



Universidad Politécnica
de Madrid



**Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Informáticos**

Grado en Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado

**Exploración y Desarrollo de un Modelo
de Alta Disponibilidad para Informix**

Autor: Pedro Luis Guerrica-Echevarría Agudo

Tutor: Guillermo Román Díez

Madrid, Mayo 2024

Este Trabajo Fin de Grado se ha depositado en la ETSI Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid para su defensa.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

Título: Exploración y Desarrollo de un Modelo de Alta Disponibilidad para Informix

Mayo 2024

Autor: Pedro Luis Guerrica-Echevarría Agudo

Tutor:

Guillermo Román Díez

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software

ETSI Informáticos

Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

En la actualidad, es corriente encontrar numerosas organizaciones que manejan una ingente cantidad de información crítica en tiempo real pero... ¿y si un día esto no fuese así?

El conocimiento y correcto uso de las tecnologías actuales para evitar pérdidas de información y mantener los sistemas servidores disponibles en todo momento resultan fundamentales en algunos negocios y organizaciones a nivel mundial.

Construir un sistema escalable que sea tolerante a fallos es uno de los principales objetivos cuando de información crítica se trata. Para que un sistema sea escalable se deben plantear escenarios a pequeña escala, comprobar que sus elementos funcionan siguiendo las pautas esperadas, y añadir nuevos elementos al sistema, que se construirán de manera similar, supervisando que los elementos ya existentes dentro del sistema no vean mermadas sus características al añadir nuevos elementos.

Por otro lado, la tolerancia a fallos se puede conseguir con sistemas redundantes y/o con políticas de sustitución o reemplazo. Tener clara la política de reemplazo de elementos en un sistema en casos críticos es fundamental para dar un servicio eficaz y sin fallas, que pueda estar activo en todo momento.

Es por esto que el objetivo de este trabajo es comenzar describiendo estas tecnologías y poder desarrollar sus detalles, desde conceptos generales del producto Informix, hasta conceptos más específicos y concretos de sus mecanismos, modos de funcionamiento, parámetros de los archivos de configuración de cada uno de los elementos del sistema, redes y modos de conexión, etc.

Por último, se mostrarán casos de uso en los que un sistema experimenta caídas de distintos servidores con el objetivo de demostrar que la información permanece disponible para el usuario en todo momento. Se realizarán pruebas de caída de servidores primarios y secundarios, explicando en cada uno de los escenarios las opciones disponibles para su resolución de conflictos y mostrando cuándo el sistema permitirá peticiones de modificación o consulta debido a su estado. También se detallarán casos de uso de clientes accediendo al sistema mediante conexiones indirectas al mismo, usando gestores de conexiones como pasarela.

Abstract

Nowadays, it is common to find numerous organizations that manage a huge amount of critical information in real-time but... what if one day this were not the case?

The knowledge and proper use of current technologies to prevent information loss and maintain server systems available at all times are fundamental in some businesses and organizations worldwide.

Building a scalable system that is fault tolerant is one of the main objectives when dealing with critical information. In order for a system to be scalable, small-scale scenarios must be considered, its elements must be tested to ensure that they work as expected, and new elements must be added to the system, which will be built in a similar way, monitoring that the existing elements within the system do not see their characteristics diminished by the addition of new elements.

On the other hand, fault tolerance can be achieved with redundant systems and/or with substitution or replacement policies. Having a clear policy for the replacement of elements in a system in critical cases is fundamental to provide an efficient and fault-free service that can be active at all times.

This is why the objective of this work is to begin by describing these technologies and to develop their details, from general concepts of the Informix product, to more specific and concrete concepts of its mechanisms, modes of operation, parameters of the configuration files of each of the system elements, networks and connection modes, etc.

Finally, use cases will be shown in which a system experiences crashes of different servers in order to demonstrate that information remains available to the user at all times. Primary and secondary server downtime tests will be performed, explaining in each scenario the options available for conflict resolution and showing when the system will allow modification or query requests due to its status. Use cases of clients accessing the system via indirect connections to the system will also be detailed, using connection managers as a gateway.

Tabla de contenidos

1. Introducción	1
2. Estado del Arte	2
2.1. Contexto previo	2
2.2. Contexto actual	2
2.3. Informix y sus competidores	2
2.3.1. Oracle	3
2.3.2. Microsoft SQL Server	3
3. Desarrollo	4
3.1. Conceptos Generales de Informix	4
3.1.1. Conceptos Básicos	4
3.1.2. Funcionamiento del Gestor y sus Mecanismos. Fast Recovery	8
3.1.3. Instalación y Configuración del Producto	11
3.2. Replicación Lógica (ER)	13
3.2.1. Conceptos Básicos	13
3.2.2. Funcionamiento	14
3.3. Replicación Física	14
3.3.1. Conceptos Básicos	14
3.3.2. Funcionamiento	14
3.4. Diseño de un Sistema de Alta Disponibilidad	14
3.4.1. Definición de la Estructura	14
3.4.2. Instalación del Producto Informix	18
3.4.3. Generación de Archivos de Configuración	19
3.4.4. Arranque y sincronización de máquinas	26
3.5. Caídas y Recuperación de Entornos	47
3.5.1. Caída de un Servidor no Primario (RSS)	47
3.5.2. Caída de un Servidor Primario	49
3.5.3. Prueba de Gestores de Conexiones	54
4. Resultados y conclusiones	58
5. Análisis de Impacto	60
6. Bibliografía	61

1. Introducción

La gestión de la información en el siglo XXI, no sólo en términos de eficiencia sino también en cuestiones relacionadas con la seguridad de los datos, ha formado un papel crucial en nuestra sociedad [1]. La pérdida de cierta información almacenada en nuestros sistemas informáticos tiene el potencial de provocar desastres a nivel mundial. Es por esto que el correcto tratamiento y mantenimiento de los mecanismos de protección contra pérdidas de información cobra tanta importancia actualmente.

La construcción de estos sistemas tolerantes a fallos debería ir estrictamente ligada al incremento de la productividad y el rendimiento, especialmente cuando se cuenta con una gran masa de usuarios o clientes que puedan acceder simultáneamente a un mismo sistema.

El objetivo de este trabajo es informar, analizar y comprobar el funcionamiento de un Modelo de Alta Disponibilidad ofrecido por los productos Informix. Esto se hará mediante la selección y redacción de información relevante en relación a Informix, las soluciones que proponen sus productos orientados a los problemas actuales, y el diseño de un sistema funcional a pequeña escala que demuestre que las soluciones propuestas por sus productos protegen efectivamente a nuestros sistemas de la pérdida de información.

Con esto, se comprobará que los servidores que forman parte de una misma red tienen la capacidad de informar sobre su estado en tiempo real y cambiar sus modos de operación para satisfacer la carga de la red en cada escenario.

También se mostrará que el sistema, al ser escalable, podría soportar cargas incrementales en cuanto al número de peticiones lanzadas sobre el sistema, siendo la solución, en ocasiones tan sencilla, como añadir máquinas servidoras que sigan el mismo patrón de configuración que las máquinas ya instaladas en el sistema, siempre teniendo en cuenta que la configuración de los parámetros de los gestores de conexiones resultará crucial a la hora de gestionar nuevas conexiones por parte de los clientes que quieran acceder al sistema.

El sistema que se diseñará y utilizará para las pruebas de caídas de los sistemas, y el estudio de la protección de la información que está contenida en los mismos, se llevará a cabo en cinco máquinas virtuales. Las principales limitaciones que se encontrarán se verán reflejadas en el hardware de las máquinas empleadas, ya que los parámetros de los productos Informix que se evaluarán superan en numerosos aspectos las características funcionales del hardware.

2. Estado del Arte

2.1. Contexto previo

No es ninguna sorpresa que la sociedad actual deposita y confía una gran cantidad de información sobre sus operaciones en sistemas virtuales, pero esto no siempre fue así. En las últimas décadas hemos experimentado un avance sin precedentes en la informática y, en este caso de estudio, en el almacenamiento de ingentes cantidades de datos, sobre los que se espera que se mantengan disponibles con cierta frecuencia [2]. Es por esto que consecutivas soluciones se han ido desarrollando y perfeccionando a lo largo de los últimos años para conseguir que el riesgo de perder datos sea el menor posible y se mejore sustancialmente la potencia al poder paralelizar procesos entre varias máquinas.

2.2. Contexto actual

Los problemas que afronta un sistema informático en la actualidad, pueden tener origen en multitud de contextos relacionados con la ciberseguridad y la prevención de ataques informáticos por parte de hackers, pero también se suceden fallos informáticos por otros motivos como puedan ser los fallos de hardware. Independientemente del origen, en caso de fallos en los sistemas, se pretende que la recuperación de los mismos sea, no sólo inmediata, sino también totalmente efectiva.

Para poder asegurar este comportamiento, se necesita invertir en sistemas que posean mecanismos de protección y tolerancia ante fallos, y su correcta configuración para que puedan operar con todas sus garantías. En este caso se mencionarán sistemas que emplean varias máquinas para poder tomar el control sobre el flujo de la información, cuando esta no se encuentre disponible en alguno de los puntos del sistema.

2.3. Informix y sus competidores

Informix se creó en 1980 bajo el nombre de Relational Database Systems Inc, y en 1986 salió a bolsa con su nuevo nombre, Informix Corporation. En el año 2001 vendió su rama empresarial de base de datos llamada Informix Software a IBM, una empresa multinacional estadounidense dedicada a la fabricación y comercialización de hardware, software y servicios informáticos [3].

Informix es una familia de productos de sistemas de gestión de bases de datos, conocida por su alto rendimiento, disponibilidad, capacidades de replicación y escalabilidad de datos, y bajos costos administrativos. Siendo uno de los servidores de bases de datos más utilizados en el mundo, Informix incorpora conceptos de diseño únicos que difieren significativamente de las plataformas relacionales tradicionales, lo que resulta en niveles extremadamente altos de rendimiento y disponibilidad. Además, Informix es reconocido por su facilidad de mantenimiento y su modelo híbrido con soporte relacional y NoSQL.

2.3.1. Oracle

Oracle es una empresa que se especializa en el desarrollo de soluciones en la nube y locales. Ofrece una pila completa y totalmente integrada de servicios de plataforma y aplicaciones en la nube, como Oracle Cloud Applications y Oracle Cloud Platform. Oracle es conocida por su sistema de gestión de bases de datos, Oracle Database, que es un sistema de base de datos relacional con objetos. Oracle es conocida por ofrecer una amplia gama de servicios, como aplicaciones en la nube, infraestructura en la nube y sistemas de gestión de bases de datos, entre otros [4].

2.3.2. Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server es un sistema de gestión de bases de datos relacionales desarrollado por Microsoft. Utiliza Transact-SQL, una implementación de Microsoft del lenguaje SQL ANSI, para manipular y consultar datos. A su vez, es una plataforma de información integral que ofrece un amplio rango de servicios, incluyendo integración, análisis y generación de informes de datos. El sistema es utilizado por diversos productos y servicios, como Azure SQL Database, Azure Synapse Analytics y Azure SQL Edge. Está diseñado para almacenar y gestionar bases de datos relacionales y ofrece diferentes ediciones para diferentes propósitos, como Enterprise, Standard, Express y Developer. El sistema también ofrece funciones avanzadas como tecnología de memoria en tiempo real, índices de columnas y capacidades analíticas avanzadas [5].

3. Desarrollo

3.1. Conceptos Generales de Informix

3.1.1. Conceptos Básicos

3.1.1.1. Multithreading

El servidor de base de datos Informix utiliza una arquitectura de múltiples hilos (threads) [6], lo que permite que sean necesarios menos procesos para realizar las actividades del sistema de gestión de bases de datos (DBMS). En lugar de tener un proceso por cada usuario, un solo proceso puede trabajar para múltiples aplicaciones a través del uso de hilos. Esta arquitectura eficiente y escalable permite asignar dinámicamente procesos al servidor de base de datos según sea necesario, por lo que se le conoce como "Servidor Dinámico".

La principal ventaja de esta arquitectura multihilos es su capacidad de escalar de manera eficiente. A medida que se añaden más usuarios, el servidor requiere una mínima cantidad de recursos adicionales para soportar a estos usuarios, lo que resulta en una mejor utilización de los recursos y un rendimiento óptimo del servidor.

3.1.1.2. Arquitectura Informix

La arquitectura del sistema del servidor de base de datos Informix está compuesta por tres componentes principales: el componente de procesos, el componente de memoria compartida y el componente de disco.

El componente de procesos incluye los procesadores virtuales, conocidos en UNIX como "oninit".

El componente de memoria compartida se subdivide a su vez en tres partes: la porción residente para el almacenamiento en caché de datos del disco, la porción virtual para controlar los recursos necesarios para los procesos y la porción de mensajes que facilita la comunicación entre los procesos del cliente y el servidor.

Finalmente, el componente de disco es una colección de unidades de espacio en disco asignadas al servidor, donde se almacenan todos los datos de las bases de datos y la información del sistema necesaria para mantener el servidor.

3.1.1.3. Componente de Procesos

El componente de procesos del servidor de base de datos Informix está compuesto por procesadores virtuales (VP) [7]. Cada VP pertenece a una clase de procesadores virtuales, responsable de un conjunto específico de tareas,

como escribir en el registro lógico o leer datos del disco. Un VP puede pertenecer únicamente a una clase, pero una clase de VP puede tener uno o más VPs, configurables por el administrador del sistema.

Los VPs programan y ejecutan hilos y cada VP de una clase específica solo puede ejecutar hilos de esa clase. Los VPs se ejecutan como root para poder realizar ciertas tareas en nombre del usuario que inició la tarea, proporcionando una mayor protección y eficiencia a los procesos del servidor de base de datos, ya que solo root o informix pueden finalizar un VP.

3.1.1.4. Componente de Memoria Compartida

El componente de memoria compartida [8] en el servidor de base de datos Informix está dividido en tres partes: la porción residente, la porción virtual y la porción de mensajes.

La porción residente contiene el conjunto de búferes y otras estructuras de datos del sistema, y puede configurarse para permanecer en la memoria principal si el sistema operativo lo permite. Esta porción es crucial para el acceso rápido a los datos almacenados en caché.

La porción virtual se utiliza principalmente para la información de control de hilos y sesiones, gestionando dinámicamente la asignación y desasignación de memoria según sea necesario.

La porción de mensajes es opcional y contiene los búferes de mensajes utilizados en la comunicación entre el cliente y el servidor cuando se utiliza el método de memoria compartida para esta comunicación. Este diseño permite una gestión eficiente de los recursos y una comunicación rápida dentro del entorno del servidor de base de datos.

A continuación se especifican más detalles sobre la porción residente.

3.1.1.5. Porción Residente

La porción residente de la memoria compartida en el servidor de base de datos Informix [9] se utiliza principalmente para mantener el conjunto de búferes. Este conjunto de búferes almacena páginas de datos de las tablas de la base de datos, permitiendo un acceso rápido a los datos más utilizados. Además, la porción residente también gestiona otras estructuras y recursos del sistema del servidor, conocidas como tablas internas, aunque estas no deben confundirse con las tablas de la base de datos.

El servidor asigna una tabla interna a cada uno de los principales recursos del sistema, y el tamaño de estas tablas es configurable mediante la herramienta "onmonitor" o modificando el archivo de configuración "onconfig". Entre las estructuras gestionadas en la porción residente se incluyen las colas LRU, las estructuras de bloqueo y los búferes de registros lógicos y físicos. Estas configuraciones permiten un control eficiente y personalizado de los recursos de la memoria compartida, optimizando el rendimiento del servidor.

Physical Log Buffers [10]: Una parte importante de la porción residente de la memoria compartida se destina a los búferes del physical log o registro físico. El physical log es un log especial utilizado por los mecanismos internos de tolerancia a fallos del servidor, que contiene imágenes anteriores de las páginas de datos e índices que han sido modificados desde su lectura del disco. Este registro ayuda a mantener la integridad de los datos y la recuperación en caso de fallos.

Para minimizar la cantidad de operaciones de entrada/salida físicas asociadas con el mantenimiento de este registro, se utilizan búferes. En lugar de escribir cada entrada directamente en el disco, las entradas se escriben en un búfer, que se vacía posteriormente según sea necesario. El servidor controla cuándo se vacían estos búferes, garantizando que se realice en los momentos apropiados para mantener el rendimiento y la integridad del sistema.

Logical Log Buffers [11]: El logical log o registro lógico en el servidor de base de datos Informix es una colección de archivos de log en disco que recibe entradas de DML (inserciones, actualizaciones, eliminaciones) para bases de datos registradas, así como DDL para todas las bases de datos [12]. Este conjunto de archivos de log es compartido por todas las bases de datos, intercalando transacciones de diferentes bases de datos dentro de los archivos de log de transacciones.

Para reducir la cantidad de operaciones de entrada/salida físicas necesarias para escribir estos datos en el disco, el servidor utiliza búferes. Inicialmente, los datos se colocan en un búfer y se vacían posteriormente. El servidor asigna tres búferes de memoria configurables para el uso del logical log en disco, lo que ayuda a minimizar la carga de operaciones de entrada/salida y optimiza el rendimiento del sistema.

3.1.1.6. Componentes del disco

Chunks [13]: El componente de disco en el servidor de base de datos Informix se gestiona mediante unidades de espacio contiguo llamadas chunks. Un chunk se identifica de manera única por un nombre de ruta absoluta, un desplazamiento y un tamaño designado en kilobytes. Estos chunks pueden ser dispositivos de disco sin formato (“raw disk”) o archivos de sistema (“cooked file”).

El servidor de Informix no utiliza el sistema de archivos de UNIX para la gestión del espacio en disco, sino que emplea sus propios mecanismos, que son más adecuados para la gestión de bases de datos. Estos chunks proporcionan el espacio necesario para el servidor, que se encarga de gestionar su uso interno. Esta metodología permite una administración de espacio más eficiente y optimizada para las necesidades del servidor de bases de datos.

Páginas [14]: En el servidor de base de datos Informix, un chunk se divide en unidades llamadas páginas que son las unidades básicas de almacenamiento y entrada/salida en el servidor. Toda la información de datos y del sistema se almacena en páginas dentro de un chunk. La página es la mínima unidad de entrada/salida que se lee o escribe en el disco, y tiene una estructura interna específica con distintos tipos de páginas.

Cuando se asigna un chunk al sistema del servidor, este se descompone en páginas. Por ejemplo, si se almacena una fila de una tabla de base de datos, los datos de esa fila se guardarán en una página. Al leer datos del disco en un búfer de la memoria compartida, se lee toda la página donde se almacenan esos datos.

El tamaño de la página viene determinado por el sistema operativo de la máquina, siendo comúnmente de 2 KB (por ejemplo LINUX o HP), aunque algunos sistemas usan un tamaño de página de 4 KB (por ejemplo Windows o AIX). A partir de las últimas versiones del producto, se puede configurar un tamaño de página mayor para cada dbspace, siendo el máximo de 16 KB.

Tbspaces [15]: Un tblspace en el servidor de base de datos Informix es una colección lógica de todas las páginas que contienen los datos e índices de una tabla de base de datos, lo que permite una gestión flexible y eficiente del almacenamiento de datos en el servidor.

Aunque el espacio asignado a un tblspace no es necesariamente contiguo, los grupos contiguos de páginas dentro de un tblspace se llaman “extents” [16]. Para concretar, un tblspace sería equivalente a una tabla, o a un fragmento de una tabla si esta está fragmentada. El espacio que representa un tblspace puede estar contenido en un solo chunk o disperso en varios chunks.

Para tablas no fragmentadas, un tblspace siempre residirá en un único dbspace. Si el dbspace tiene varios chunks asignados, las páginas del tblspace pueden estar en cualquier chunk de ese dbspace.

Dbspaces [17]: Un dbspace en el servidor de base de datos Informix es un conjunto lógico de chunks, que proporciona un pool de espacio en disco para ser utilizado por las tablas y bases de datos creadas por el servidor. Cada dbspace debe tener al menos un chunk asignado inicialmente, conocido como chunk primario, aunque puede tener varios chunks asignados según sea necesario. Si un dbspace se queda sin espacio debido a que todos los chunks están llenos, se pueden agregar más chunks.

Las bases de datos y tablas pueden ser creadas en dbspaces específicos, lo que significa que solo pueden crecer hasta el límite del espacio disponible en ese dbspace. No se puede controlar en qué chunks de un dbspace se crean las bases de datos o tablas, pero si se desea asegurar que se creen en un dispositivo físico específico, se deben asignar al dbspace solo chunks que residan en ese dispositivo físico.

Es importante destacar que cada sistema de servidor debe tener al menos un dbspace, llamado dbspace raíz, donde se encuentra toda la información vital del sistema que controla el servidor. Este es un componente esencial para el funcionamiento del sistema de base de datos.

Logical log [18]: El logical log o registro lógico en el servidor de base de datos Informix se utiliza para la recuperación lógica de las bases de datos registradas, almacenando registros de transacciones y otra información relevante. Este registro es compartido por todas las bases de datos en el servidor y está compuesto por archivos de registro lógico, que a su vez conforman páginas contiguas utilizadas para los registros de transacciones.

Cada servidor reserva un cierto espacio en disco para el logical log, que está formado por varios archivos de registro lógico. Estos archivos son colecciones de páginas contiguas en disco utilizadas para almacenar registros de transacciones, que rastrean todos los cambios realizados en las bases de datos del servidor. Cada servidor debe tener al menos tres archivos de logical log.

Physical log [19]: El physical log o registro físico en el servidor de base de datos Informix es una colección de páginas contiguas en disco utilizadas con propósitos de recuperación automática.

Cuando una página se ha leído en un búfer de memoria compartida y un usuario desea modificar los datos en esa página, antes de que se realice el cambio se escribe una copia de la página en su condición original en el physical log. Esta copia de la página se define como una imagen previa (es decir, una copia de la página antes de que fuera modificada).

Solo el primer cambio en una página en un búfer causará que se escriba una imagen previa en el physical log, lo que significa que cambios posteriores en la misma página no generarán imágenes previas adicionales en el physical log. Estas imágenes previas serán utilizadas por un mecanismo de recuperación automática.

3.1.1.7. Evento crítico en el servidor: Checkpoint

A medida que las páginas se leen del disco en los búferes de memoria compartida y se modifican en estos búferes, las versiones de las páginas en disco y en memoria dejan de estar sincronizadas. Para volver a sincronizarlas, se realiza un evento conocido como checkpoint [20] (o punto de control), un evento crítico en el servidor.

Estos eventos de checkpoint también actúan como puntos de recuperación. Si el sistema se bloquea, los cambios realizados en las páginas en memoria compartida no se reflejan en las páginas en disco. Sin embargo, se sabe que solo los cambios realizados desde el último checkpoint en memoria, no se reflejan en disco, y los mecanismos de recuperación automáticos del servidor se encargan de recuperar esos cambios. Esto asegura que el sistema pueda recuperarse de manera efectiva en caso de una interrupción.

3.1.2. Funcionamiento del Gestor y sus Mecanismos. Fast Recovery

Los gestores Informix pueden experimentar diversos tipos de fallos externos. Ante estas situaciones, existen algunos mecanismos de recuperación de servidores. Cuando se producen caídas del sistema y todo el sistema informático se detiene, los servidores deben recuperarse rápidamente a un estado consistente una vez reiniciado, usando la recuperación rápida o Fast Recovery [21].

Cuando se inicia un apagado del sistema por parte del administrador, la última actividad realizada por el servidor es un checkpoint, dejando el registro físico vacío y un registro de checkpoint en el registro lógico. Un mensaje se escribirá en el registro de mensajes indicando que el sistema se apagó.

Si el servidor se apagó de manera controlada, se habrá realizado un checkpoint como última operación, dejando el registro físico vacío y el último registro lógico del checkpoint. En este caso, la última entrada en el registro de mensajes del sistema indicará que el servidor se detuvo.

En cambio, en caso de un fallo del sistema, es probable que haya páginas en el registro físico y que la última entrada en el registro lógico no sea un registro de checkpoint.

Las últimas entradas en el registro de mensajes no mostrarán que ocurrió un apagado del sistema. Esto indica que el checkpoint no fue el último evento antes del fallo, dejando el registro físico con datos y el registro lógico sin un checkpoint como última entrada. En casos raros, puede haber una entrada de fallo inesperado en el registro lógico.

En cualquier caso, el proceso de recuperación rápida se efectuará cuando se reinicie el servidor. Si el registro de mensajes no muestra un mensaje final indicando que el servidor se detuvo, significa que el sistema no se apagó de manera controlada y la recuperación rápida restaurará el sistema al volver a ponerlo en línea.

La recuperación rápida tras un checkpoint se realiza en dos etapas:

1. El servidor de base de datos utiliza el registro físico para volver al punto más reciente de consistencia física conocida, es decir, el checkpoint más reciente.
2. El servidor utiliza los archivos del registro lógico para recuperar la consistencia lógica, realizando todas las transacciones comprometidas después del último checkpoint y deshaciendo todas las transacciones que quedaron incompletas.

El primer paso del proceso de recuperación rápida es leer el archivo de registro físico. Si no hay entradas en el registro físico, este paso está completo. Sin embargo, si hay entradas en el registro físico, se requiere una acción adicional.

Este paso implica recuperar las páginas de imágenes anteriores del registro físico, asegurando que los datos en disco reflejen el estado de las páginas en cuestión en el momento del último checkpoint. Se realiza leyendo todas las imágenes anteriores del registro físico en la memoria compartida y luego realizando un checkpoint para escribir los datos de manera eficiente.

Es necesario deshacer estos cambios porque una página modificada del búfer de memoria compartida puede haber sido escrita en disco antes de que ocurriera el checkpoint. Esto garantiza que el proceso de restauración lógica

que tendrá lugar funcione contra los datos en su estado original. Una vez procesadas todas las imágenes anteriores del registro físico, este primer paso de la recuperación rápida está completo.

El siguiente paso en el mecanismo de recuperación rápida es localizar el último registro de checkpoint en el registro lógico. La ubicación de este registro se encuentra en las páginas reservadas del sistema.

Después de localizar el registro de checkpoint, todas las transacciones registradas en el registro lógico desde ese punto en adelante se vuelven a ejecutar, reproduciendo todas las modificaciones en las bases de datos desde el último checkpoint. Este paso implica avanzar todas las transacciones lógicas escritas después del registro de checkpoint más reciente, lo que reproduce todas las transacciones desde el último checkpoint. Una vez que se han reproducido todas las entradas en el registro lógico desde el registro de checkpoint, se completa este tercer paso en el mecanismo de recuperación rápida.

El cuarto paso del mecanismo de recuperación rápida es deshacer cualquier transacción que no tenga un commit o un rollback asociado en el registro lógico. Esto garantiza que no queden transacciones incompletas en las bases de datos que no estaban completas en el momento del fallo del sistema. Todas las transacciones que tienen declaraciones de commit o rollback se mantienen.

Para realizar un rollback completo, puede ser necesario leer nuevamente el registro lógico más allá del punto del registro de checkpoint. Cuando se completa este cuarto paso de recuperación rápida, todas las transacciones confirmadas se restauran, todas las transacciones incompletas (es decir, no confirmadas) se deshacen y el proceso de inicio del sistema puede continuar, dejando el servidor en modo Quiescent (modo administración).

Después de completar la recuperación rápida, todas las transacciones completadas serán restauradas, mientras que todas las transacciones incompletas serán deshechas, dejando todas las bases de datos en un estado consistente. Este proceso garantiza que las bases de datos se restauren a un estado de plena integridad, tanto para aquellas con registro de transacciones como para aquellas sin él.

Sin embargo, en el caso de bases de datos sin registro de transacciones, los pasos 2 y 3 de la recuperación rápida no son posibles. En este escenario, las bases de datos se restaurarán a su estado en el momento del último checkpoint. Es esencial tener en cuenta que la recuperación rápida solo puede restaurar transacciones registradas en los registros lógicos. Si se utiliza un registro de búfer, existe la posibilidad de que algunas transacciones no estén

escritas en el registro en disco, lo que podría resultar en la pérdida de transacciones en el búfer en caso de fallo del sistema.

Por lo tanto, al no haber registros en el registro lógico, en el caso de bases de datos sin registro de transacciones, el proceso de restauración lógica no es posible. En este escenario, al reiniciar el sistema, este se restaurará al estado en el momento del último checkpoint, lo que implica perder todos los cambios realizados desde ese momento en todas las bases de datos.

Cuando ocurre un evento de tipo Fast Recovery, cada paso completo se registra en el archivo de registro de mensajes del servidor.

La línea de mensaje que se refiere al primer paso, la recuperación física, indica cuántas imágenes anteriores se restauraron del registro físico.

La línea de mensaje que se refiere al segundo y tercer paso, la recuperación lógica, indica el número de transacciones recuperadas, el número que se deshicieron, el número que quedó abierto y el número que no pudo adquirir los bloqueos necesarios. Sin embargo, a partir de esta información, no es posible determinar exactamente qué transacciones fueron recuperadas y cuáles fueron deshechas. Para obtener esta información, se puede utilizar la utilidad onlog [22] para identificar qué transacciones se vieron afectadas.

3.1.3. Instalación y Configuración del Producto

Durante una instalación completa del producto se requerirá conocer y emplear correctamente diversos comandos que se describen a continuación.

oninit [23]: Inicia el servidor de base de datos. Se debe iniciar sesión como usuario root o usuario informix. A continuación se describen algunas de sus opciones más relevantes durante el próximo caso de estudio:

" **-i** ": Inicializa el espacio en disco para el dbspace raíz para que pueda ser utilizado por el servidor de base de datos y arranca el servidor de base de datos. El espacio en disco necesita ser inicializado solo una vez para preparar el almacenamiento de datos para el servidor. Por defecto, para prevenir la pérdida de datos, no se permite inicializar de nuevo el espacio en disco.

" **-PHY** ": Inicia el servidor a partir del punto de control más reciente. Se utiliza para indicar al servidor que realice solo la recuperación física sin recuperación lógica.

onstat [24]: Lee las estructuras de memoria compartida y proporciona estadísticas sobre el servidor de base de datos en el momento en que se ejecuta el comando. A continuación se describen algunas de sus opciones más relevantes durante el próximo caso de estudio:

" - ": Toda la salida de onstat incluye un encabezado. El comando "onstat -" muestra solo el encabezado de la salida y el valor que se devuelve de este comando indica el modo actual del servidor.

" -d ": Muestra información sobre los chunks en cada espacio de almacenamiento.

" -m ": Imprime las 20 líneas más recientes del registro de mensajes del sistema.

" -l ": Muestra información sobre los registros físicos, registros lógicos y registros lógicos temporales.

" -g dri ": Imprime información sobre las estadísticas de replicación de datos de alta disponibilidad en el servidor actual.

" -g rss ": Muestra información sobre servidores secundarios remotos independientes.

" -g sql ": Muestra información de las sesiones sql.

Nota: Información adicional sobre las opciones de este comando puede ser consultada en la máquina con el uso de "onstat --".

onspaces [25]: Gestiona los espacios de almacenamiento en la base de datos. A continuación se describen algunas de sus opciones más relevantes durante el próximo caso de estudio:

" -c -P <base_de_datos> -p <ruta> -o <desplazamiento> -s <tamaño> ": Crea un physical log space donde almacenar el registro físico.

" -c -d <base_de_datos> -p <ruta> -o <desplazamiento> -s <tamaño> ": Crea un dbspace.

" -c -d <base_de_datos> -t -p <ruta> -o <desplazamiento> -s <tamaño> ": Crea un dbspace temporal.

ontape [26]: Permite cambiar el estado de registro de la base de datos, crear copias de seguridad, iniciar una copias de seguridad continuas del archivo de registro lógico, realizar restauraciones de la base de datos o utilizar comandos externos de restauración. A continuación se describen algunas de sus opciones más relevantes durante el próximo caso de estudio:

" -s -L <nivel> -t <destino_de_la_copia> ": -s se usa para realizar las copias de seguridad. -L indica el nivel de la copia (0 = completa, 1 = parcial desde la última copia 0 y 2 = parcial desde la última copia 0 o 1). -t indica el destino donde se hará la copia (sobrescribe el parámetro TAPEDEV del onconfig).

" -a -d ": -a realiza la copia automática de los logs que estén pendientes de salvar. -d indica modo desatendido (no hay que responder por teclado a la ejecución del comando).

" -p -t <origen_de_la_copia> ": -p restaura una copia sin ejecutar la parte lógica, sólo la parte física. -t indica el destino de la copia.

Nota: Información adicional sobre las opciones de este comando puede ser consultada en la máquina con el uso de “ontape --”.

onparams [27]: Agrega o elimina un archivo de registro lógico, cambia parámetros del registro físico y agrega un nuevo grupo de búferes. A continuación se describen algunas de sus opciones más relevantes durante el próximo caso de estudio:

" **-d -y -l** <número> ": **-d** borra un logical log. **-y** responde afirmativamente a todas las preguntas. **-l** indica el número de log que hay que borrar.

" **-a -d** <dbspace_destino> **-s** <tam(KB)> ": **-a** añade un log. **-d** indica el dbspace destino. **-s** especifica tamaño en KB del log (si no se especifica se toma por defecto el valor del parámetro LOGSIZE del onconfig).

onmode [28]: Cambia el modo de operación del servidor de base de datos y realiza varias operaciones en la memoria compartida, sesiones, transacciones, parámetros y segmentos. A continuación se describen algunas de sus opciones más relevantes durante el próximo caso de estudio:

" **-l** ": Avanza al siguiente logical log.

" **-c** ": Fuerza un checkpoint.

" **-d** <tipo> ": Establece el tipo de nodo para la replicación de datos.

" **-d** <tipo> <máquina> ": Establece el tipo de nodo para la replicación de datos del servidor de Alta Disponibilidad para una máquina concreta de la red con la que se sincroniza.

" **-d add** <tipo> <máquina> ": Añade un servidor secundario.

" **-wf** <parámetro>=<valor> ": Actualiza el valor del parámetro de configuración especificado en el archivo “onconfig” y en la memoria.

" **-ky** ": **-k** apaga el gestor. **-y** responde afirmativamente a todas las preguntas.

oncmsm [29]: Inicia o apaga un Connection Manager.

dbaccess [30]: Inicia DB-Access. Incluye opciones para especificar la base de datos, archivos de comandos, ejecutar sentencias SQL o para ir a una pantalla de menú específica.

3.2. Replicación Lógica (ER)

3.2.1. Conceptos Básicos

La Replicación Lógica, conocida como Enterprise Replication (ER) [31] se ejecuta a nivel de registros. Se trata de una replicación muy versátil ya que permite que en tablas con diferentes nombres, tamaños y campos, se puedan traer datos de otras tablas que no tienen la misma estructura ni información

(aunque debe coincidir el tipo de dato tanto en origen como en destino). En el caso de querer replicar un campo con distinto tipo, es posible hacerlo en el momento de la extracción del dato.

Otra utilidad de esta replicación es que no depende del sistema operativo, e incluso permite replicar entre diferentes versiones de Informix.

Las funciones primitivas de la Enterprise Replication son las que se utilizan en el IBM Data Replication (CDC) [32] que sirve para llevar los datos a otros gestores distintos de Informix (por ejemplo MongoDB).

3.2.2. Funcionamiento

Se deben definir unos servidores y una estructura que puede ser de tipo grafo, aunque los clientes utilicen una estructura de tipo árbol. El problema de los grafos es que se replique en ambos sentidos y se tenga que definir cómo va a ser la resolución de conflictos. Esta es la parte más complicada de esta replicación.

Se definen una serie de replicantes (1 por tabla) para determinar qué datos se van a copiar, y entre qué 2 puntos. Por ejemplo:

```
select * from clientes@gestor_madrid where provincia=madrid insert into personas@gestor_londres
```

3.3. Replicación Física

3.3.1. Conceptos Básicos

A diferencia de la anterior, replica la totalidad del gestor. Es decir, se comporta como si fuera un espejo. Esto quiere decir que se debe tener el mismo sistema operativo y versión de Informix en ambas máquinas. A diferencia del anterior, en este caso se hace necesario tener un primario y que el resto de máquinas dependan de ese primario.

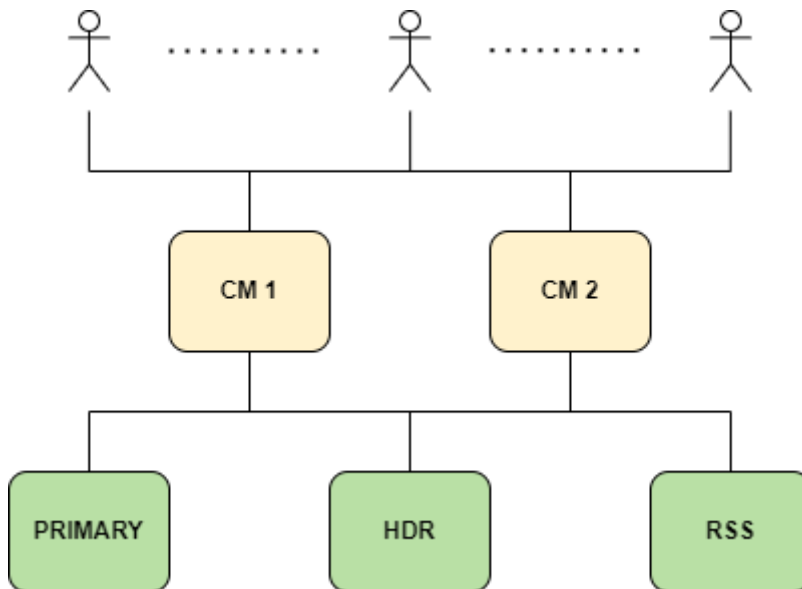
3.3.2. Funcionamiento

Se definen una serie de servidores, en el que uno es el primario, y el resto son secundarios. Pueden haber 0-1 HDRs (High availability Data Replication) y 0-255 RSSs (Remote Secondary Server) y 0-255 SDSs (Shared Disk Secondary)

3.4. Diseño de un Sistema de Alta Disponibilidad

3.4.1. Definición de la Estructura

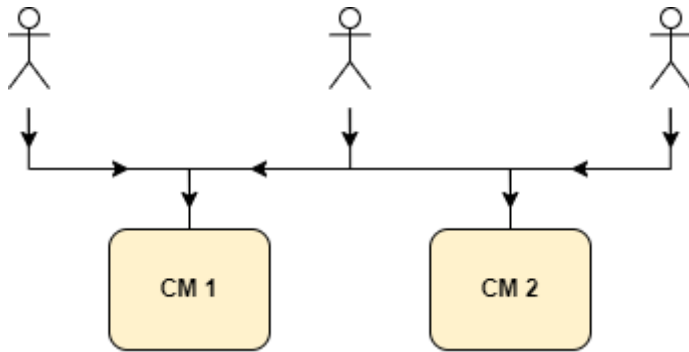
Para el estudio de los conceptos previamente descritos, se establece una estructura de 5 máquinas:



- **PRIMARY:** Servidor primario.
- **HDR:** (High availability Data Replication) Servidor adicional que replica los datos de manera síncrona o semi-síncrona.
- **RSS:** (Remote Standalone Secondary server) Servidor adicional.
- **CM 1** y **CM 2:** Gestores de conexiones (también conocidos como balanceadores) que se encargan de lidiar con las peticiones de conexión de las aplicaciones de los clientes, a los servidores y asignar dichas conexiones conforme a la política de asignación.

Los clientes establecen sus conexiones a los servidores siguiendo el siguiente esquema:

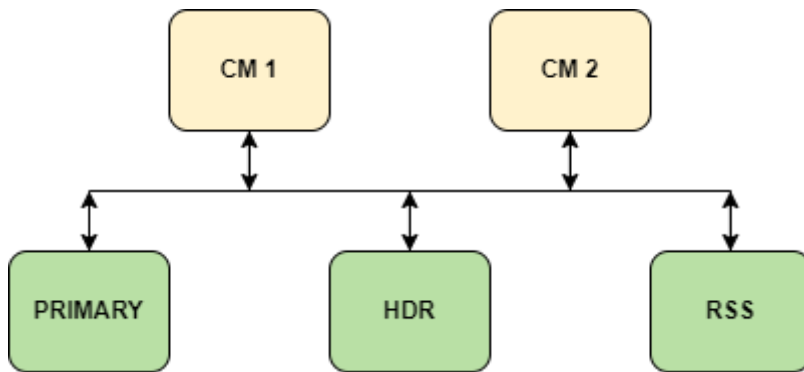
Fase 1: Solicitud de conexiones



Los clientes se conectan al grupo de gestores de conexiones y envían una petición para conectarse a un servidor.

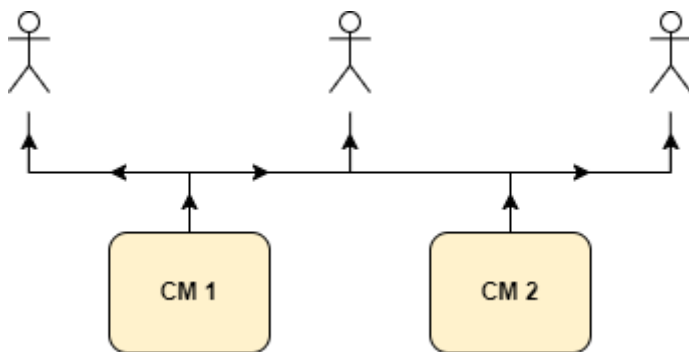
A continuación, el gestor de conexiones evalúa su política de asignación de conexiones y, en algunos casos, también la carga que experimentan los servidores.

Fase 2: Evaluación de servidores



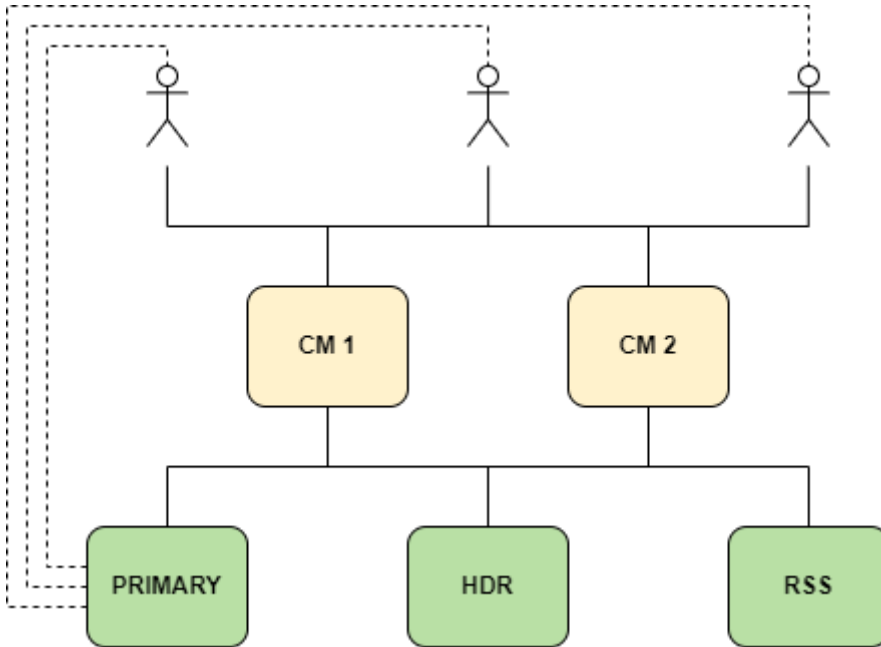
Los gestores de conexiones solicitan y reciben la información del estado de los servidores.

Fase 3: Asignación de conexiones

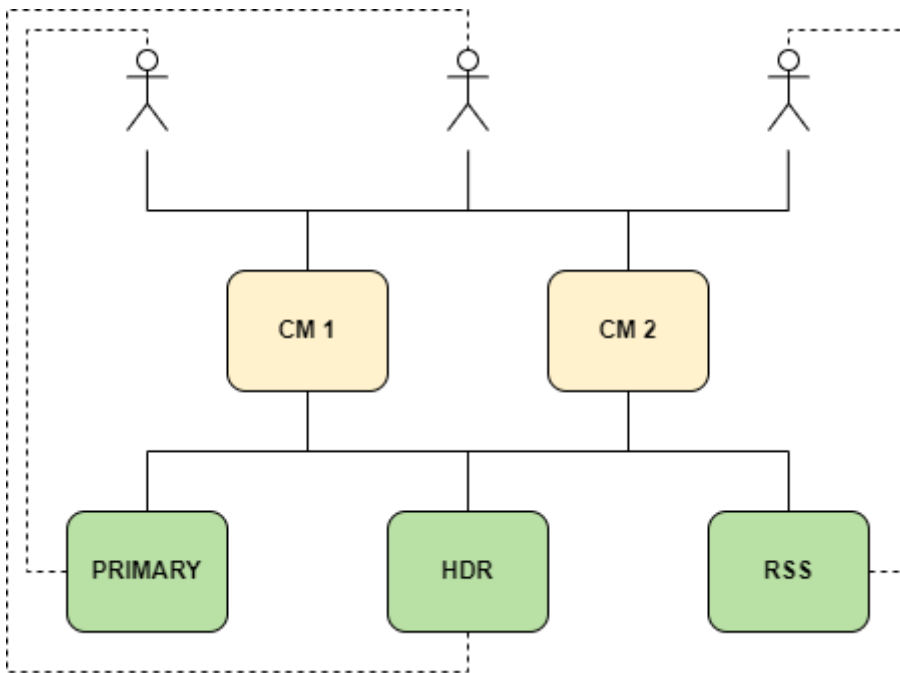


Los gestores de conexiones envían a los clientes la dirección del servidor al que deben conectarse de forma transparente para el cliente.

Dependiendo del estado de los servidores consultado en la fase anterior, y de la política de asignación de conexiones que tiene configurada el grupo de gestores de conexiones, se le asigna una dirección de un servidor.



En algunos casos pueden producirse asignaciones de conexiones de forma exclusiva hacia el servidor primario. Esto puede incrementar el rendimiento y reducir el tiempo de las operaciones ya que el primario es el único servidor que puede hacer escrituras físicas, no como sucede con el resto de servidores, que envían las peticiones de escritura al servidor primario, y cuando se efectúan, el primario las propaga al resto de servidores.



En otros casos puede resultar de mayor conveniencia establecer una política de balanceo de carga de los servidores. Cuando se espera que la carga sea muy elevada, esta política podría ser la más apropiada.

Estas políticas de los gestores de conexiones se pueden modificar en cualquier momento, bajo demanda o dependiendo de la carga del sistema.

Una vez realizada la conexión del cliente con el servidor, no se utiliza el gestor de conexiones a no ser que se pierda la conexión y se requiera volver a comenzar el proceso previamente descrito de asignación de conexiones.

Cuando la carga aumenta considerablemente en este sistema, añadir más servidores para dar soporte a operaciones de lectura se considera muy conveniente, sobre todo teniendo en cuenta que la mayoría de carga en estos sistemas proviene de operaciones de tipo consulta.

3.4.2. Instalación del Producto Informix

Con el objetivo de construir el sistema, se monta una máquina virtual en la que se instalan los archivos necesarios para poner en funcionamiento el sistema para, posteriormente, replicar dicha máquina virtual otras cuatro veces y tener un total de cinco máquinas virtuales con el producto Informix instalado.

Es importante que al replicar las máquinas, se asegure que ni los nombres de las máquinas, ni las direcciones IP que utilizan, colisionen entre sí, por lo que para cada máquina, se configuran las siguientes direcciones IP:

- Máquina 1: 192.168.1.101
- Máquina 2: 192.168.1.102
- Máquina 3: 192.168.1.103
- Máquina 4: 192.168.1.104

- Máquina 5: 192.168.1.105

Los productos que deben estar instalados son el Informix Dynamic Server (IDS) en las máquinas 1, 2 y 3, y el Client SDK en las máquinas 4 y 5 (los gestores de conexiones) y cualquier otra máquina que se conecte a esta red.

Nota: Se usará la versión 12.10 del producto.

Nota adicional: A partir de la versión 12, IBM dejó de crear manuales en formato .pdf y centralizó su conocimiento en la web (Knowledge Center).

3.4.3. Generación de Archivos de Configuración

3.4.3.1 Conexiones de red

Para levantar adecuadamente la red y que todas las máquinas tengan conexión a la red, hay que configurar los siguientes archivos:

sqlhosts (Ruta: \$INFORMIXDIR/etc/sqlhosts): Este archivo ha de ser configurado en las cinco máquinas y en todo cliente que quiera conectarse a la red. El contenido relevante del archivo se muestra a continuación con sus respectivas cabeceras:

#server_name	connection_type	hostname	service	options
# Gestores				
ol_gestores	group	-	-	e=ol_maquina3
ol_maquina1	onsoctcp	tfg-maquina1	sqlexec	g=ol_gestores
ol_maquina2	onsoctcp	tfg-maquina2	sqlexec	g=ol_gestores
ol_maquina3	onsoctcp	tfg-maquina3	sqlexec	g=ol_gestores
# Connection Managers				
grupo_cm	group	-	-	c=1,e=cm_maquina5
cm_maquina4	onsoctcp	tfg-maquina4	sqlexec	g=grupo_cm
cm_maquina5	onsoctcp	tfg-maquina5	sqlexec	g=grupo_cm

El campo **connection_type** contiene una subdivisión de tres parámetros:

- Los dos primeros caracteres distinguen entre las opciones on (IDS/IUS) o se (Motor estándar).
- Los siguientes tres caracteres distinguen entre el tipo de conexión; ipc, tli o soc (conexión por socket).

- Los últimos tres caracteres distinguen entre las opciones `shm` (Memoria compartida), `tcp` (Protocolo TCP/IP), `spx` (protocolo IPX/SPX) o `str` (Stream Pipes).

“c=1” selecciona aleatoriamente una conexión dentro del grupo. “e” indica la última conexión de ese grupo.

Es importante destacar que se espera que los clientes desconozcan las direcciones de los servidores, por lo que sus archivos `sqlhosts` sólo contendrán información sobre el grupo gestor de conexiones.

services (Ruta: `/etc/services`): Este archivo muestra los puertos definidos para una máquina y también ha de ser configurado en las cinco máquinas y en todo cliente que quiera conectarse a la red. El contenido relevante del archivo se muestra a continuación:

```
sqlxec      1526/tcp    # Puerto para informix
```

Nota: El puerto por defecto de Informix es el 1526.

hosts (Ruta: `/etc/hosts`): Este archivo muestra las direcciones IP definidas para una máquina y también ha de ser configurado en las cinco máquinas y en todo cliente que quiera conectarse a la red. El contenido relevante del archivo se muestra a continuación:

```
127.0.0.1    localhost
192.168.1.101 tfg-maquina1
192.168.1.102 tfg-maquina2
192.168.1.103 tfg-maquina3
192.168.1.104 tfg-maquina4
192.168.1.105 tfg-maquina5
```

Es importante destacar que se espera que los clientes desconozcan las direcciones de los servidores, por lo que sus archivos `hosts` sólo contendrán información sobre el grupo gestor de conexiones.

.rhosts (Ruta: `/home/informix/.rhosts`): Este archivo muestra las direcciones IPs de confianza para una máquina y ha de ser configurado en los tres servidores. El contenido relevante del archivo se muestra a continuación:

```
tfg-maquina1
```

tfg-maquina2

tfg-maquina3

tfg-maquina4

tfg-maquina5

.profile (Ruta: /home/informix/.profile): Este archivo muestra los valores de las variables de entorno para una máquina y ha de ser configurado en las cinco máquinas y en todo cliente que quiera acceder correctamente a sus rutas relativas dentro de su sistema. El contenido relevante del archivo (variables de Informix) se muestra a continuación:

Variables de entorno compartidas por todas las máquinas:

```
export PATH=$INFORMIXDIR/bin:$PATH
```

```
export INFORMIXSQLHOSTS=$INFORMIXDIR/etc/sqlhosts
```

Variables de entorno específicas de los servidores:

```
export INFORMIXDIR=/opt/IBM/Informix_Software_Bundle
```

```
export ONCONFIG=onconfig.maquina<X>
```

```
export INFORMIXSERVER=ol_maquina1
```

Variables de entorno específicas de los gestores de conexiones:

```
export INFORMIXDIR=/opt/IBM/CSDK
```

```
export CMCONFIG=/opt/IBM/CSDK/etc/cmsm_maquina4.cfg
```

Nota: la variable INFORMIXDIR toma un valor distinto si se trata de un servidor o de un gestor de conexiones, al igual que el archivo de configuración de los servidores ONCONFIG, respecto a los gestores de conexiones CMCONFIG.

INFORMIXDIR indica el directorio donde está instalado el producto Informix, PATH indica la ruta donde se encuentran los archivos binarios ejecutables, ONCONFIG/CMCONFIG indica el nombre del fichero de configuración e INFORMIXSERVER indica el nombre del servidor.

Nota: Para consultar las variables de entorno usar el mandato: env|more

3.4.3.2. Configuración de servidores

Un arranque satisfactorio de los productos requiere previa configuración de los archivos de donde se extrae la información crucial de ejecución. Para acceder

al archivo de configuración de un servidor, se ejecutan los siguientes mandatos:

```
cd $INFORMIXDIR/etc
cp onconfig.std $ONCONFIG
vi $ONCONFIG
```

Con la secuencia de mandatos anterior, se consigue hacer una copia del archivo onconfig por defecto (onconfig.std) y editar sus parámetros. El archivo de configuración de los servidores contiene numerosos parámetros. Algunos de ellos se detallan a continuación.

```
ROOTNAME rootdbs
ROOTPATH /datos/ck_rootdbs
ROOTOFFSET 0
ROOTSIZE 300000
```

ROOTNAME establece el nombre del dbspace raíz que contendrá páginas reservadas y tablas de seguimiento internas. ROOTPATH establece la ruta para el dispositivo que contiene el dbspace raíz. ROOTOFFSET establece el desplazamiento necesario para algunos dispositivos raw, en KB. ROOTSIZE establece el tamaño del dbspace raíz, en KB (aunque más adelante se apreciará como al consultar sobre este parámetro (onstat), se mostrará en tamaño de páginas, no en KB).

```
PHYSFILE 50000
LOGFILES 10
LOGSIZE 10000
```

PHYSFILE establece el tamaño inicial del physical log en disco en KB, que podrá ser modificable posteriormente. LOGFILES establece la cantidad de archivos logical log. LOGSIZE establece el tamaño de cada archivo de tipo logical log en el primer inicio del gestor, en KB.

```
MSGPATH $INFORMIXDIR/tmp/online_maquina<X>.log
```

MSGPATH establece la ruta donde se establece un log de mensajes del servidor. Este log es crucial para que el administrador del sistema pueda consultar regularmente los potenciales errores que pueda experimentar el servidor. Para acceder a sus últimos registros se puede usar el comando *onstat -m*.

Nota: Se debe hacer una referencia directa al archivo (<X>), siendo en nuestro caso a las máquinas 1, 2 o 3.

DBSPACETEMP dbstmp1,dbstmp2

DBSPACETEMP establece la lista de dbspaces usados para almacenar tablas temporales y otros objetos. Si no se especifica ninguno, o no existe ninguno válido, los archivos temporales son creados en el directorio /tmp.

SERVERNUM 0

DBSERVERNAME ol_maquina<X>

FULL_DISK_INIT 0

SERVERNUM establece el identificador único para la instancia del servidor (se aceptan valores entre 0 y 255, ambos inclusive) en cada máquina individual. DBSERVERNAME establece el nombre por defecto del servidor de base de datos. FULL_DISK_INIT establece si se puede ejecutar el comando de inicialización con formato *oninit-i* (0 no permite inicializar un gestor si ya existe, 1 sí).

Nota: Se debe hacer una referencia directa al nombre del servidor (<X>), siendo en nuestro caso a las máquinas 1, 2 o 3.

NETTYPE soctcp,1,50,CPU

NETTYPE establece la configuración de los hilos de sondeo para un protocolo concreto. El parámetro se configura según el siguiente formato:

<protocolo>,<núm._de_hilos_de_sondeo>,<núm._de_conexiones_por_hilo>,<NET/CPU>

LOCKS 20000

LOCKS establece el número inicial de bloqueos cuando arranca el servidor, aunque este número se incrementa dinámicamente.

TAPEDEV /datos/copias_datos

LTAPEDEV /datos/copias_logs

TAPEDEV y LTAPEDEV establecen la ruta para el dispositivo de cinta de recuperaciones (backups), el primero para los datos y el segundo para los logical logs.

LOG_INDEX_BUILDS 1

UPDATABLE_SECONDARY 1

TEMPTAB_NOLOG 1

LOG_INDEX_BUILDS habilita (1) o deshabilita (0) el registro de páginas de índice. UPDATABLE_SECONDARY establece si se permiten actualizaciones de los datos por parte de los clientes; (0) representa que los servidores secundarios serán de sólo lectura, (1) se generan hilos en el servidor secundario que envían las modificaciones al primario, y una vez realizadas se propagan al resto de servidores. TEMPTAB_NOLOG controla la creación de tablas temporales (un valor 0 implica creación de tablas temporales con registro habilitado de forma predeterminada, un valor 1 creación de tablas temporales sin registro); será necesario establecer un 1 en servidores secundarios.

Nota: LOG_INDEX_BUILDS y TEMPTAB_NOLOG deben tener un valor 1 si funcionan como RSS.

El resto de parámetros no mencionados permanecerán en sus valores por defecto.

Antes de arrancar la máquina, se debe asegurar la creación de los directorios y archivos donde se almacenarán los datos. Esto se puede hacer como superusuario (root), utilizando los siguientes comandos:

```
mkdir /datos
```

```
touch /datos/ck_rootdbs
```

```
touch /datos/ck_physdbs
```

```
touch /datos/ck_logsdbs
```

```
touch /datos/ck_dbstmp1
```

```
touch /datos/ck_dbstmp2
```

```
touch /datos/ck_dbsdatos
```

Nota: ck_dbstmp1 y ck_dbstmp2 se utilizarán para tareas internas del sistema como ordenaciones de datos.

Además, se transfiere la propiedad de los archivos al usuario informix y se modifican los permisos de los archivos.

```
mkdir /datos/copias_datos
```

```
mkdir /datos/copias_logs
```

```
chown informix:informix /datos/*
```

```
chmod 660 /datos/ck_*
```

```
chmod 770/datos/copias_*
```

Una vez establecida esta configuración en el archivo onconfig de la máquina 1, se copia en los otros dos servidores (máquina 2 y 3), con el siguiente mandato.

```
scp $ONCONFIG 192.168.1.102:$INFORMIXDIR/onconfig.maquina2
```

```
scp $ONCONFIG 192.168.1.103:$INFORMIXDIR/onconfig.maquina3
```

```
scp -r /datos* 192.168.1.102:/datos
```

```
scp -r /datos* 192.168.1.103:/datos
```

3.4.3.3. Configuración de Gestores de Conexiones

Para acceder al archivo de configuración de un gestor de conexiones [33], se ejecutan los siguientes mandatos:

```
cd $INFORMIXDIR/etc
```

```
cp cmsm.cfg.sample $CMCONFIG
```

```
vi $CMCONFIG
```

Con la secuencia de mandatos anterior, se consigue hacer una copia del archivo cmsm.cfg por defecto (cmsm.cfg.sample) y editar sus parámetros. El archivo de configuración de los gestores de conexiones contiene los siguientes parámetros:

```
NAME      cm_1
LOGFILE   ${INFORMIXDIR}/tmp/cm1.log
```

NAME indica el nombre del gestor de conexiones, LOGFILE indica la ruta y nombre de archivo del log.

```
CLUSTER cm_HA {
  INFORMIXSERVER    ol_gestores
  SLA cm_maquina4  DBSERVERS=PRI
  FOC ORDER=DISABLED PRIORITY=1 }
```

INFORMIXSERVER establece el punto de conexión a los servidores, SLA establece el punto de escucha para los clientes, DBSERVERS define la política de conexión, FOC ORDER deshabilitado para que se realice de forma manual.

3.4.4. Arranque y sincronización de máquinas

3.4.4.1. Servidores

A partir de este punto, en el que se asegura que los archivos de configuración están correctamente modificados, se procede al arranque de los servidores y gestores de conexiones.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ vi $INFORMIXDIR/etc/$ONCONFIG
informix@tfg-maquinal:~$ oninit -i

This action will initialize IBM Informix Dynamic Server;
any existing IBM Informix Dynamic Server databases will NOT be accessible -
Do you wish to continue (y/n)? y
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:00:40 -- 148084 Kbytes
```

Comenzando por el servidor primario (máquina 1), tras consultar y editar el archivo de configuración ubicado en la ruta que nos ofrece la variable de entorno `$ONCONFIG`, se procede a un arranque con formateo usando el comando `oninit -i`. Cuando finaliza su ejecución, se consulta el estado del servidor usando el comando `onstat -`.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -m

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:00:49 -- 148084 Kbytes

Message Log File: /opt/IBM/Informix_Software_Bundle/tmp/online_maquinal.log
  aiovops (1) * number of non-kaiochunks (1) exceeds system
  wide file descriptors (-1) defined in /proc/sys/fs/file-max.
  This may lead to unpredictable system behavior.
11:38:36  Dataskip is now OFF for all dbspaces
11:38:37  Building 'sysmaster' database ...
11:38:37  Checkpoint Completed: duration was 0 seconds.
11:38:37  Sat May 25 - loguniq 1, logpos 0x418, timestamp: 0x789 Interval: 2

11:38:37  Maximum server connections 1
11:38:37  Checkpoint Statistics - Avg. Txn Block Time 0.000, # Txns blocked 1, Plog used 8, Llog used 33

11:38:37  Performance Advisory: Based on the current workload, the physical log might be too small to
accommodate the time it takes to flush the buffer pool.
11:38:37  Results: The server might block transactions during checkpoints.
11:38:37  Action: If transactions are blocked during the checkpoint, increase the size of the
physical log to at least 716800 KB.
11:38:37  Performance Advisory: The physical log is too small for automatic checkpoints.
11:38:37  Results: Automatic checkpoints are disabled.
11:38:37  Action: To enable automatic checkpoints, increase the physical log to at least 716800 KB.
11:38:37  On-Line Mode
```

Para asegurar que el servidor ha terminado de arrancar, se consultan los últimos mensajes del log del servidor con el comando `onstat -m`. Se puede observar que el servidor no ha finalizado su arranque aún, ya que aún no se ha terminado de construir la base de datos interna 'sysmaster'.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@dfg-maquinal1:~$ onstat -m
IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:04:09 -- 156276 Kbytes
Message Log File: /opt/IBM/Informix_Software_Bundle/tmp/online_maquinal1.log
11:41:40 Checkpoint Completed: duration was 1 seconds.
11:41:40 Sat May 25 - loguniq 2, logpos 0x552018, timestamp: 0x1a92b Interval: 4
11:41:40 Maximum server connections 1
11:41:40 Checkpoint Statistics - Avg. Txn Block Time 0.000, # Txns blocked 0, Plog used 23, Ilog used 1692
11:41:59 Checkpoint Completed: duration was 2 seconds.
11:41:59 Sat May 25 - loguniq 2, logpos 0xb6e018, timestamp: 0x21719 Interval: 5
11:41:59 Maximum server connections 1
11:41:59 Checkpoint Statistics - Avg. Txn Block Time 0.000, # Txns blocked 0, Plog used 58, Ilog used 1692
11:42:00 'sysmaster' database built successfully.
11:42:00 'sysutils' database built successfully.
11:42:00 'sysuser' database built successfully.
11:42:07 Building 'sysaha' database ...
11:42:13 Building 'sysadmin' database ...
11:42:14 Logical Log 2 Complete, timestamp: 0x2b859.
11:42:14 Process exited with return code 127: /bin/sh /bin/sh -c /opt/IBM/Informix_Software_Bundle/etc/alamprogram.sh 2 23 "Logical Log 2 Complete, timestamp: 0x2b859." "Logical Log 2 Complete, timestamp: 0x2b859." "" 23001
```

No es la única base de datos interna que se creará, por lo que habrá que asegurarse que el resto se creen también. Un claro ejemplo de esto es otra base de datos interna que se aprecia en la imagen interior denominada 'sysadmin'.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@dfg-maquinal1:~$ onstat -m
IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line (CKPT INP) -- Up 00:05:25 -- 164468 Kbytes
Message Log File: /opt/IBM/Informix_Software_Bundle/tmp/online_maquinal1.log
11:41:59 Maximum server connections 1
11:41:59 Checkpoint Statistics - Avg. Txn Block Time 0.000, # Txns blocked 0, Plog used 58, Ilog used 1692
11:42:00 'sysmaster' database built successfully.
11:42:00 'sysutils' database built successfully.
11:42:00 'sysuser' database built successfully.
11:42:07 Building 'sysaha' database ...
11:42:13 Building 'sysaha' database built successfully.
11:42:13 Building 'sysadmin' database ...
11:42:14 Logical Log 2 Complete, timestamp: 0x2b859.
11:42:14 Process exited with return code 127: /bin/sh /bin/sh -c /opt/IBM/Informix_Software_Bundle/etc/alamprogram.sh 2 23 "Logical Log 2 Complete, timestamp: 0x2b859." "Logical Log 2 Complete, timestamp: 0x2b859." "" 23001
11:42:26 Dynamically allocated new virtual shared memory segment (size 8192KB)
11:42:26 Memory sizes:resident:4796 KB, virtual:159672 KB, no SHMTOTAL limit
11:43:20 SCHAPI: Started dbScheduler thread.
11:43:20 'sysadmin' database built successfully.
11:43:21 Auto Registration is synced
11:43:25 Updating Low Memory Manager to version 11
11:43:25 Installing patch to Low Memory Manager code, version(11.01)
11:43:31 Installing patch to upgrade ph task code, version(13.07)
11:43:31 SCHAPI: Started 2 dbWorker threads.
```

Es importante consultar el estado del servidor antes de continuar el proceso, ya que puede estar realizando alguna otra tarea. En este caso está realizando un punto de control "(CKPT INP)".

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@dfg-maquinal1:~$ onstat -m
IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:07:15 -- 164468 Kbytes
Message Log File: /opt/IBM/Informix_Software_Bundle/tmp/online_maquinal1.log
11:42:13 Building 'sysadmin' database ...
11:42:14 Logical Log 2 Complete, timestamp: 0x2b859.
11:42:14 Process exited with return code 127: /bin/sh /bin/sh -c /opt/IBM/Informix_Software_Bundle/etc/alamprogram.sh 2 23 "Logical Log 2 Complete, timestamp: 0x2b859." "Logical Log 2 Complete, timestamp: 0x2b859." "" 23001
11:42:26 Dynamically allocated new virtual shared memory segment (size 8192KB)
11:42:26 Memory sizes:resident:4796 KB, virtual:159672 KB, no SHMTOTAL limit
11:43:20 SCHAPI: Started dbScheduler thread.
11:43:20 'sysadmin' database built successfully.
11:43:21 Auto Registration is synced
11:43:25 Updating Low Memory Manager to version 11
11:43:25 Installing patch to Low Memory Manager code, version(11.01)
11:43:31 Installing patch to upgrade ph task code, version(13.07)
11:43:31 SCHAPI: Started 2 dbWorker threads.
11:44:24 Checkpoint Completed: duration was 64 seconds.
11:44:24 Sat May 25 - loguniq 3, logpos 0xf73018, timestamp: 0xa3a20c Interval: 6
11:44:24 Maximum server connections 1
11:44:24 Checkpoint Statistics - Avg. Txn Block Time 0.000, # Txns blocked 2, Plog used 183, Ilog used 6643
11:44:33 Logical Log 3 Complete, timestamp: 0x3ce5d.
11:44:33 Process exited with return code 127: /bin/sh /bin/sh -c /opt/IBM/Informix_Software_Bundle/etc/alamprogram.sh 2 23 "Logical Log 3 Complete, timestamp: 0x3ce5d." "Logical Log 3 Complete, timestamp: 0x3ce5d." "" 23001
```

Una vez que se observa que no hay creaciones pendientes de bases de datos internas, y que el estado del servidor es "On-Line" se puede continuar el proceso.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -d
IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:07:39 -- 164468 Kbytes

Dbspaces
address      number  flags   fchunk  nchunks  pgsize   flags   owner   name
44cf2028     1      0x1     1        1       2048     N BA   informix rootdbs
  1 active, 2047 maximum

Chunks
address      chunk/dbs  offset  size    free    bpages   flags  pathname
44cf2268     1          1       0      150000  38374    PO-B-- /datos/ck_rootdbs
  1 active, 32766 maximum

NOTE: The values in the "size" and "free" columns for DSpace chunks are
      displayed in terms of "pgsize" of the DSpace to which they belong.

Expanded chunk capacity mode: always
```

Con el comando `onstat -d` se puede consultar información sobre los chunks en cada espacio de almacenamiento. Esta imagen demuestra que el arranque del servidor ha leído correctamente algunos de los parámetros previamente indicados en el archivo de configuración de esta máquina.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ vi onspa.sh
informix@tfg-maquinal:~$ cat onspa.sh
onspaces -c -P physdbs -p /datos/ck_physdbs -o 0 -s 100000
onspaces -c -d logsdbs -p /datos/ck_logsdbs -o 0 -s 100000
onspaces -c -d dbstmp1 -t -p /datos/ck_dbstmp1 -o 0 -s 100000
onspaces -c -d dbstmp2 -t -p /datos/ck_dbstmp2 -o 0 -s 100000
onspaces -c -d datosdbs -p /datos/ck_dbsdatos -o 0 -s 100000

ontape -s -L 0 -t /dev/null
```

Se añaden los diferentes espacios que van a contener el physical log, logical logs, temporales y los datos de usuario.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ ./onspa.sh
Verifying physical disk space, please wait ...
Space successfully added.

** WARNING ** A level 0 archive of Root DBSpace will need to be done.
Verifying physical disk space, please wait ...
Space successfully added.

** WARNING ** A level 0 archive of Root DBSpace will need to be done.
Verifying physical disk space, please wait ...
Space successfully added.
Verifying physical disk space, please wait ...
Space successfully added.
Verifying physical disk space, please wait ...
Space successfully added.

** WARNING ** A level 0 archive of Root DBSpace will need to be done.
Archive to tape device '/dev/null' is complete.

Program over.
```

Se verifica la correcta ejecución del script de comandos.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -d

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:10:23 -- 164468 Kbytes

Dbspaces
address          number  flags      fchunk  nchunks  pgsize  flags  owner  name
44cf2028         1      0x4030001  1       1        2048   N BA   informix rootdbs
4d870dd0         2      0x5030001  2       1        2048   N PBA  informix physdbs
4d599dd0         3      0x4020001  3       1        2048   N BA   informix logsdbs
4d5e3dc0         4      0x4002001  4       1        2048   N TBA  informix dbstmp1
4d65bd88         5      0x4002001  5       1        2048   N TBA  informix dbstmp2
4d53c580         6      0x4020001  6       1        2048   N BA   informix datosdbs
 6 active, 2047 maximum

Chunks
address          chunk/dbs  offset  size    free    bpages  flags pathname
44cf2268         1          1       0      150000  88319   PO-B-- /datos/ck_rootdbs
461c7028         2          2       0       50000   0        PO-BE- /datos/ck_physdbs
46239028         3          3       0       50000  49947   PO-B-- /datos/ck_logsdbs
4d4d1028         4          4       0       50000  49947   PO-B-- /datos/ck_dbstmp1
4d2ce028         5          5       0       50000  49947   PO-B-- /datos/ck_dbstmp2
4d28a028         6          6       0       50000  49947   PO-B-- /datos/ck_dbsdatos
 6 active, 32766 maximum

NOTE: The values in the "size" and "free" columns for DBspace chunks are
      displayed in terms of "pgsize" of the DBspace to which they belong.

Expanded chunk capacity mode: always
```

Se verifica que se han creado correctamente.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -l

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:08:01 -- 164468 Kbytes

Physical Logging
Buffer bufused  bufsize  numpages  numwrits  pages/io
P-2  11      64      1031      40      25.77
      phybegin      physize  phypos    phyused   %used
      2:53      49947   125      15      0.03

Logical Logging
Buffer bufused  bufsize  numrecs  numpages  numwrits  recs/pages  pages/io
L-1  0      32      183762  15151    3795     12.1      4.0
      Subsystem  numrecs  Log Space used
      OLDRSAM   183413  26127428
      HA       15     660
      DDL     334   116232

address      number  flags    uniqid   begin          size    used    %used
44c34f68     1      U-----  1        1:50210        5000   5000   100.00
44cf2f38     2      U-----  2        1:55210        5000   5000   100.00
44cf2fa0     3      U-----  3        1:60210        5000   5000   100.00
44e23f20     4      U---C-L  4        1:65210        5000   151    3.02
44e23f88     5      A-----  0        1:70210        5000   0      0.00
45e7f028     6      A-----  0        1:75210        5000   0      0.00
6 active, 6 total
```

En este punto, se cambian los logical log al nuevo dbspace. Para hacerlo, se siguen una serie de pasos. Para empezar, se saltan los logs hasta llegar al cuarto.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ ontape -a -d
Performing automatic backup of logical logs.

File created: /datos/copias_logs/tfg-maquinal_0_Log0000000001
File created: /datos/copias_logs/tfg-maquinal_0_Log0000000002
File created: /datos/copias_logs/tfg-maquinal_0_Log0000000003
Do you want to back up the current logical log? (y/n) n

Program over.
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -l

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:08:18 -- 164468 Kbytes

Physical Logging
Buffer bufused  bufsize  numpages  numwrits  pages/io
P-2 16          64          1031      40        25.77
      phybegin      physize     phypos    phyused   %used
      2:53          49947      125       20        0.04

Logical Logging
Buffer bufused  bufsize  numrecs   numpages  numwrits  recs/pages  pages/io
L-3 0           32       183831   15162     3806      12.1        4.0
      Subsystem    numrecs    Log Space used
      OLDRSAM      183482    26134532
      HA           15        660
      DDL          334      116232

address      number  flags    uniqid   begin      size      used      %used
44c34f68    1      U-B----  1        1:50210   5000     5000    100.00
44cf2f38    2      U-B----  2        1:55210   5000     5000    100.00
44cf2fa0    3      U-B----  3        1:60210   5000     5000    100.00
44e23f20    4      U---C-L  4        1:65210   5000     162     3.24
44e23f88    5      A-----  0        1:70210   5000     0        0.00
45e7f028    6      A-----  0        1:75210   5000     0        0.00
6 active, 6 total
```

A continuación, se salvan los logical logs que no lo estuvieran.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -d -y -l 1
Logical log file 1 has been pre-dropped.
It will be deleted from the log list and its space can be reused
once you take level 0 archives of all BLOBspaces, Smart BLOBspaces
and non-temporary DBspaces.
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -d -y -l 2
Logical log file 2 has been pre-dropped.
It will be deleted from the log list and its space can be reused
once you take level 0 archives of all BLOBspaces, Smart BLOBspaces
and non-temporary DBspaces.
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -d -y -l 3
Logical log file 3 has been pre-dropped.
It will be deleted from the log list and its space can be reused
once you take level 0 archives of all BLOBspaces, Smart BLOBspaces
and non-temporary DBspaces.
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -l

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:08:50 -- 164468 Kbytes

Physical Logging
Buffer bufused  bufsize  numpages  numwrits  pages/io
P-1 0          64         1058      42        25.19
      phybegin      physize    phypos    phyused   %used
      2:53          49947     152       0         0.00

Logical Logging
Buffer bufused  bufsize  numrecs   numpages  numwrits  recs/pages  pages/io
L-3 0          32        183840    15168     3812      12.1        4.0
      Subsystem    numrecs   Log Space used
      OLDRSAM      183488   26134784
      HA           18       792
      DDL          334     116232

address        number  flags    uniqid   begin          size    used    %used
44c34f68       1      D-----  0        1:50210        5000   0       0.00
44cf2f38       2      D-----  0        1:55210        5000   0       0.00
44cf2fa0       3      D-----  0        1:60210        5000   0       0.00
44e23f20       4      U---C-L  4        1:65210        5000   168    3.36
44e23f88       5      A-----  0        1:70210        5000   0       0.00
45e7f028       6      A-----  0        1:75210        5000   0       0.00
3 active, 6 total
```

Ahora se borran los logical logs 1, 2 y 3.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ ontape -s -L 0 -t /dev/null
Archive to tape device '/dev/null' is complete.

Program over.
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -l

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:09:28 -- 164468 Kbytes

Physical Logging
Buffer bufused  bufsize  numpages  numwrits  pages/io
P-1  0           64         1064       45        23.64
      phybegin      physize   phypos    phyused   %used
      2:53         49947    158       0         0.00

Logical Logging
Buffer bufused  bufsize  numrecs   numpages  numwrits  recs/pages  pages/io
L-1  0           32       183861   15175     3819      12.1        4.0
      Subsystem    numrecs   Log Space used
      OLDRSAM     183506    26136152
      HA          21        924
      DDL         334      116232

address        number  flags    uniqid   begin          size    used    %used
44e23f20       4      U---C-L  4        1:65210        5000   178    3.56
44e23f88       5      A-----  0        1:70210        5000   0      0.00
45e7f028       6      A-----  0        1:75210        5000   0      0.00
3 active, 3 total
```

Se realiza una copia de seguridad para que libere los logs que están previamente borrados.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -a -d logsdbs
Log operation started. To monitor progress, use the onstat -l command.
Logical log successfully added.
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -a -d logsdbs
Log operation started. To monitor progress, use the onstat -l command.
Logical log successfully added.
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -a -d logsdbs
Log operation started. To monitor progress, use the onstat -l command.
Logical log successfully added.
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -l

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:10:02 -- 164468 Kbytes

Physical Logging
Buffer bufused  bufsize  numpages  numwrits  pages/io
P-1 0          64         1070      48        22.29
      phybegin      physize   phypos    phyused   %used
      2:53          49947    164      0         0.00

Logical Logging
Buffer bufused  bufsize  numrecs   numpages  numwrits  recs/pages  pages/io
L-1 0          32        183894    15187     3831      12.1       4.0
      Subsystem    numrecs   Log Space used
      OLDRSAM      183534    26138096
      HA           26        1144
      DDL          334      116232

address        number  flags    uniqid   begin          size    used    %used
44e23f20       4       U---C-L  4        1:65210       5000   187    3.74
44e23f88       5       A-----  0        1:70210       5000   0      0.00
45e7f028       6       A-----  0        1:75210       5000   0      0.00
44c34f68       1       A-----  0        3:53          5000   0      0.00
463e7028       2       A-----  0        3:5053        5000   0      0.00
463e7090       3       A-----  0        3:10053       5000   0      0.00
6 active, 6 total
```

Se añaden tres logs para que tomen los números 1, 2 y 3.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onmode -l
informix@tfg-maquinal:~$ onmode -l
informix@tfg-maquinal:~$ onmode -l
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -l

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:10:39 -- 164468 Kbytes

Physical Logging
Buffer bufused  bufsize  numpages  numwrits  pages/io
P-1  11      64      1070      48      22.29
    phybegin      physize  phypos    phyused   %used
    2:53          49947   164      11      0.02

Logical Logging
Buffer bufused  bufsize  numrecs   numpages  numwrits  recs/pages  pages/io
L-1  0      32      183960   15202     3846     12.1      4.0
    Subsystem    numrecs   Log Space used
    OLDRSAM      183600   26145032
    HA           26      1144
    DDL          334     116232

address      number  flags    uniqid   begin      size      used      %used
44e23f20     4      U----- 4        1:65210   5000     188      3.76
44e23f88     5      U----- 5        1:70210   5000     5        0.10
45e7f028     6      U----- 6        1:75210   5000     5        0.10
44c34f68     1      U---C-- 7        3:53      5000     4        0.08
463e7028     2      A----- 0        3:5053    5000     0        0.00
463e7090     3      A----- 0        3:10053   5000     0        0.00
6 active, 6 total
```

Se saltan otros tres logs.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onmode -c
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -l

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:10:52 -- 164468 Kbytes

Physical Logging
Buffer bufused  bufsize  numpages  numwrits  pages/io
P-1  0      64      1070      48      22.29
    phybegin      physize  phypos    phyused   %used
    2:53          49947   185      10      0.02

Logical Logging
Buffer bufused  bufsize  numrecs   numpages  numwrits  recs/pages  pages/io
L-3  0      32      183960   15202     3846     12.1      4.0
    Subsystem    numrecs   Log Space used
    OLDRSAM      183600   26145032
    HA           26      1144
    DDL          334     116232

address      number  flags    uniqid   begin      size      used      %used
44e23f20     4      U----- 4        1:65210   5000     188      3.76
44e23f88     5      U----- 5        1:70210   5000     5        0.10
45e7f028     6      U----- 6        1:75210   5000     5        0.10
44c34f68     1      U---C-L 7        3:53      5000     6        0.12
463e7028     2      A----- 0        3:5053    5000     0        0.00
463e7090     3      A----- 0        3:10053   5000     0        0.00
6 active, 6 total
```

Se lanza un checkpoint y se comprueba que ya no están en uso.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ ontape -a -d
Performing automatic backup of logical logs.

File created: /datos/copias_logs/tfg-maquinal_0_Log0000000004
File created: /datos/copias_logs/tfg-maquinal_0_Log0000000005
File created: /datos/copias_logs/tfg-maquinal_0_Log0000000006
Do you want to back up the current logical log? (y/n) n

Program over.
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -l

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:11:11 -- 164468 Kbytes

Physical Logging
Buffer bufused  bufsize  numpages  numwrits  pages/io
P-1 12 64 1091 50 21.82
    phybegin      physize  phypos    phyused   %used
    2:53          49947   185      22        0.04

Logical Logging
Buffer bufused  bufsize  numrecs   numpages  numwrits  recs/pages  pages/io
L-3 0 32 183963 15204 3848 12.1 4.0
    Subsystem    numrecs   Log Space used
    OLDRSAM      183602   26145116
    HA           27       1188
    DDL          334     116232

address      number  flags    uniqid   begin      size      used      %used
44e23f20     4       U-B----  4        1:65210   5000     188      3.76
44e23f88     5       U-B----  5        1:70210   5000     5         0.10
45e7f028     6       U-B----  6        1:75210   5000     5         0.10
44c34f68     1       U---C-L  7        3:53      5000     15        0.30
463e7028     2       A-----  0        3:5053    5000     0         0.00
463e7090     3       A-----  0        3:10053   5000     0         0.00
6 active, 6 total
```

Se salvan los logs de nuevo.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -d -y -l 4
Logical log file 4 has been pre-dropped.
It will be deleted from the log list and its space can be reused
once you take level 0 archives of all BLOBspaces, Smart BLOBspaces
and non-temporary DBspaces.
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -d -y -l 5
Logical log file 5 has been pre-dropped.
It will be deleted from the log list and its space can be reused
once you take level 0 archives of all BLOBspaces, Smart BLOBspaces
and non-temporary DBspaces.
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -d -y -l 6
Logical log file 6 has been pre-dropped.
It will be deleted from the log list and its space can be reused
once you take level 0 archives of all BLOBspaces, Smart BLOBspaces
and non-temporary DBspaces.
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -l

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:11:33 -- 164468 Kbytes

Physical Logging
Buffer bufused  bufsize  numpages  numwrits  pages/io
P-2  0           64         1113      52        21.40
      phybegin      physize    phypos    phyused   %used
      2:53          49947     207       0         0.00

Logical Logging
Buffer bufused  bufsize  numrecs   numpages  numwrits  recs/pages  pages/io
L-3  0           32        184038    15217     3861       12.1        3.9
      Subsystem    numrecs   Log Space used
      OLDRSAM      183675    26152388
      HA           29        1276
      DDL          334       116232

address        number  flags    uniqid   begin     size     used     %used
44e23f20       4      D-----  0        1:65210   5000     0        0.00
44e23f88       5      D-----  0        1:70210   5000     0        0.00
45e7f028       6      D-----  0        1:75210   5000     0        0.00
44c34f68       1      U---C-L  7        3:53      5000     21       0.42
463e7028       2      A-----  0        3:5053    5000     0        0.00
463e7090       3      A-----  0        3:10053   5000     0        0.00
3 active, 6 total
```

Se borran los logs 4, 5 y 6.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ ontape -s -L 0 -t /dev/null
Archive to tape device '/dev/null' is complete.

Program over.
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -l

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:11:56 -- 164468 Kbytes

Physical Logging
Buffer bufused bufsize numpages numwrits pages/io
P-2 0 64 1113 52 21.40
  phybegin physize phypos phyused %used
  2:53 49947 213 0 0.00

Logical Logging
Buffer bufused bufsize numrecs numpages numwrits recs/pages pages/io
L-1 0 32 184041 15219 3863 12.1 3.9
  Subsystem numrecs Log Space used
  OLDRSAM 183677 26152472
  HA 30 1320
  DDL 334 116232

address number flags uniqid begin size used %used
44c34f68 1 U---C-L 7 3:53 5000 31 0.62
463e7028 2 A----- 0 3:5053 5000 0 0.00
463e7090 3 A----- 0 3:10053 5000 0 0.00
3 active, 3 total
```

Se realiza una copia de seguridad para que libere los logs que están previamente borrados.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -a -d logsdbs
Log operation started. To monitor progress, use the onstat -l command.
Logical log successfully added.
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -a -d logsdbs
Log operation started. To monitor progress, use the onstat -l command.
Logical log successfully added.
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -a -d logsdbs
Log operation started. To monitor progress, use the onstat -l command.
Logical log successfully added.
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -a -d logsdbs
Log operation started. To monitor progress, use the onstat -l command.
Logical log successfully added.
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -a -d logsdbs
Log operation started. To monitor progress, use the onstat -l command.
Logical log successfully added.
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -a -d logsdbs
Log operation started. To monitor progress, use the onstat -l command.
Cannot add a logical log.
ISAM error: DBSpace is full.
informix@tfg-maquinal:~$ onparams -a -d logsdbs -s 9894
Log operation started. To monitor progress, use the onstat -l command.
Logical log successfully added.
```

Se añaden todos los logs hasta llenar el dbspace.

Arranque del servidor primario (máquina 1).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -d

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 00:13:32 -- 164468 Kbytes

Dbspaces
address          number  flags      fchunk  nchunks  pgsize  flags  owner  name
44cf2028         1      0x4030001  1        1        2048   N BA   informix rootdbs
4d3135c0         2      0x5030001  2        1        2048   N PBA  informix physdbs
4d27c7d0         3      0x4020001  3        1        2048   N BA   informix logsdbs
4d7c8db8         4      0x4002001  4        1        2048   N TBA  informix dbstmp1
4d65bd88         5      0x4002001  5        1        2048   N TBA  informix dbstmp2
4d84c530         6      0x4020001  6        1        2048   N BA   informix datosdbs
 6 active, 2047 maximum

Chunks
address          chunk/dbs  offset  size    free    bpages  flags  pathname
44cf2268         1          1        0    150000 138319  PO-B-- /datos/ck_rootdbs
4d522028         2          2        0    50000  0       PO-BE- /datos/ck_physdbs
4d6b3028         3          3        0    50000  0       PO-B-- /datos/ck_logsdb
4d83c028         4          4        0    50000 49947  PO-B-- /datos/ck_dbstmp1
4d4cf028         5          5        0    50000 49947  PO-B-- /datos/ck_dbstmp2
4d668028         6          6        0    50000 49947  PO-B-- /datos/ck_dbsdatos
 6 active, 32766 maximum

NOTE: The values in the "size" and "free" columns for DBspace chunks are
      displayed in terms of "pgsize" of the DBspace to which they belong.

Expanded chunk capacity mode: always
```

Se comprueba que los dbspaces físico y lógico están totalmente asignados.

A partir de este punto, se termina la configuración del primer gestor.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
informix@tfg-maquinal:~$ ontape -s -L 0
100 percent done.
File created: /datos/copias_datos/tfg-maquinal_0_L0

Please label this tape as number 1 in the arc tape sequence.
This tape contains the following logical logs:

 7

Program over.
```

Para arrancar el resto de servidores hace falta una copia de seguridad completa del servidor que se acaba de inicializar.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
informix@tfg-maquinal:~$ scp /datos/copias_datos/tfg-maquinal_0_L0 192.168.1.102:/datos/copias_datos/
informix@192.168.1.102's password:
tfg-maquinal_0_L0 100% 17MB 36.3MB/s 00:00
informix@tfg-maquinal:~$ scp /datos/copias_datos/tfg-maquinal_0_L0 192.168.1.103:/datos/copias_datos/
informix@192.168.1.103's password:
tfg-maquinal_0_L0 100% 17MB 45.3MB/s 00:00
```

Se copia a los otros dos servidores a inicializar la copia de seguridad que se acaba de realizar.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onmode -d primary ol_maquina2
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12ABE -- On-Line (Prim) -- Up 00:23:13 -- 164468 Kbytes
```

Se comienza cambiando el modo del servidor inicializado para que funcione como primario, indicándole cuál será su HDR.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
informix@tfg-maquina2:~$ ontape -p -t /datos/copias_datos/tfg-maquina1_0_L0
Please mount tape 1 on /datos/copias_datos/tfg-maquina1_0_L0 and press Return to continue ...

Archive Tape Information

Tape type:          Archive Backup Tape
Online version:    IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12ABE
Archive date:      Sat May 25 12:37:47 2024
User id:           informix
Terminal id:       /dev/pts/0
Archive level:     0
Tape device:       /datos/copias_datos/
Tape blocksize (in k): 32
Tape size (in k): system defined for directory
Tape number in series: 1

Spaces to restore:1 [rootdbs
2 [physdbs
3 [logsdbs
4 [datosdbs
```

Se restaura de la copia sólo la parte física (opción -p) en el HDR.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
Archive Information

IBM Informix Dynamic Server Copyright 2001, 2018 IBM Corporation
Initialization Time      05/25/2024 12:11:31
System Page Size        2048
Version                 29
Index Page Logging      ON since 05/25/2024 12:11:31
Archive CheckPoint Time 05/25/2024 12:37:47

Dbspaces
number  flags  fchunk  nchunks  flags  owner  name
1       1      1       1        N A    informix  rootdbs
2       1000001 2       1        N P A    informix  physdbs
3       1       3       1        N A    informix  logsdbs
4       4002001 4       1        N T A    informix  dbstmp1
5       4002001 5       1        N T A    informix  dbstmp2
6       1       6       1        N A    informix  datosdbs

Chunks
chk/dbs  offset  size    free    bpages  flags  pathname
1 1 0 150000 138319 PO--- /datos/ck_rootdbs
2 2 0 50000 0 PO--E /datos/ck_physdbs
3 3 0 50000 0 PO--- /datos/ck_logsdbs
4 4 0 50000 49947 PO--- /datos/ck_dbstmp1
5 5 0 50000 49947 PO--- /datos/ck_dbstmp2
6 6 0 50000 49947 PO--- /datos/ck_dbsdatos

Continue restore? (y/n)y
Do you want to back up the logs? (y/n)n
Restore a level 1 archive (y/n) n

Program over.
```

Se responde con sí a continuar la restauración con los datos facilitados, no a salvar los logs, y no a restaurar otra copia de nivel 1.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
informix@tfg-maquina2:~$ onstat -m
IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- Fast Recovery -- Up 00:02:18 -- 148084 Kbytes
Message Log File: /opt/IBM/Informix_Software_Bundle/tmp/online_maquina2.log
12:43:57 Checkpoint Completed: duration was 0 seconds.
12:43:57 Sat May 25 - logunig 7, logpos 0x46018, timestamp: 0x3d72c Interval: 48
12:43:57 Maximum server connections 0
12:43:57 Checkpoint Statistics - Avg. Txn Block Time 0.000, # Txns blocked 0, Plog used 0, Llog used 0
12:43:57 libaio.so.1: cannot open shared object file: No such file or directory
12:43:57 Please install libaio package. See machine notes.
12:43:57 Warning: Kernel Asynchronous I/O is disabled.
12:43:58 Checkpoint Completed: duration was 0 seconds.
12:43:58 Sat May 25 - logunig 7, logpos 0x46018, timestamp: 0x3d734 Interval: 49
12:43:58 Maximum server connections 0
12:43:58 Checkpoint Statistics - Avg. Txn Block Time 0.000, # Txns blocked 0, Plog used 0, Llog used 0
12:43:59 Physical Restore of rootdbs, physdbs, logsdbs, datosdbs Completed.
12:43:59 Checkpoint Completed: duration was 0 seconds.
12:43:59 Sat May 25 - logunig 7, logpos 0x46018, timestamp: 0x3d747 Interval: 49
12:43:59 Maximum server connections 0
```

Se comprueba que terminó correctamente la restauración física.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
informix@tfg-maquina2:~$ onmode -d secondary ol_maquina1
informix@tfg-maquina2:~$ onstat -m
IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- Updatable (Sec) -- Up 00:05:51 -- 156276 Kbytes
Message Log File: /opt/IBM/Informix_Software_Bundle/tmp/online_maquina2.log
12:47:34 Starting Log Position - 7 0x46018
12:47:34 Clearing the physical and logical logs has started
12:47:54 Cleared 194 MB of the physical and logical logs in 20 seconds
12:47:55 Started processing open transactions on secondary during startup
Server in fast recovery until these open transactions finish
12:47:55 Finished processing open transactions on secondary during startup.
12:47:55 DR: HDR secondary server operational
12:47:57 Checkpoint Completed: duration was 0 seconds.
12:47:57 Sat May 25 - logunig 7, logpos 0x4c018, timestamp: 0x3d7a6 Interval: 50
12:47:57 Maximum server connections 0
12:47:57 Checkpoint Statistics - Avg. Txn Block Time 0.000, # Txns blocked 0, Plog used 13, Llog used 0
12:47:58 B-tree scanners disabled.
12:48:00 Checkpoint Completed: duration was 1 seconds.
12:48:00 Sat May 25 - logunig 7, logpos 0x4f018, timestamp: 0x3d7b8 Interval: 51
12:48:00 Maximum server connections 0
12:48:00 Checkpoint Statistics - Avg. Txn Block Time 0.000, # Txns blocked 0, Plog used 6, Llog used 0
```

Se conecta con el servidor primario como HDR. En el log debe aparecer que el HDR está operativo.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
informix@tfg-maquina2:~$ onstat -g dri
IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- Updatable (Sec) -- Up 00:06:11 -- 156276 Kbytes
Data Replication at 0x45b96028:
Type      State      Paired server      Last DR CKPT (id/pg)      Supports Proxy Writes
HDR Secondary on          ol_maquina1         7 / 79                    Y
DRINTERVAL 0
DRTIMEOUT  30
DRAUTO     0
DRLOSTFOUND /opt/IBM/Informix_Software_Bundle/etc/dr.lostfound
DRIDXAUTO  0
ENCRYPT_HDR 0
Backlog    0
Last Send  2024/05/25 12:48:30
Last Receive 2024/05/25 12:48:30
Last Ping  2024/05/25 12:48:02
Last log page applied(log id,page): 0,0
```

Se comprueba que está sincronizado.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
informix@tfg-maquina1:~$ onmode -d add RSS ol_maquina3
```

Para conectar al RSS, antes hay que comunicarle al primario que tiene un nuevo RSS.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
informix@tfg-maquina3:~$ ontape -p -t /datos/copias_datos/tfg-maquina1_0_L0
Please mount tape 1 on /datos/copias_datos/tfg-maquina1_0_L0 and press Return to continue ...
Archive Tape Information
Tape type:      Archive Backup Tape
Online version: IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE
Archive date:   Sat May 25 12:37:47 2024
User id:       informix
Terminal id:   /dev/pts/0
Archive level: 0
Tape device:   /datos/copias_datos/
Tape blocksize (in k): 32
Tape size (in k): system defined for directory
Tape number in series: 1
Spaces to restore:1 [rootdbs
2 [physdbs
3 [logsdbs
4 [datosdbs
Archive Information
```

En la máquina 3 (RSS) se restaura la copia física.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
Archive Information

IBM Informix Dynamic Server Copyright 2001, 2018 IBM Corporation
Initialization Time      05/25/2024 12:11:31
System Page Size        2048
Version                  29
Index Page Logging       ON since 05/25/2024 12:11:31
Archive CheckPoint Time 05/25/2024 12:37:47

Dbspaces
number  flags    fchunk  nchunks  flags  owner      name
-----  -
1       1          1         1      N A    informix   rootdbs
2       1000001    2         1      N P A    informix   physdbs
3       1          3         1      N A    informix   logsdbs
4       4002001    4         1      N T A    informix   dbstmp1
5       4002001    5         1      N T A    informix   dbstmp2
6       1          6         1      N A    informix   datosdbs

Chunks
chk/dbs  offset  size    free    bpages  flags  pathname
-----  -
1 1 0 150000 138319 PO--- /datos/ck_rootdbs
2 2 0 50000 0 PO--E /datos/ck_physdbs
3 3 0 50000 0 PO--- /datos/ck_logsdbs
4 4 0 50000 49947 PO--- /datos/ck_dbstmp1
5 5 0 50000 49947 PO--- /datos/ck_dbstmp2
6 6 0 50000 49947 PO--- /datos/ck_dbsdatos

Continue restore? (y/n)y
Do you want to back up the logs? (y/n)n
Restore a level 1 archive (y/n) n

Program over.
```

Se responde con sí a continuar la restauración con los datos facilitados, no a salvar los logs, y no a restaurar otra copia de nivel 1.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
informix@tfg-maquina3:~$ onmode -d RSS ol_maquina1
informix@tfg-maquina3:~$ onstat -g rss

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- Fast Recovery (RSS) -- Up 00:02:48 -- 156276 Kbytes
Local server type: RSS
Server Status : Active
Source server name: ol_maquina1
Connection status: Connected
Last log page received(log id,page): 7,-1
```

Se conecta con el servidor primario como RSS.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -g dri
IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line (Prim) -- Up 00:37:43 -- 164468 Kbytes
Data Replication at 0x45b96028:
Type      State      Paired server      Last DR CKPT (id/pg)      Supports Proxy Writes
primary   on         ol_maquina2        7 / 79                    NA
DRINTERVAL 0
DRTIMEOUT  30
DRAUTO     0
DRLOSTFOUND /opt/IBM/Informix_Software_Bundle/etc/dr.lostfound
DRIDXAUTO  0
ENCRYPT_HDR 0
Backlog    0
Last Send  2024/05/25 12:49:08
Last Receive 2024/05/25 12:49:08
Last Ping  2024/05/25 12:49:03
Last log page applied(log id,page): 7,80
```

Desde la máquina 1, se comprueba que el HDR está operativo.

Arranque de los servidores a sincronizar (HDR y RSS).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -g rrs
IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line (Prim) -- Up 00:47:56 -- 164468 Kbytes
Local server type: Primary
Index page logging status: Enabled
Index page logging was enabled at: 2024/05/25 12:11:31
Number of RSS servers: 1
RSS Server information:
RSS Srv      RSS Srv      Connection      Next LPG to send      Supports
name         status       status          (log id,page)        Proxy Write
s
ol_maquina3 Active       Connected       7,91                  Y
```

En la máquina 1 se comprueba que también está sincronizado el RSS.

3.4.4.2. Gestores de Conexiones

Arranque de los gestores de conexiones (CM1 y CM2).

```
informix@tfg-maquina4:~$ oncmsm
Connection Manager started successfully
Please check IBM Informix Connection Manager log file: /opt/IBM/CSDK/tmp/cm1.log
```

Se levanta el gestor de conexiones en las máquinas 4 y 5.

Arranque de los gestores de conexiones (CM1 y CM2).

```
18:25:54 IBM Informix Connection Manager
18:25:54 IBM Informix CSDK Version 4.10, IBM Informix-ESQL Version 4.10.FC12
18:25:54 Build Number: N037
18:25:54 Build Host: hans
18:25:54 Build OS: Linux 2.6.18-128.el5
18:25:54 Build Date: Mon Jun 25 13:46:53 CDT 2018
18:25:54 GLS Version: glslib-6.00.FC13
18:25:54
18:25:54 SLA cm_maquina4 listener mode REDIRECT
18:25:54 Connection Manager name is cm_1
18:25:54 Starting Connection Manager...
18:25:54 Warning: Password Manager failed; working in trusted node mode
18:25:54 the current maximum number of file descriptors is 32767
18:25:54 Group ol_gestores define error in INFORMIXSQLHOSTS
18:25:54 Connection Manager is exiting
18:25:54 listener cm_maquina4 initializing
18:25:54 Listener cm_maquina4 DBSERVERS=PRI is active with 4 worker threads
18:25:55 Connection Manager started successfully
```

Se comprueba en los logs que han arrancado correctamente.

Nota: Para consultar el estado del gestor de conexiones, se debe usar el mandato `ps -ef |grep oncmsm`.

3.5. Caídas y Recuperación de Entornos

3.5.1. Caída de un Servidor no Primario (RSS)

Caída de un Servidor no Primario (RSS).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -g rss

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line (Prim) -- Up 06:25:00 -- 172660
Kbytes

Local server type: Primary
Index page logging status: Enabled
Index page logging was enabled at: 2024/05/25 12:11:31
Number of RSS servers: 1

RSS Server information:

RSS Srv      RSS Srv      Connection      Next LPG to send      Supports
name        status       status          (log id,page)        Proxy Writes
ol_maquina3 Active        Connected        7,578                 Y
```

En la máquina 1 se comprueba que el RSS está conectado.

Caída de un Servidor no Primario (RSS).

```
informix@tfg-maquina3:~$ onstat -g rss

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- Updatable (RSS) -- Up 00:01:52 -- 156276
Kbytes

Local server type: RSS
Server Status : Active
Source server name: ol_maquinal
Connection status: Connected
Last log page received(log id,page): 7,577
```

En la máquina 3, se aprecia la conexión con la máquina 1.

Caída de un Servidor no Primario (RSS).

```
informix@tfg-maquina3:~$ onmode -ky
informix@tfg-maquina3:~$ onstat -
shared memory not initialized for INFORMIXSERVER 'ol_maquina3'
```

Se apaga el RSS.

Caída de un Servidor no Primario (RSS).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -g rss

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line (Prim) -- Up 06:25:21 -- 172660
Kbytes

Local server type: Primary
Index page logging status: Enabled
Index page logging was enabled at: 2024/05/25 12:11:31
Number of RSS servers: 1

RSS Server information:

RSS Srv      RSS Srv      Connection      Next LPG to send      Supports
name        status       status          (log id,page)        Proxy Writes
ol_maquina3 Inactive     Disconnected    0,0                   N
```

En la máquina 1, se aprecia que el RSS está desconectado.

Caída de un Servidor no Primario (RSS).

```
informix@tfg-maquina3:~$ oninit
informix@tfg-maquina3:~$ onstat -g rss

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- Updatable (RSS) -- Up 00:00:28 -- 156276
Kbytes

Local server type: RSS
Server Status : Active
Source server name: ol_maquinal
Connection status: Connected
Last log page received(log id,page): 7,585
```

Para recuperar la situación inicial, sólo hay que arrancar el RSS y sincronizarlo de nuevo. Como no ha habido apenas actividad, se conecta simplemente con el comando oninit (en otro caso habría que restaurar una copia como se ha explicado previamente).

Caída de un Servidor no Primario (RSS).

```
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -g rss

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line (Prim) -- Up 06:26:08 -- 172660
Kbytes

Local server type: Primary
Index page logging status: Enabled
Index page logging was enabled at: 2024/05/25 12:11:31
Number of RSS servers: 1

RSS Server information:

RSS Srv      RSS Srv      Connection      Next LPG to send      Supports
name        status       status          (log id,page)        Proxy Writes
ol_maquina3 Active       Connected       7,586                 Y
```

En el primario se comprueba que ya se ha conectado.

3.5.2. Caída de un Servidor Primario

Caída de un Servidor Primario.

```
informix@tfg-maquina3:~$ onmode -wf HA_FOC_ORDER=MANUAL
Value for HA_FOC_ORDER (MANUAL) was saved in config file.
Value of HA_FOC_ORDER has been changed to MANUAL.
```

Para que no se establezca otro PRI de forma automática si hubiera una pérdida de conexión entre las máquinas, se asegura el parámetro HA_FOC_ORDER con el valor MANUAL.

Caída de un Servidor Primario.

```
informix@tfg-maquina1:~$ echo "create database prueba in datosdbs with log" | dbaccess -
Database created.

Database closed.
```

Dentro de esta prueba, para ver que los datos se propagan entre los servidores, se crea una base de datos.

Caída de un Servidor Primario.

```
informix@tfg-maquina1:~$ echo "select name from sysdatabases" | dbaccess sysmaster
Database selected.

name  sysmaster
name  sysutils
name  sysuser
name  sysha
name  sysadmin
name  prueba

6 row(s) retrieved.

Database closed.
```

En el servidor primario se aprecia que está creada.

Caída de un Servidor Primario.

```
informix@tfg-maquina3:~$ echo "select name from sysdatabases" | dbaccess sysmaster
Database selected.

name  sysmaster
name  sysutils
name  sysuser
name  sysha
name  sysadmin
name  prueba

6 row(s) retrieved.

Database closed.
```

En el servidor RSS también se aprecia su creación.

Caída de un Servidor Primario.

```
informix@tfg-maquinal:~$ onmode -ky
```

Se apaga el servidor primario, lo que provocará que no se permitan escrituras.

Caída de un Servidor Primario.

```
informix@tfg-maquina2:~$ echo "select name from sysdatabases" | dbaccess sysmaster
Database selected.

name  sysmaster
name  sysutils
name  sysuser
name  sysha
name  sysadmin
name  prueba

6 row(s) retrieved.

Database closed.
```

En el HDR se comprueba que la información está disponible.

Caída de un Servidor Primario.

```
informix@tfg-maquina2:~$ echo "create database prueba2 in datosdbs with log" | dbaccess -
26097: Operation is not valid on a secondary server.

  140: ISAM error: operation illegal on a DR Secondary
Error in line 1
Near character position 44
```

Sin embargo, está disponible únicamente en modo lectura, ya que al tratar de crear otra base de datos, no lo permite.

Caída de un Servidor Primario.

```
informix@tfg-maquina1:~$ oninit
informix@tfg-maquina1:~$ onstat -g dri

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line (Prim) -- Up 00:00:29 -- 164468 Kbytes

Data Replication at 0x45b96028:
  Type          State      Paired server  Type      Last DR CKPT (id/pg)  Supports Proxy Writes
  primary       on         ol_maquina2    primary   17 / 3                NA
```

Se levanta el primario de vuelta.

Caída de un Servidor Primario.

```
informix@tfq-maquina2:~$ onstat -g dri
IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- Updatable (Sec) -- Up 06:45:32 -- 172660 Kbytes
Data Replication at 0x45b96028:
  Type      State      Paired server      Last DR CKPT (id/pg)      Supports Proxy Writes
HDR Secondary on          ol_maquina1        17 / 3                    Y
```

Se aprecia que el HDR se reconecta con el primario.

Caída de un Servidor Primario.

```
informix@tfq-maquina2:~$ echo "create database prueba2 in datosdbs with log" | dbaccess -
Database created.

Database closed.
```

En este punto, de nuevo se pueden realizar modificaciones sobre cualquiera de los servidores (se crea una segunda base de datos desde el HDR).

Caída de un Servidor Primario.

```
informix@tfq-maquina3:~$ echo "select name from sysdatabases" | dbaccess sysmaster
Database selected.

name  sysmaster
name  sysutils
name  sysuser
name  sysha
name  sysadmin
name  prueba
name  prueba2

7 row(s) retrieved.

Database closed.
```

Se comprueba desde la máquina 3 que se ha creado correctamente la segunda base de datos.

3.5.2.1. Promoción de un HDR

Caída de un Servidor Primario: Promoción de un HDR.

```
informix@tfg-maquinal:~$ onmode -ky
```

Se realiza otra prueba en la que el HDR va a ser promovido como primario, comenzando por apagar el primario.

Caída de un Servidor Primario: Promoción de un HDR.

```
informix@tfg-maquina2:~$ onmode -d standard
informix@tfg-maquina2:~$ onstat -

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line -- Up 07:05:30 -- 172660 Kbytes

informix@tfg-maquina2:~$ onmode -d primary ol_maquina1
informix@tfg-maquina2:~$ onstat -

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line (Prim) -- Up 07:06:18 -- 172660 Kbytes
```

Una vez que el primario está apagado, el HDR tiene que pasar por el modo estándar para poder, posteriormente, promoverse como primario. En esta situación tenemos un primario (en la máquina 2) y un RSS (en la máquina 3).

Caída de un Servidor Primario: Promoción de un HDR.

```
informix@tfg-maquinal:~$ oninit -PHY --forget_logs
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- Fast Recovery -- Up 00:00:58 -- 148084 Kbytes

informix@tfg-maquinal:~$ onmode -d secondary ol_maquina2
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- Updatable (Sec) -- Up 00:01:55 -- 156276 Kbytes

informix@tfg-maquinal:~$ onstat -g dri

IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- Updatable (Sec) -- Up 00:02:17 -- 156276 Kbytes

Data Replication at 0x45b96028:
Type      State      Paired server      Last DR CKPT (id/pg)      Supports Proxy Writes
HDR Secondary on          ol_maquina2          18 / 6                    Y
```

Una vez reparado el primario anterior (máquina 1), hay que sincronizarlo de nuevo con la red. Para ello hay que realizar un arranque físico, comprobar que está en modo Fast Recovery y sincronizar los logs, convirtiendo este gestor en HDR. Una vez realizado este cambio, se comprueba que está sincronizado con el primario de la máquina 2. En casos graves habría que restaurar una copia como se ha explicado previamente.

Para volver a la situación inicial, se repite el mismo proceso en sentido contrario.

3.5.3. Prueba de Gestores de Conexiones

Prueba de Gestores de Conexiones.

```
informix@tfg-maquina3:~$ dbaccess
```

Desde la máquina 3 se accede a los gestores de conexiones, mediante el comando dbaccess.

Prueba de Gestores de Conexiones.

```
DBACCESS: Query-language Connection Database Table Session Exit
Connect or disconnect from a database environment.

----- Press CTRL-W for Help -----
```

Se selecciona la conexión.

Prueba de Gestores de Conexiones.

```
CONNECTION: Connect Disconnect Exit
Connect to a database environment.

----- Press CTRL-W for Help -----
```

Se le especifica que conecte.

Prueba de Gestores de Conexiones.

```
SELECT DATABASE SERVER >>
Select a server with the Arrow Keys, or enter a name, then press Return.

----- Press CTRL-W for Help -----

cm_maquina4
cm_maquina5
grupo_cm
ol_gestores
ol_maquina1
ol_maquina2
ol_maquina3
```

Se selecciona el grupo de gestores de conexiones.

Prueba de Gestores de Conexiones.

```
USER NAME >>informix
Enter the login name you want to use for this connection.

----- Press CTRL-W for Help -----

cm_maquina4
cm_maquina5
grupo cm
ol_gestores
ol_maquina1
ol_maquina2
ol_maquina3
```

Se debe introducir el usuario y la contraseña.

Prueba de Gestores de Conexiones.

```
SELECT DATABASE >>
Select a database with the Arrow Keys, or enter a name, then press Return.

----- @ol_maquina2 ----- Press CTRL-W for Help -----

prueba2@ol_maquina2
prueba@ol_maquina2
sysadmin@ol_maquina2
sysha@ol_maquina2
sysmaster@ol_maquina2
sysuser@ol_maquina2
sysutils@ol_maquina2
```

Sólo aparece la máquina 2 porque es el actual primario (la configuración actual así lo dicta).

Prueba de Gestores de Conexiones.

```
CONNECTION: Connect Disconnect Exit
Connect to a database environment.

----- prueba@ol_maquina2 ----- Press CTRL-W for Help -----
```

Se muestra la conexión a la base de datos “prueba” en la máquina 2.

Prueba de Gestores de Conexiones.

```
informix@tfg-maquinal:~$ onstat -g sql
IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- Updatable (Sec) -- Up 15:24:31 -- 164468 Kbytes

Sess      SQL      Current      Iso Lock      SQL  ISAM F.E.
Id        Stmt type Database      Lvl Mode      ERR  ERR  Vers  Explain
62        -        sysmaster    DR  Not Wait    0    0    9.56  Off
61        -        sysadmin     DR  Not Wait    0    0    -     Off
58        SELECT   sysmaster    DR  Not Wait    0    0    9.41  Off
23        -        -            -   Not Wait    0    0    9.24  Off
```

Si se consulta en la máquina 1, no hay ningún usuario conectado.

Prueba de Gestores de Conexiones.

```
informix@tfg-maquina2:~$ onstat -g sql
IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line (Prim) -- Up 22:34:03 -- 172660 Kbytes

Sess      SQL      Current      Iso Lock      SQL  ISAM F.E.
Id        Stmt type Database      Lvl Mode      ERR  ERR  Vers  Explain
543      -        prueba       CR  Not Wait    0    0    9.24  Off
491      -        sysmaster    DR  Not Wait    0    0    9.56  Off
452      -        sysadmin     DR  Wait 5      0    0    -     Off
451      -        sysadmin     DR  Wait 5      0    0    -     Off
450      -        sysadmin     DR  Wait 5      0    0    -     Off
449      -        sysadmin     CR  Not Wait    0    0    -     Off
406      -        sysmaster    DR  Not Wait    0    0    9.56  Off
53       SELECT   sysmaster    DR  Not Wait    0    0    9.41  Off
```

Sin embargo en la máquina 2 se ve (resaltada) la conexión de ese usuario.

Prueba de Gestores de Conexiones.

```
CONNECTION:  Connect  Disconnect  Exit
Disconnect from the current database environment.

----- prueba@ol_maquina2 ----- Press CTRL-W for Help -----
```

Desde la máquina 3, se desconecta el usuario.

Prueba de Gestores de Conexiones.

```
DISCONNECT:  Yes  No
Disconnect from current database environment.

----- prueba@ol_maquina2 ----- Press CTRL-W for Help -----
```

Se confirma la desconexión.

Prueba de Gestores de Conexiones.

```
IBM Informix Dynamic Server Version 12.10.FC12AEE -- On-Line (Prim) -- Up 22:41:51 -- 172660 Kbytes
```

Sess	SQL	Current	Iso	Lock	SQL	ISAM	F.E.	
Id	Stmt type	Database	Lvl	Mode	ERR	ERR	Vers	Explain
491	-	sysmaster	DR	Not Wait	0	0	9.56	Off
452		sysadmin	DR	Wait 5	0	0	-	Off
451		sysadmin	DR	Wait 5	0	0	-	Off
450		sysadmin	DR	Wait 5	0	0	-	Off
449		sysadmin	CR	Not Wait	0	0	-	Off
406	-	sysmaster	DR	Not Wait	0	0	9.56	Off
53	SELECT	sysmaster	DR	Not Wait	0	0	9.41	Off

Se verifica que en la máquina 2, ya no hay ningún usuario conectado.

4. Resultados y conclusiones

A lo largo de este trabajo, se han demostrado los principales mecanismos y modos de funcionamiento del sistema de alta disponibilidad de Informix. Mediante una descripción detallada y práctica de sus componentes, se ha proporcionado una visión integral de cómo se estructura y opera este sistema. Además, se han llevado a cabo varios casos de uso que ejemplifican su funcionalidad y robustez en entornos reales.

La búsqueda y selección de fuentes de información directas, concisas y claras ha sido una parte fundamental en el desarrollo del trabajo. Estas fuentes permitieron una comprensión profunda de los conceptos teóricos y su aplicación práctica. La configuración de las máquinas y la resolución de conflictos durante la conexión a una misma red también representaron desafíos significativos. Superar estos desafíos fue crucial para garantizar un entorno de prueba estable y representativo.

Se han abordado aspectos clave como la replicación de datos, el Fast Recovery y la recuperación ante caídas, demostrando cómo Informix gestiona estos procesos de manera eficaz. Las pruebas realizadas confirmaron que el sistema puede manejar múltiples escenarios de fallo sin pérdida de datos ni interrupción significativa del servicio, lo que subraya su robustez y tolerancia a fallos.

Investigar sobre la tecnología de alta disponibilidad de Informix ha sido una experiencia sumamente enriquecedora. Este estudio no solo ha permitido comprender a fondo las soluciones que Informix ofrece para garantizar la continuidad del servicio en sistemas críticos, sino que también ha aportado nuevos enfoques para la resolución de problemas técnicos en otros sistemas.

El conocimiento adquirido durante este proyecto tiene implicaciones prácticas significativas. Por un lado, proporciona una base sólida para implementar sistemas de alta disponibilidad en entornos empresariales que requieren de modos de operación ininterrumpida. Por otro lado, las estrategias y metodologías aprendidas pueden aplicarse a otros contextos tecnológicos, mejorando la fiabilidad de diversos sistemas informáticos.

Este trabajo destaca la importancia de una infraestructura robusta y bien configurada para la gestión eficaz de datos en tiempo real. Los beneficios de la alta disponibilidad se extienden más allá de la mera continuidad operativa; incluyen la mejora de la experiencia de uso del cliente, la reducción de riesgos operativos y la capacidad de las organizaciones para reaccionar rápidamente ante eventos imprevistos.

La experiencia adquirida también destaca la importancia de la formación y capacitación continua en tecnologías de alta disponibilidad. La capacidad de gestionar y resolver problemas complejos en tiempo real es esencial para los técnicos e ingenieros. Este proyecto ha demostrado que, con el conocimiento adecuado y las herramientas correctas, es posible implementar sistemas robustos que garanticen su operatividad continua y eficaz.

En definitiva, la experiencia adquirida a través de este trabajo proporciona una base valiosa para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el ámbito de las tecnologías de la información y la gestión de datos.

5. Análisis de Impacto

Desde el punto de vista del cliente, la alta disponibilidad de datos en sistemas informáticos es esencial, especialmente en sectores de alto riesgo como el sanitario, el de las telecomunicaciones o el de las inversiones financieras, entre muchos otros. Los clientes dependen de la precisión y la accesibilidad constante de los datos para tomar decisiones informadas en tiempo real. Cualquier interrupción en el acceso a la información podría resultar en pérdidas significativas, pérdida de confianza y una mala reputación para el proveedor del servicio. La capacidad de acceder a los datos sin interrupciones también mejora la experiencia del cliente y su satisfacción general con el servicio.

En el ámbito empresarial, la alta disponibilidad y la tolerancia a fallos son igualmente críticas. La indisponibilidad de datos en momentos clave puede ocasionar pérdidas millonarias, interrupciones operativas y dañar la reputación de la empresa. De nuevo y por ejemplo, en una empresa de inversión, no poder acceder a datos financieros en tiempo real puede llevar a decisiones erróneas y pérdidas sustanciales. Además, la falta de disponibilidad puede afectar la eficiencia operativa, la productividad de los empleados y la capacidad de la empresa para competir en el mercado. Implementar sistemas robustos que garanticen la disponibilidad continua de datos es una inversión que protege a la empresa de riesgos financieros y operativos.

Desde una perspectiva socioeconómica, la alta disponibilidad de datos y la tolerancia a fallos en sistemas informáticos tienen un impacto amplio y significativo. A nivel macroeconómico, la estabilidad y fiabilidad de los sistemas informáticos son fundamentales para el funcionamiento eficiente de las telecomunicaciones, el mercado global y otros muchos sectores críticos. La indisponibilidad de datos puede llevar a perturbaciones en el flujo económico, afectando a empresas de cualquier tamaño. Además, la alta disponibilidad de datos contribuye al crecimiento y desarrollo de sectores tecnológicos, generando empleo y fomentando la innovación. En un contexto global, la capacidad de mantener operaciones sin interrupciones refuerza la confianza en las infraestructuras digitales y promueve la estabilidad económica y social.

6. Bibliografia

- [1] —, “The Impact of Hardware Failures on Data Loss: Recovery Solutions” [Online]. Available:
<https://www.fields-data-recovery.co.uk/blog/the-impact-of-hardware-failures-on-data-loss-recovery-solutions>
- [2] A. R. E. Taylor, “Standing by for Data Loss: Failure, Preparedness and the Cloud” in *Research Gate*, February 2021.
https://www.researchgate.net/publication/359160420_Standing_by_for_Data_Loss_Failure_Preparedness_and_the_Cloud
- [3] —, “Informix Corporation” [Online]. Available:
https://en.wikipedia.org/wiki/Informix_Corporation
- [4] —, “Oracle Corporation” [Online]. Available:
https://es.wikipedia.org/wiki/Oracle_Corporation
- [5] —, “Microsoft SQL Server” [Online]. Available:
https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server
- [6] —, “Threads” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=processors-threads>
- [7] —, “Virtual Processors” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=routine-virtual-processors>
- [8] —, “Shared Memory” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=management-shared-memory>
- [9] —, “Resident Portion of Shared Memory” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=memory-resident-portion-shared>
- [10] —, “Physical-log Buffer” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=memory-physical-log-buffer>

- [11] —, “Logical-log Buffer” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=memory-logical-log-buffer>
- [12] —, “Diferencias entre DDL, DML y DCL” [Online]. Available:
<https://www.todopostgresql.com/diferencias-entre-ddl-dml-y-dcl/>
- [13] —, “Chunks” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=storage-chunks>
- [14] —, “Pages” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=storage-pages>
- [15] —, “Tblspaces” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=storage-tblspaces>
- [16] —, “Extents” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=storage-extents>
- [17] —, “Dbspaces” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=storage-dbspaces>
- [18] —, “Logical Log” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=administration-logical-log>
- [19] —, “Physical Logging” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=recovery-physical-logging>
- [20] —, “Checkpoints” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=recovery-checkpoints>
- [21] —, “Fast Recovery” [Online]. Available:
<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=recovery-fast>

[22] —, “The onlog Utility” [Online]. Available:

<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=utilities-onlog-utility>

[23] —, “The oninit Utility” [Online]. Available:

<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=utilities-oninit-utility>

[24] —, “The onstat Utility” [Online]. Available:

<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=utilities-onstat-utility>

[25] —, “The onspaces Utility” [Online]. Available:

<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=utilities-onspaces-utility>

[26] —, “ontape Utility Syntax: Perform a Backup” [Online]. Available:

<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=backup-ontape-utility-syntax-perform>

[27] —, “The onparams Utility” [Online]. Available:

<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=utilities-onparams-utility>

[28] —, “The onmode Utility” [Online]. Available:

<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=utilities-onmode-utility>

[29] —, “The oncmsm Utility” [Online]. Available:

<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=utilities-oncmsm-utility>

[30] —, “dbaccess command: Start DB-Access” [Online]. Available:

<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=access-dbaccess-command-start-db>

[31] —, “Enterprise Replication” [Online]. Available:

<https://www.ibm.com/docs/en/informix-servers/12.10?topic=replication-enterprise>


[32] —, “IBM Data Replication” [Online]. Available:

<https://www.ibm.com/es-es/products/data-replication>

[33] —, “Configuring Connection Management” [Online]. Available:

<https://www.ibm.com/docs/sv/informix-servers/12.10?topic=manager-configuring-connection-management>

Este documento esta firmado por

	Firmante	CN=tfgm.fi.upm.es, OU=CCFI, O=ETS Ingenieros Informaticos - UPM, C=ES
	Fecha/Hora	Mon Jun 03 01:40:50 CEST 2024
	Emisor del Certificado	EMAILADDRESS=camanager@etsiinf.upm.es, CN=CA ETS Ingenieros Informaticos, O=ETS Ingenieros Informaticos - UPM, C=ES
	Numero de Serie	561
	Metodo	urn:adobe.com:Adobe.PPKLite:adbe.pkcs7.sha1 (Adobe Signature)