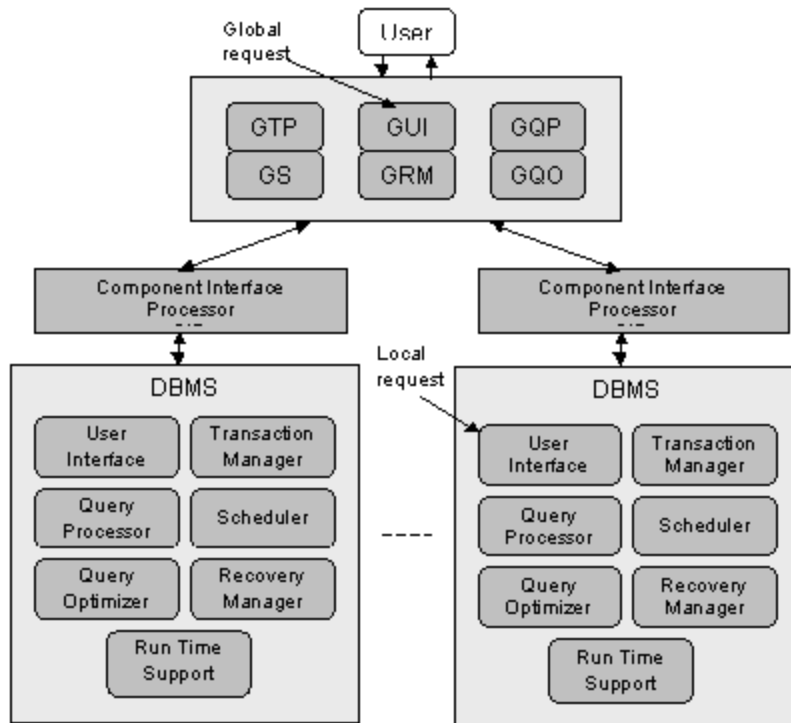


Figura 2.14. Arquitectura basada en componentes de un sistema multibases de datos.

BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS MIS 515

28

28

El manejo de directorio de datos es de una importancia mayor en bases de datos distribuidas. Por un lado, puede haber directorios locales o un solo directorio global. Por otra parte, su manejo puede ser local o distribuido. Finalmente, desde otro punto de vista el directorio puede ser replicado o no replicado.

Como se puede ver en la Figura 2.15, existen combinaciones, en estas tres dimensiones, que no tienen mayor relevancia. Sin embargo, en varios de los vértices del cubo en tres dimensiones aparecen las combinaciones importantes para bases de datos distribuidas.

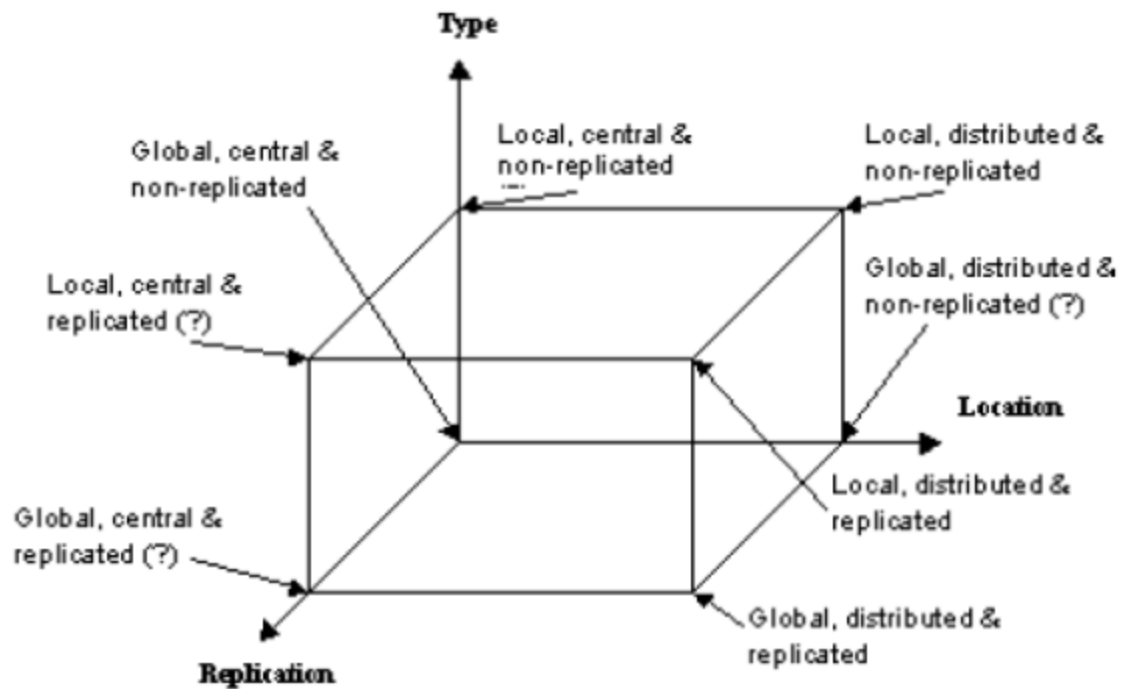


Figura 2.15. Manejo del directorio de datos en bases de datos distribuidas.