



ESPAÑA



G06F 9/50

(2006.01)

B1

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

Fig. 1

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de gestión remota de una plataforma de supercomputación mediante interfaz web.

5 Campo de la invención

La presente invención se engloba dentro del campo de las plataformas de supercomputación empleadas especialmente para la simulación numérica de problemas descritos mediante modelos matemáticos relacionados con la física, estadística, ingeniería, biología, economía, etc. que requieren una gran capacidad de cómputo y que se emplean en entornos multidisciplinares como por ejemplo la simulación de flujos geofísicos. En este ámbito se ha aplicado para la modelización de inundaciones en medio rural, simulaciones de flujos marinos de una o dos capas superpuestas de fluidos, simulación de avalanchas subaéreas y submarinas, simulación de tsunamis, simulación del transporte de sedimentos y corrientes turbidas, etc.

15 Antecedentes de la invención

La resolución de problemas de simulación numérica se realiza habitualmente usando un ordenador (o un clúster de ordenadores -un clúster es un grupo de múltiples ordenadores unidos mediante una red de alta velocidad-) en los que se utiliza un determinado software preinstalado y adaptado al ordenador (o clúster de ordenadores) en sí. Así, por ejemplo, para la simulación de flujos geofísicos existen actualmente paquetes de software específicos. Este software suele estar limitado a un determinado sistema operativo y a ciertas especificaciones de hardware. Entre los programas que resuelven problemas de flujos geofísicos se pueden citar Mike 21 (DHI software), Fluent (Ansys), Comsol Multiphysics (Comsol) y Telemac 2D (EDF). Éstos necesitan de la instalación de programas específicos o de la exportación de terminales gráficas para la interacción entre el usuario y el software.

25 Cuando se trata de resolver problemas reales de gran tamaño, la potencia de un ordenador personal suele ser insuficiente, haciéndose necesario el uso de un clúster de supercomputación. No todo el software existente está adaptado a este tipo de arquitecturas de supercomputación y los que lo están requieren de unas especificaciones de hardware precisas, de unos procesos de instalación específicos y pueden requerir de personal cualificado simplemente para su instalación.

Además, la mayor parte de este tipo de aplicaciones permiten a lo sumo ejecutar códigos ya existentes y pre-compilados, pero no suelen permitir la inclusión de código fuente por parte del usuario ni posibilidad de compilación para su ejecución en un clúster de supercomputación. En los que permiten la inclusión de código fuente por el usuario, están orientados para la resolución de problemas específicos y la interacción con la aplicación suele hacerse mediante terminales de tipo consola, exportando terminales gráficas o mediante la instalación de software específico en el equipo de usuario final.

40 Uno de los programas más completos en el ámbito de la simulación de flujos geofísicos es Fluent, que permite la definición de funciones específicas por parte del usuario (UDF) que son compiladas antes del proceso de ejecución. Sin embargo, este software requiere de la instalación no sólo en el clúster de supercomputación, sino también de programas específicos en el ordenador del usuario tanto para la interacción con el núcleo de cómputo de Fluent como para el manejo de las herramientas de pre y post-proceso.

45 El clúster suele estar en una situación que no es accesible al usuario (salas especiales para laboratorios donde se encuentra físicamente el equipo informático y de acceso restringido). Interactuar con este tipo de software suele requerir herramientas de acceso remoto y de exportación de terminales gráficos, que hacen necesaria la intervención de personal cualificado que posibilite al usuario final el uso de dicho paquete informático. Se conocen aplicaciones que permiten la gestión remota de un clúster mediante una interfaz gráfica. Estas aplicaciones requieren su instalación en un equipo cliente. También son conocidas aplicaciones que permiten la monitorización de un clúster mediante un simple navegador web. Mediante estas aplicaciones el usuario puede comprobar la carga del clúster e incluso visualizar ciertos resultados.

55 Entre la literatura científica, el documento "A web-based platform for computer simulation of seismic ground response" (Zhaohui et al, Journal Advances in Engineering Software. Volumen 35, Issue 5, Mayo 2004 Elsevier Science Ltd. Oxford, UK) presenta una plataforma web para la simulación de efectos sísmicos. El interfaz de entrada se implementa mediante navegador web. Los datos de entrada pueden ser introducidos en un formulario estático, el cual está preparado exclusivamente para el problema a ser resuelto, y mediante la introducción de un fichero. Durante la ejecución de la simulación se informa al usuario del estado de la misma por ejemplo mediante una página web. Como interfaz de salida describe una página web dinámica donde se permite visualizar los resultados y manipularlos. Sin embargo, la plataforma web que divulga está diseñada exclusivamente para la resolución de un problema concreto, no

es aplicable a distintos tipos de problemas, de forma que para cualquier otra realización se tendría que rediseñar todo de nuevo desde el inicio.

Otro documento científico relacionado es el titulado "Simulation anywhere any time: web-based simulation implementation for evaluating order-to delivery system and progress" (Kumara et al; Proceedings of the Winter Simulation Conference, 2002 volumen 2. 11/12/2002. ISBN: 0-7803-7614-5). Este documento describe un marco de simulación cliente/servidor de tres niveles basado en internet. Los elementos principales son un servidor de base de datos, un servidor de ejecución y una interfaz de usuario basada en la web. La interfaz de usuario gráfica basada en la web ayuda a los usuarios a realizar fácilmente el estudio de simulación desde cualquier lugar y en cualquier momento, y también facilita la visualización de los resultados.

El documento US20080178179-A1 describe un sistema y un método para un conjunto de componentes de middleware para soportar la ejecución de aplicaciones de análisis de riesgos financieros en una plataforma de supercomputación. El usuario envía los trabajos desde una aplicación o un navegador web y el cliente utiliza un fichero basado en XML para enviar los trabajos.

El documento US2008082933-A1 divulga una interfaz gráfica de usuarios que permite acceder a la cuenta de usuario y mostrar el estado de los trabajos. Un panel de entrada permite especificar el fichero de datos de entrada. La interfaz gráfica puede estar implementada mediante un servidor web interactivo accesible mediante tecnología de navegador web estándar. Una vez que el usuario accede a su cuenta puede seleccionar el centro de potencia virtual (VPC o clúster de supercomputadoras). La interfaz gráfica muestra la lista de las aplicaciones disponibles en el VPC, su estado actual y estadísticas de uso. La interfaz gráfica de usuario permite al usuario elegir el número de procesadores para la ejecución del trabajo.

También existen diferentes documentos en los que el usuario accede al clúster de supercomputación para la gestión, envío de trabajos u obtención de resultados mediante navegadores webs estándar, como por ejemplo los documentos WO2005106664, US2003028645 y el artículo "Web Access to Supercomputing" (Alosio et al.; Computing in Science & Engineering. Diciembre 2001. Volumen 3, Issue 6. Páginas 66-72. ISSN 1521-9615).

Aunque algunas de las invenciones anteriores emplean una interfaz web como elemento de interacción entre usuario y clúster de supercomputación, sin embargo, ninguna permite la generación dinámica de formularios de preproceso para cada modelo matemático con la posibilidad de inclusión de código fuente por parte del usuario. Los códigos que describen los documentos antes mencionados están ya compilados y se ejecutan en función de los parámetros introducidos en los formularios de entrada, por lo que no se permite que el usuario pueda introducir su propio código fuente para, posteriormente, ser compilado junto con los códigos ya existentes. Asimismo, en las invenciones mencionadas anteriormente los cálculos se han de ejecutar en CPUs convencionales y no están preparados para ser ejecutados en GPUs (procesadores de tarjetas gráficas).

Descripción de la invención

La presente invención soluciona los problemas anteriormente mencionados, mediante la creación de una plataforma clúster e interfaz web que proporciona al usuario capacidad de la resolución numérica de problemas descritos mediante modelos matemáticos. La interfaz web libera al usuario de la dependencia de instalar software en el ordenador cliente a costa de una integración mucho mayor entre dicha interfaz y el hardware del clúster que, junto con una avanzada programación web, posibilita la interacción dinámica usuario-código en un ambiente amigable similar al de otros programas comerciales pero bajo una interfaz puramente web.

La plataforma de supercomputación de la presente invención está compuesta por un clúster de ordenadores interconectados entre sí y una nueva interfaz de usuario realizada íntegramente con tecnología web. Este tipo de plataforma está destinada a empresas e investigadores de carácter multidisciplinar interesados en la resolución numérica de problemas descritos mediante modelos matemáticos.

Un primer aspecto de la invención se refiere a un método de gestión remota de una plataforma de supercomputación mediante interfaz web, siendo dicha gestión remota del clúster de computadoras realizada a través de una interfaz de usuario implementada mediante navegador web de una estación cliente. El método comprende:

- una etapa de generación dinámica de un formulario de inicialización de cómputos para la introducción por parte del usuario de los parámetros, condiciones iniciales y de contorno del problema a resolver, donde dicha etapa de generación comprende:
 - obtener el modelo concreto de problema a resolver, según la selección del usuario;

- cargar una estructura XML de metadatos de código asociada al modelo seleccionado;
 - utilizar una plantilla de estilo avanzada XSL para transformar la estructura XML y mostrar al usuario el formulario de inicialización de cálculos asociado al modelo seleccionado;
 - obtener los parámetros, condiciones iniciales y de contorno del problema del usuario para la posterior ejecución en el clúster;
 - una etapa de selección de los parámetros de ejecución de los procesos a ejecutar en el clúster de computadoras;
 - una etapa de inclusión de datos y compilación, mediante la cual el clúster de computadoras incluye los datos del formulario de inicialización de cálculos en el código del modelo seleccionado y realiza una compilación del código resultante en función de los parámetros de ejecución seleccionados por el usuario;
 - una etapa de ejecución del código resultante en nodos de cómputo del clúster según los parámetros de ejecución seleccionados por el usuario.
- La etapa de inclusión de datos y compilación comprende preferentemente:
- obtener recursos necesarios para la compilación, incluyendo:
 - plantilla XML asociada al modelo que indica los datos de entrada necesarios;
 - plantilla de código fuente modificable con los datos de condiciones iniciales y de contorno y asociada al modelo seleccionado por el usuario;
 - fichero XML con los datos introducidos por el usuario en el formulario de inicialización de cálculos;
 - biblioteca precompilada asociada al modelo seleccionado por el usuario;
 - con los recursos obtenidos, generar un fichero de inicialización del código y generar el código fuente personalizado con los datos introducidos por el usuario en el formulario de inicialización de códigos.
- La etapa de selección de los parámetros de ejecución puede comprender la selección de nodos de cómputo del clúster para la ejecución. También puede comprender la selección de uno de los siguientes modos de ejecución:
- secuencial o paralelo;
 - en arquitectura CPU o GPU.
- La etapa de ejecución del código puede comprender:
- comprobar el modo de ejecución seleccionado por el usuario;
 - seleccionar los recursos hardware del clúster necesarios para la ejecución, comprobando su disponibilidad;
 - una vez los recursos hardware estén disponibles, llevar a cabo la ejecución del código.
- La etapa de ejecución del código puede también comprender actualizar la base de datos del clúster con los datos de la ejecución para permitir la monitorización por parte del usuario del estado de la ejecución mediante herramientas de monitorización del clúster y de los procesos en ejecución incluidas en la interfaz de usuario.
- El método puede comprender enviar al clúster de computadores el formulario de inicialización de cálculos rellenado por el usuario para la verificación de errores y la validación del mismo.
- Otro aspecto de la presente invención se refiere a un sistema de gestión remota de una plataforma de supercomputación mediante interfaz web, que comprende:
- un clúster de computadoras con un servidor de acceso, un front-end del clúster y una pluralidad de nodos de cómputo del clúster; y
 - una interfaz de usuario implementada mediante navegador web de una estación cliente.
- El servidor de acceso está configurado para obtener el modelo concreto de problema a resolver según la selección del usuario. Dicho servidor de acceso comprende:
- un módulo de gestión de formularios encargado de la generación dinámica de un formulario de inicialización de cálculos para la introducción por parte del usuario de los parámetros, condiciones iniciales y de contorno del problema a resolver, mediante:
 - la carga una estructura XML de metadatos de código asociada al modelo seleccionado;
 - la utilización una plantilla de estilo avanzada XSL para transformar la estructura XML y enviarla al navegador web de la estación cliente para que el formulario de inicialización de cálculos asociado al modelo seleccionado sea mostrado al usuario;
 - un módulo de ejecución encargado de:
 - recibir los parámetros de ejecución de los procesos a ejecutar en el clúster de

computadoras seleccionados por el usuario a través del navegador web en la estación cliente;
 • gestionar la ejecución de los procesos con el front-end del clúster.

- 5 El front-end del clúster está configurado para:
- incluir los datos del formulario de inicialización de cómputos en el código del modelo seleccionado y realizar una compilación del código resultante en función de los parámetros de ejecución seleccionados por el usuario;
 - ejecutar el código resultante en los nodos de cómputo del clúster según los parámetros de ejecución seleccionados por el usuario.
- 10 El servidor está preferiblemente configurado para obtener y remitir al front-end del clúster recursos necesarios para la compilación, incluyendo:
- plantilla XML asociada al modelo que indica los datos de entrada necesarios;
 - plantilla de código fuente modificable con los datos de condiciones iniciales y de contorno y asociada al modelo seleccionado por el usuario;
- 15 • fichero XML con los datos introducidos por el usuario en el formulario de inicialización de cómputos;

20 En el caso anterior el front-end del clúster dispone preferiblemente de acceso a una biblioteca precompilada asociada al modelo seleccionado por el usuario y está configurado para, con los recursos obtenidos, generar un fichero de inicialización del código y generar el código fuente personalizado con los datos introducidos por el usuario en el formulario de inicialización de códigos.

25 Los parámetros de ejecución puede incluir la selección de nodos de cómputo del clúster para la ejecución y/o la selección de uno de los siguientes modos de ejecución:

- secuencial o paralelo;
- en arquitectura CPU o GPU.

30 Para la ejecución del código el front-end del clúster puede estar adicionalmente configurado para:

- comprobar el modo de ejecución seleccionado por el usuario;
- seleccionar los recursos hardware del clúster necesarios para la ejecución, comprobando su disponibilidad;
- una vez los recursos hardware estén disponibles, llevar a cabo la ejecución del código.

35 La plataforma de supercomputación permite un fácil acceso a estos módulos directamente desde un navegador web sin necesidad de instalar ningún software específico. Además, los cálculos realizados a través de esta plataforma se llevan a cabo directamente en un clúster de ordenadores.

40 La presente invención pone a disposición de los usuarios una gran capacidad de computación muy superior a la que se obtendría con un simple ordenador de uso doméstico. La presente invención permite al usuario acceder, a través de una interfaz de usuario multiplataforma basada en tecnología web, a un clúster de supercomputación de una manera fácil e intuitiva, rápida y transparente para el usuario.

45 Esta plataforma de computación aporta una serie de ventajas:

- Independencia del sistema operativo del ordenador del usuario.
- Uso de estándares universales (tecnología web).
- Actualización del software automática sin intervención del usuario.
- Uso de un clúster de supercomputación desde un ordenador personal.
- El usuario no tiene necesidad de realizar tareas de instalación, mantenimiento, actualización de software y/o hardware ni conocimientos específicos de supercomputación.

50 • Uso transparente e intuitivo con independencia de la formación específica del usuario. Proporciona una herramienta multidisciplinar válida para investigadores de ámbito científico (física, geología, matemática aplicada,...), consultoras medioambientales, centros de coordinación para la prevención de desastres naturales, etc.

55 La presente invención permite al usuario:

- Interactuar con el clúster como si estuviera trabajando en local.
- Evitar la instalación de cualquier software específico en su ordenador local.
- Aprovechar la arquitectura paralela y de supercomputación del clúster (tanto de CPU como GPU). Al usuario se le permite gestionar la topología de una máquina paralela (seleccionando los núcleos necesarios y arrancando o parando la máquina paralela a su conveniencia) en el caso de que su simulación requiera del uso de múltiples unidades de cómputo.

60

- Posibilidad de modificar los códigos existentes según sus necesidades que son compilados automáticamente en tiempo de ejecución para la arquitectura CPU o GPU seleccionada por el usuario. El proceso de compilación incorpora un sistema de control de estado de la compilación.
- Controlar en todo momento los procesos que se están ejecutando permitiéndole la detención en todo momento de los cálculos en ejecución, incluso cuando se están ejecutando en cientos de nodos.
- Tener información de los recursos disponibles: la carga de CPU, memoria y nodos de cómputo disponibles, etc.

También puede aportar opcionalmente otras ventajas:

- Autenticación mediante LDAP y SSH federado.
- Gestor de ficheros avanzado vía web.
- Posibilidad de incorporar herramientas de pre y post proceso específicas vía web para cada problema:
 - Preproceso:
 - Generadores de mallados.
 - Módulos de interpolación de datos de condiciones iniciales.
 - Módulos de extracción de información a partir de bases de datos científicas disponibles (se suelen usar para la generación de topografías, batimetrías, lecturas de datos para la imposición de condiciones iniciales o de contorno, etc.).
 - Etc.
 - Postproceso:
 - Visualizadores analíticos 1D, 2D y 3D de resultados.
 - Conversores de tipos de ficheros.
 - Etc.

Breve descripción de las figuras

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de figuras que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

La Figura 1 muestra el diagrama de flujo de la plataforma de supercomputación.

La Figura 2 muestra un esquema de funcionamiento del formulario de inicialización de cómputos.

La Figura 3 muestra el esquema de proceso de compilación de códigos.

La Figura 4 muestra el esquema de lanzamiento de ejecuciones en el clúster.

La Figura 5 muestra un posible esquema de la plataforma de supercomputación.

Descripción detallada de la invención

En la **Figura 1** se muestra el diagrama de flujo de la plataforma de supercomputación, con sus distintos elementos:

- Interfaz de usuario 100, con las siguientes características:

- * El usuario accede a la plataforma de supercomputación a través de un navegador web estándar.
- * En una realización particular la autenticación de los usuarios de la red académica se realiza mediante el sistema de federación de RedIRIS.
- * En el caso de que el usuario tenga derechos de administrador permite además:
 - Gestión de otros usuarios mediante sistemas tipo LDAP (Protocolo Liger de Acceso a Directorios).
 - Gestión de permisos de cada usuario: códigos a los que tiene acceso, nodos del clúster en los que puede lanzar ejecuciones, etc.
 - Gestión del hardware del clúster: características físicas de cada nodo (CPU, memoria, GPU, etc).
 - Administración de códigos gestionados por la plataforma de supercomputación.

Inicialmente se muestra la interfaz de usuario 100 donde el usuario se autentica en la plataforma para acceder a un menú personalizado donde se tiene acceso a las distintas opciones. A continuación el usuario puede hacer uso de las siguientes opciones:

- 5 - Las herramientas de preproceso 102 (opcionales).
- Las herramientas de postproceso 104 (opcionales).
- Herramientas de gestión de su sistema de ficheros 106.
- Herramientas de monitorización del clúster y de los procesos en ejecución 108.
- Herramientas de administración (en el caso de administradores) 110.
- 10 - Formulario de inicialización de cómputos 112.

10 Uno de los elementos esenciales para la ejecución de problemas en la plataforma de supercomputación es el formulario de inicialización de cómputos 112 (su proceso de generación se describe más adelante). Este formulario está totalmente adaptado para cada problema y mediante el mismo el usuario introduce los parámetros, condiciones iniciales y de contorno para cada problema a resolver (que opcionalmente han podido ser pretratados con las herramientas de preproceso 102). Como se representa con la flecha circular, el formulario se adapta dinámicamente conforme a los datos introducidos por el usuario. Una vez que el usuario completa dicho formulario lo envía para verificación al clúster 114 donde cada campo se analiza en función del tipo definido, comprobando que la información suministrada coincide con las especificaciones de dicho tipo 116. En el caso de que existan errores se vuelve a mostrar el formulario al usuario para que los corrija. En caso de que la verificación sea correcta la plataforma asigna al formulario un identificador único y es guardado, llevando seguidamente al usuario a la interfaz de usuario 100.

25 Una vez el usuario ha completado un formulario de inicialización de cómputos, el paso a seguir es lanzar la simulación numérica en el clúster de computación. Para ello, inicialmente el usuario debe seleccionar entre los formularios que haya completado 118.

Posteriormente el usuario debe seleccionar parámetros de ejecución de procesos 120. En este paso la plataforma puede mostrar:

- 30 - Monitorización en tiempo real de la carga computacional de cada nodo del clúster: porcentaje de uso de cada CPU, número de núcleos usados de cada CPU, memoria disponible y usada en cada nodo, etc.
- Nodos de cómputo accesibles por el usuario y prioridad de ejecución en ellos.
- Creación automática de la topología de cálculo para procesos en paralelo.
- 35 - Posibilidad de selección personalizada por el usuario de los nodos de cómputo para un cálculo paralelo.

40 El usuario selecciona el/los nodo/s que desee y ordena la ejecución. El clúster incluye los datos del formulario de inicialización de cómputos en el código del modelo seleccionado, compila el código resultante 122 (opcionalmente en caso de ser necesario un cómputo en paralelo, la plataforma arranca una máquina paralela con la topología seleccionada por el usuario) y verifica el resultado de la compilación 124. En caso de haber algún error de compilación se devuelven al usuario los errores encontrados y se lleva al usuario a la interfaz 100. Si la compilación es correcta la plataforma ejecuta en el clúster (en el modo seleccionado por el usuario -secuencial, paralelo o GPU-) el código resultante 126. Hasta obtener los resultados 128 el usuario dispone de herramientas para hacer el seguimiento de sus ejecuciones 108 (tiempo restante estimado, visualización de ficheros de traza, control de ejecuciones, etc.), esto es, una autogestión de procesos en ejecución y tiempo de finalización permitiendo control del usuario mediante interfaz web.

50 Uno de los núcleos de la plataforma de supercomputación es el diseño de los formularios de inicialización de cómputos 112. En la **Figura 2** se muestra un esquema de funcionamiento del formulario de inicialización de cómputos. Estos formularios son la interfaz entre el usuario y cada código y son la herramienta para la inicialización de cada cálculo científico que el usuario final desee lanzar.

55 A continuación se enumera de manera resumida en los siguientes ítems cuáles son los elementos fundamentales de estos formularios:

1. Diseño de un metalenguaje de etiquetas específico para diferenciar entre los distintos tipos de entrada posibles en un código que resuelva problemas de simulación numérica. Incorporación de un sistema de detección de errores intrínseco a este metalenguaje.

60 El metalenguaje desarrollado consta de dos módulos: un módulo basado en lenguaje de tipo XML y otro complementario basado en lenguajes de hojas de estilo XSL.

Se ha desarrollado un sofisticado sistema estructurado bajo un formato XML a fin de organizar y almacenar todos los tipos de datos necesarios para un código de simulación numérica. Este sistema incluye elementos ligados a los tipos de campos usuales (campos de texto, diversos selectores de

opciones, etc.) en un formulario web y elementos avanzados adaptados para la introducción de datos especiales para un problema de simulación numérica (por ejemplo, para la introducción de las condiciones de contorno).

5 Cada elemento dispone de atributos específicos así como de un conjunto de elementos hijos asociados y necesarios para el proceso de entrada, validación y verificación de datos introducidos.

A continuación se describe, a modo de ejemplo, dos elementos de este metalenguaje, uno de tipo básico y otro avanzado.

Elemento *integer*:

- 10
- Uso: Almacenamiento de campos de tipo números enteros.
 - Atributos:
 - *name*: nombre del campo.
 - *required* (yes/no): indica si es un campo que el usuario debe completar necesariamente.
- 15
- Elementos hijos asociados:
 - *label*: contiene el texto mostrado al usuario como descripción del campo de texto.
 - *min*: Elemento opcional. Indica el mínimo valor posible a introducir.
 - *max*: Elemento opcional. Indica el máximo valor posible a introducir.
 - *fieldcomment*: Elemento opcional. Indica texto de ayuda que se muestra al usuario en el formulario.
 - *value*: Elemento opcional. Valor de este campo.
 - *example*: Elemento opcional. Muestra ejemplos al usuario.
 - Ejemplo:
- 20
- ```

25 <integer name="nodosmpi" required="yes">
 <label>Nodos a emplear en paralelización MPI:</label>
 <min>0</min>
 <max>48</max>
 <fieldcomment>Debes introducir el número de nodos de la máquina
30 paralela</fieldcomment>
 <value/>
</integer>

```

**Elemento *contour*:**

- 35
- Uso: Imposición de las condiciones de contorno asociadas al problema considerado.
  - Atributos:
    - *name*: nombre del campo.
    - *filename*: indica el nombre del campo en el que se almacena el nombre del fichero de mallado sobre el que se va a ejecutar el código. Este atributo lleva asociada una función avanzada que permite examinar dinámicamente las fronteras del mallado, leyéndolo desde la cuenta del usuario y mostrando dinámicamente de modo gráfico las fronteras del mallado clasificadas por referencias.
    - *required* (yes/no): indica si es un campo que el usuario debe completar necesariamente.
  - Elementos hijos asociados:
    - *condition*: Usado para describir las posibles condiciones de contorno que el usuario puede seleccionar para una frontera dada. Este nodo hijo se replicará dinámicamente tantas veces como fronteras haya en el mallado seleccionado.
- 40
- Atributos:
    - *name*: nombre del campo.
    - *image* (yes/no): indica si deben mostrarse o no las figuras asociadas a las fronteras del mallado.
  - Elementos hijos asociados:
    - *label*: Texto mostrado al usuario.
    - *minselecteditems*: Elemento opcional. Número mínimo de ítems a seleccionar.
    - *maxselecteditems*: Elemento opcional. Número máximo de ítems a seleccionar.
    - *options*: usado para almacenar las opciones de condiciones de contorno posibles en cada frontera.
    - Elementos hijos asociados:
      - *Option*: Texto correspondiente a la opción.
- 45
- Ejemplo:
- 50



```

<contour name="cc_ref" required="no" filename="ficheromallado">
 <condition name="ccontorno" image="yes">
 <label>Tipo de CC para la referencia </label>
 <minselecteditems>0</minselecteditems>
 <maxselecteditems>2</maxselecteditems>
 <options>
 <option>Elevacion</option>
 <option>Q*n</option>
 </options>
 <value/>
 </condition>
</contour>

```

2. Sistema automatizado de generación de formularios específicos a partir de plantillas diseñadas con este metalenguaje. En estos formularios se introducen los datos relativos al problema a resolver como por ejemplo condiciones iniciales, condiciones de contorno, parámetros, etc.

3. Posibilidad de completar formularios vacíos o recuperar datos de uno preexistente.

4. Campos especiales que permiten:

- Seleccionar un fichero almacenado remotamente en la cuenta del usuario del clúster accediendo en tiempo real a su sistema de ficheros.
- Incorporar el contenido de un fichero local o remoto directamente en el formulario.
- Generación de imágenes a partir de datos introducidos por el usuario. Son interesantes por ejemplo para la imposición de las condiciones de frontera de manera gráfica en los bordes del dominio espacial del problema. Para ello se interpreta dinámicamente el mallado o dominio espacial seleccionado por el usuario.
- Campos que evolucionan de forma dinámica a partir de los datos de entrada del usuario: repetición de estructuras, condicionales, selección múltiple, etc.
- Control de errores específico por campos.

En la **Figura 2** se muestra el proceso dinámico de generación y validación de formularios para la inicialización de cómputos (pasos 112, 114 y 116 de la Figura 1). Seguidamente se describe el diagrama de flujo:

Una vez el usuario selecciona 200 el modelo con el que quiere realizar su experimento numérico, la plataforma de supercomputación carga la estructura XML asociada a dicho código 202, y utiliza la plantilla de estilo avanzada XSL 204 (esta plantilla es común a todos los formularios) para transformar la estructura XML y mostrar al usuario el formulario de inicialización de cómputo asociado al código que desea ejecutar 206. Este formulario puede incorporar además características únicas:

- Acceso directo a la cuenta del usuario en el clúster para completar distintos tipos de campos 208 (ficheros de mallado, ficheros de condiciones iniciales, etc.).
- Campos dinámicos específicos 210 para la imposición de condiciones de contorno (campos que determinan las fronteras del mallado seleccionado y representan automáticamente las fronteras clasificadas por referencias para que el usuario indique el tipo de condiciones de contorno en cada frontera) y estructuras especiales de introducción de datos (por ejemplo, campos que replican estructuras de datos para adaptarse a la incorporación de nuevas variables al problema de partida, o campos que modifican en formulario automáticamente en función de la respuesta que el usuario ha dado a determinada pregunta).

El último punto del diagrama de flujo se muestra el proceso de verificación 114 y de validación 116 de los datos introducidos. Para ello, la plataforma de supercomputación comprueba que los campos obligatorios se han rellenado y además la consistencia de los datos introducidos (por ejemplo, comprueba que las rutas a ficheros son correctas, que los valores numéricos están comprendidos entre los límites especificados, que los tipos de datos concuerdan con los tipos especificados, etc.).

En cuanto al proceso de inclusión de datos y compilación 122 de la Figura 1, en la **Figura 3** se muestra el esquema de proceso de compilación de códigos.

- Con los datos introducidos por el usuario la plataforma genera automáticamente ejecutables óptimos para la arquitectura específica de los nodos seleccionados. Todo este proceso es automático, realizado en el clúster remotamente sin necesidad de instalación de ningún tipo de librería o dependencias en la máquina cliente y con independencia del sistema operativo usado por el usuario.
- Al mismo tiempo se realiza un control de errores en tiempo de compilación.

A continuación se describe el diagrama de flujo de la Figura 3:

La plataforma de supercomputación recoge todos los recursos necesarios 300 para la compilación:

- 5                   - Plantilla XML asociada al modelo 302 que indica los datos de entrada necesarios.
- Plantilla de código fuente modificable 304 asociada al modelo seleccionado por el usuario.
- Fichero XML 118 correspondiente a la información aportada por el usuario en el formulario seleccionado.
- 10               - Biblioteca precompilada 308 asociada al modelo seleccionado por el usuario.

Con esta información la plataforma de supercomputación genera un fichero de inicialización del código 310 y crea el código fuente personalizado con los datos introducidos por el usuario 312 en el formulario de inicialización de códigos.

15               Los ficheros generados son compilados contra la biblioteca propia del código siguiendo las especificaciones de hardware señaladas por el usuario en el formulario de inicialización de códigos y según el hardware del clúster en el que tiene permisos de ejecución el usuario 314. El proceso de compilación incorpora un control dinámico de errores. En tal caso, se recogen los errores de compilación y se muestran en un formulario de salida al usuario.

20               La **Figura 4** muestra el esquema de lanzamiento de ejecuciones en la plataforma de supercomputación 126. A continuación se describe el diagrama de flujo:

25               El código (compilado según se ha mostrado en el proceso de inclusión de datos y compilación 122) va a pasar a ser ejecutado. Para ello se analizan 400 las especificaciones dadas por el usuario en el formulario de inicialización de códigos. En particular, se estudia si la ejecución es secuencial o en paralelo y en arquitectura CPU o GPU. Seguidamente la plataforma prepara 402 y comprueba 404 la disponibilidad de los recursos de hardware (CPUs y/o GPUs) de la plataforma necesarios para la ejecución. En caso de que los recursos de hardware no estén disponibles (porque están siendo usados) la

30               plataforma pone en la cola de procesos del sistema la ejecución. Una vez los recursos están disponibles se lleva a cabo la ejecución 406. En dicho proceso, el código es registrado en la base de datos de la plataforma 408 de manera que el usuario puede monitorizar en todo momento:

- El estado de sus ejecuciones activas.
- Trazabilidad del estado de la ejecución.
- 35               - Posibilidad de interrupción de procesos en ejecución.
- Aviso por e-mail de la finalización del proceso.

En una realización preferente el funcionamiento interno del clúster está basado en el sistema operativo Linux, dotado de herramientas específicas para el modelado y la simulación numérica.

40               \* Hardware: Clúster de supercomputación basado en arquitectura Intel compuesto por una máquina Frontend, nodos de cálculo con arquitectura CPU y GPU y máquinas de tipo SAN.

\* Software (Backend):

- Compiladores GNU y específicos para la arquitectura Intel.
- Bibliotecas de cálculo numérico.
- 45               - Bibliotecas de cálculo paralelo.
- Sistemas de monitorización y seguimiento del estado de cada nodo del clúster, trabajos, etc... basado en Ganglia.
- Sistema de gestión de colas: Sun Grid Engine (SGE).
- Python.

50               \* Software (Frontend):

- PHP.
- AJAX.
- XML, XSLT.
- CSS.
- 55               - Python.
- MySQL.
- O3D.

60               La **Figura 5** representa, a modo de ejemplo, un esquema con el hardware de la plataforma de supercomputación. En la misma se muestra el usuario 500 accediendo a través de un navegador web 502 de un terminal o estación cliente 504 (un ordenador personal, una tablet, una PDA, etc.), via Internet 506, a un clúster de computadoras 508. En una posible realización se puede acceder al clúster a través del servidor de acceso 510 de la plataforma de supercomputación, que se encarga de recibir la información

de la estación cliente 504, de interactuar con el front-end del clúster 512 y de coordinar las tareas entre los nodos de cómputo del clúster 514 conectados en una red local 516 de alta velocidad.

## REIVINDICACIONES

- 1- Método de gestión remota de una plataforma de supercomputación mediante interfaz web, siendo dicha gestión remota del clúster de computadoras (508) realizada a través de una interfaz de usuario (100) implementada mediante navegador web (502) de una estación cliente (504), **caracterizado por que** comprende:
- una etapa de generación dinámica de un formulario de inicialización de cómputos (112) para la introducción por parte del usuario (500) de los parámetros, condiciones iniciales y de contorno del problema a resolver, donde dicha etapa de generación comprende:
    - obtener el modelo concreto (200) de problema a resolver, según la selección del usuario (500);
    - cargar una estructura XML de metadatos de código (202) asociada al modelo seleccionado;
    - utilizar una plantilla de estilo avanzada XSL (204) para transformar (206) la estructura XML y mostrar al usuario el formulario de inicialización de cómputos asociado al modelo seleccionado;
    - obtener los parámetros, condiciones iniciales y de contorno del problema del usuario (500) para la posterior ejecución en el clúster (508);
  - una etapa de selección de los parámetros de ejecución (120) de los procesos a ejecutar en el clúster de computadoras (508);
  - una etapa de inclusión de datos y compilación (122), mediante la cual el clúster de computadoras (508) incluye los datos del formulario de inicialización de cómputos en el código del modelo seleccionado y realiza una compilación del código resultante en función de los parámetros de ejecución seleccionados por el usuario;
  - una etapa de ejecución (126) del código resultante en nodos de cómputo del clúster (514) según los parámetros de ejecución seleccionados por el usuario.
- 2- Método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la etapa de inclusión de datos y compilación (122) comprende:
- obtener recursos (300) necesarios para la compilación, incluyendo:
    - plantilla XML asociada al modelo (302) que indica los datos de entrada necesarios;
    - plantilla de código fuente (304) modificable con los datos de condiciones iniciales y de contorno y asociada al modelo seleccionado por el usuario;
    - fichero XML (118) con los datos introducidos por el usuario en el formulario de inicialización de cómputos (112);
    - biblioteca precompilada (308) asociada al modelo seleccionado por el usuario;
  - con los recursos (300) obtenidos, generar un fichero de inicialización del código (310) y generar el código fuente personalizado (312) con los datos introducidos por el usuario en el formulario de inicialización de códigos (112).
- 3- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la etapa de selección de los parámetros de ejecución (120) comprende la selección de nodos de cómputo del clúster (514) para la ejecución.
- 4- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la etapa de selección de los parámetros de ejecución (120) comprende la selección de uno de los siguientes modos de ejecución:
- secuencial o paralelo;
  - en arquitectura CPU o GPU.
- 5- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la etapa de ejecución (126) del código comprende:
- comprobar (400) el modo de ejecución seleccionado por el usuario;
  - seleccionar los recursos (402) hardware del clúster necesarios para la ejecución, comprobando su disponibilidad (404);
  - una vez los recursos hardware estén disponibles, llevar a cabo la ejecución (406) del código.
- 6- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la etapa de ejecución (126) del código comprende actualizar la base de datos del clúster (408) con los datos de la ejecución para permitir la monitorización por parte del usuario del estado de la ejecución mediante herramientas de monitorización del clúster y de los procesos en ejecución (108) incluidas en la interfaz de usuario (100).
- 7- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende enviar

al clúster de computadores (508) el formulario de inicialización de cálculos relleno por el usuario para la verificación de errores (114) y la validación (116) del mismo.

- 5 8- Sistema de gestión remota de una plataforma de supercomputación mediante interfaz web, que comprende:
- un clúster de computadoras (508) con un servidor de acceso (510), un front-end del clúster (512) y una pluralidad de nodos de cómputo del clúster (514); y
  - una interfaz de usuario (100) implementada mediante navegador web (502) de una estación cliente (504);
- 10 **caracterizado por que** el servidor de acceso (510) está configurado para obtener el modelo concreto (200) de problema a resolver según la selección del usuario (500), dicho servidor de acceso (510) comprendiendo:
- un módulo de gestión de formularios encargado de la generación dinámica de un formulario de inicialización de cálculos (112) para la introducción por parte del usuario (500) de los parámetros, condiciones iniciales y de contorno del problema a resolver, mediante:
    - la carga una estructura XML de metadatos de código (202) asociada al modelo seleccionado;
    - la utilización una plantilla de estilo avanzada XSL (204) para transformar (206) la estructura XML y enviarla al navegador web (502) de la estación cliente (504) para que el formulario de inicialización de cálculos asociado al modelo seleccionado sea mostrado al usuario (500);
  - un módulo de ejecución encargado de:
    - recibir los parámetros de ejecución de los procesos a ejecutar en el clúster de computadoras (508) seleccionados por el usuario a través del navegador web (502) en la estación cliente (504);
    - gestionar la ejecución de los procesos con el front-end del clúster (512);
- 15 **y por que** el front-end del clúster (512) está configurado para:
- incluir los datos del formulario de inicialización de cálculos en el código del modelo seleccionado y realizar una compilación del código resultante en función de los parámetros de ejecución seleccionados por el usuario;
  - ejecutar el código resultante en los nodos de cómputo del clúster (514) según los parámetros de ejecución seleccionados por el usuario.
- 20 9- Sistema según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el servidor (510) está configurado para obtener y remitir al front-end del clúster (512) recursos (300) necesarios para la compilación, incluyendo:
- plantilla XML asociada al modelo (302) que indica los datos de entrada necesarios;
  - plantilla de código fuente (304) modificable con los datos de condiciones iniciales y de contorno y asociada al modelo seleccionado por el usuario;
  - fichero XML (118) con los datos introducidos por el usuario en el formulario de inicialización de cálculos (112);
- 25 **y por que** el front-end del clúster (512) dispone de acceso a una biblioteca precompilada (308) asociada al modelo seleccionado por el usuario y está configurado para, con los recursos (300) obtenidos, generar un fichero de inicialización del código (310) y generar el código fuente personalizado (312) con los datos introducidos por el usuario en el formulario de inicialización de códigos (112).
- 30 10- Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, **caracterizado por que** los parámetros de ejecución incluye la selección de nodos de cómputo del clúster (514) para la ejecución.
- 35 11- Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado por que** los parámetros de ejecución incluye la selección de uno de los siguientes modos de ejecución:
- secuencial o paralelo;
  - en arquitectura CPU o GPU.
- 40 12- Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizado por que** para la ejecución (126) del código el front-end del clúster (512) está adicionalmente configurado para:
- comprobar (400) el modo de ejecución seleccionado por el usuario;
  - seleccionar los recursos (402) hardware del clúster necesarios para la ejecución, comprobando su disponibilidad (404);
  - una vez los recursos hardware estén disponibles, llevar a cabo la ejecución (406) del código.
- 45 50 55 60

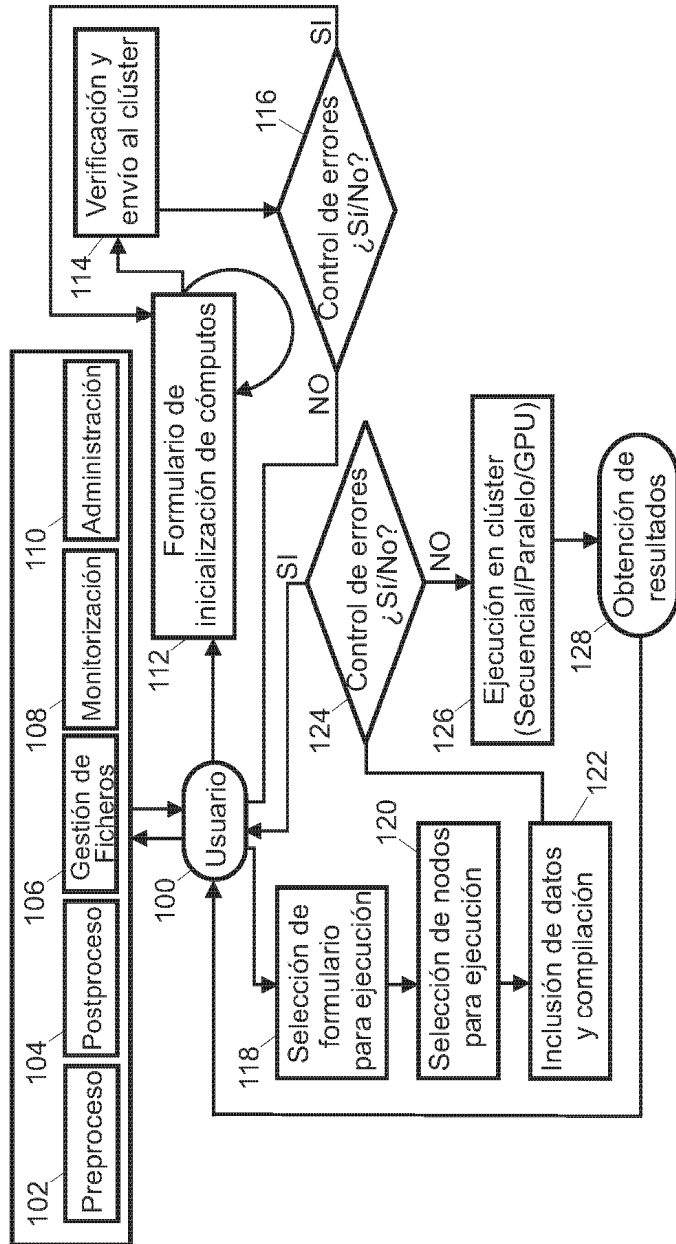


Fig. 1

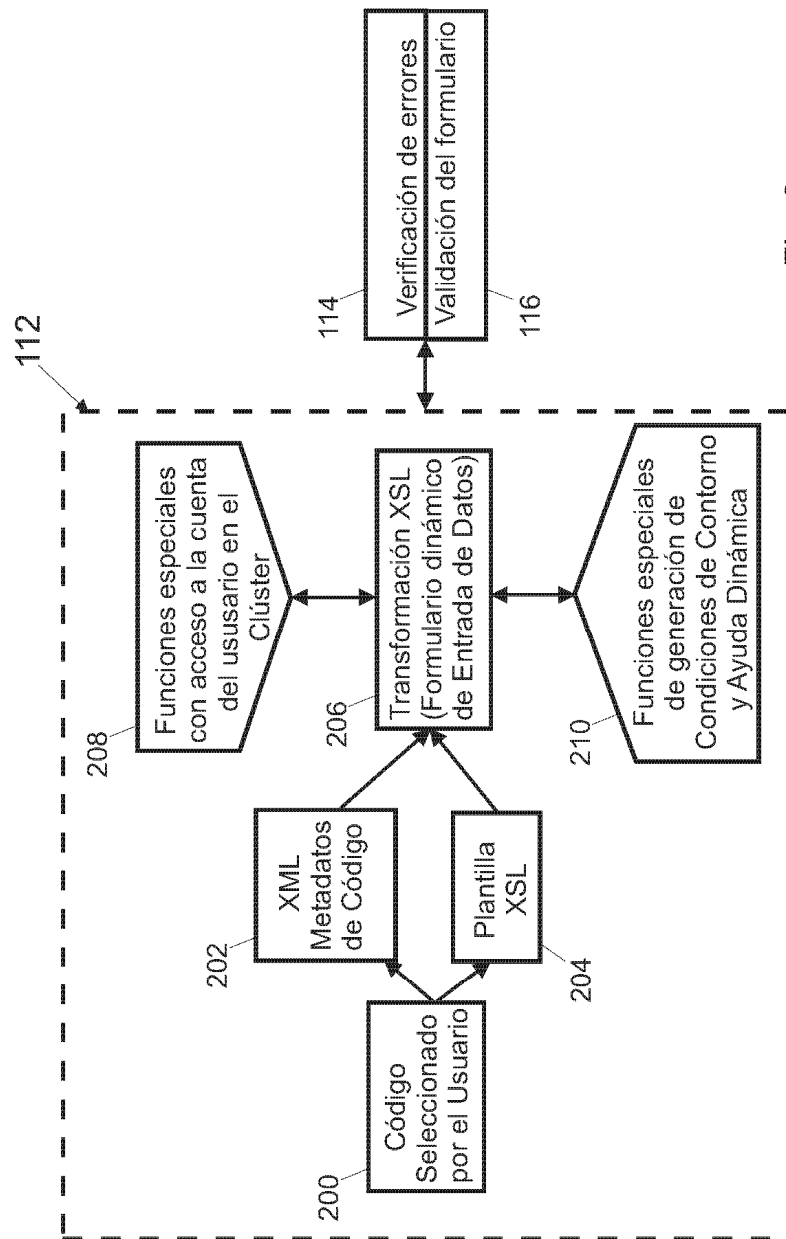


Fig. 2

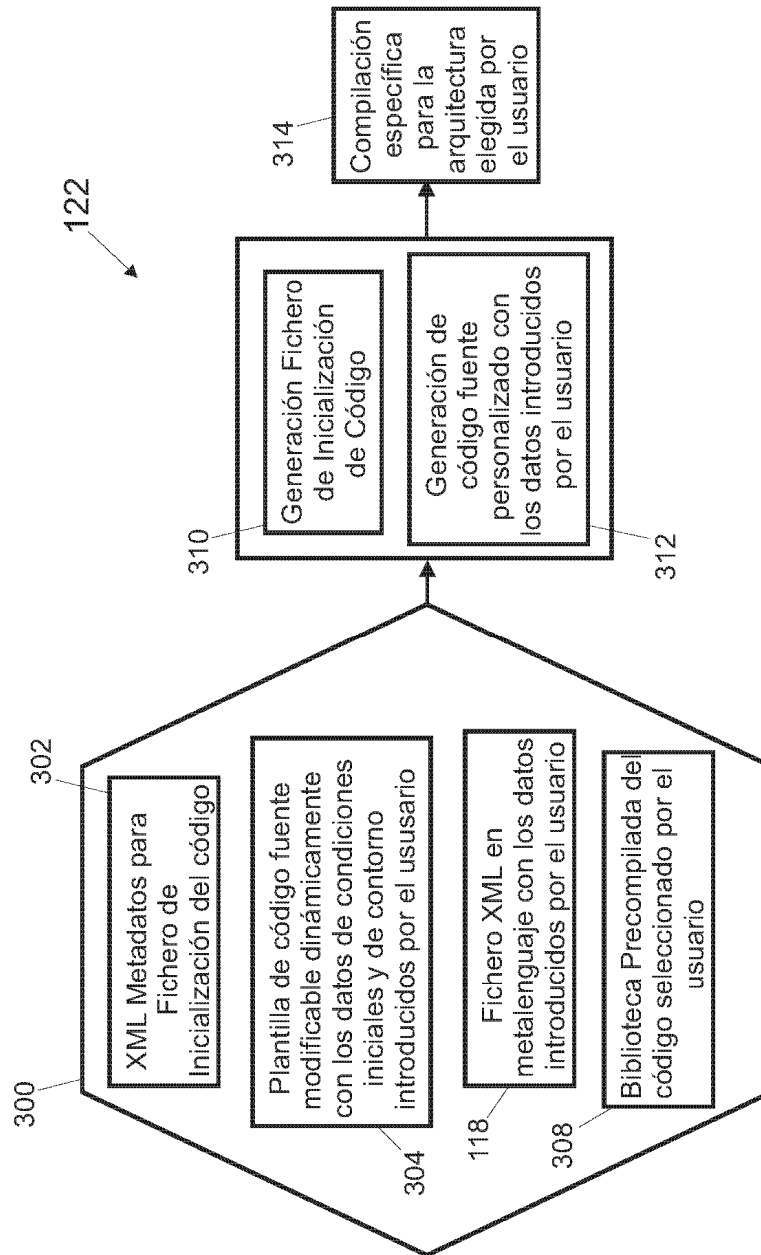


Fig. 3



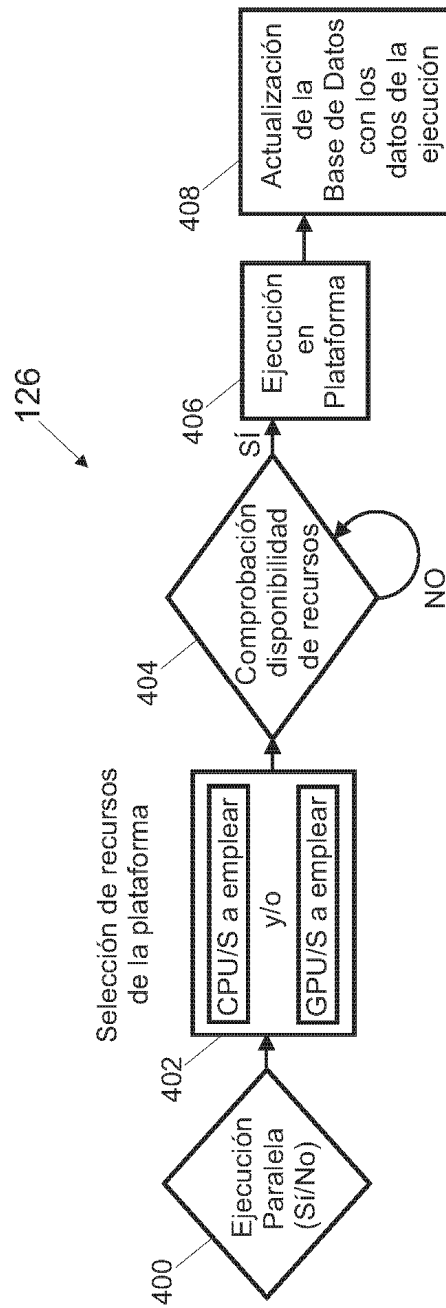


Fig. 4

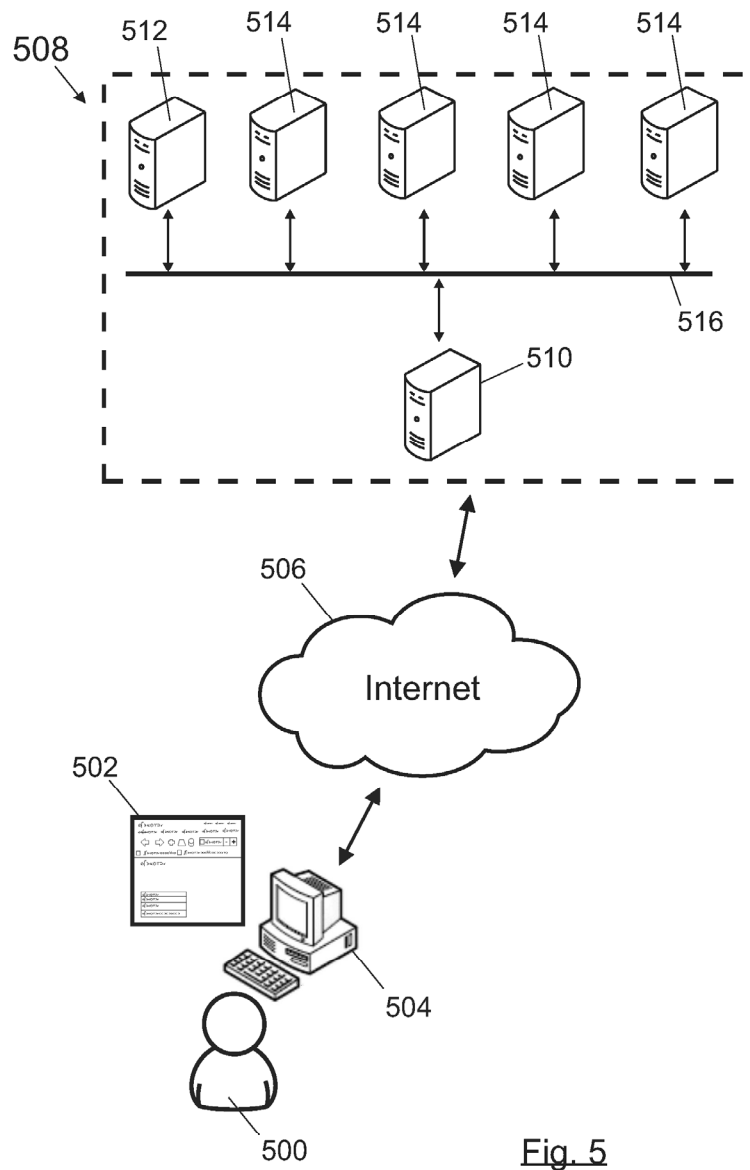


Fig. 5



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201230897

②② Fecha de presentación de la solicitud: 08.06.2012

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G06F9/50** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑤⑥ Documentos citados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| X         | US 2008178179 A1 (MITSUMORI S.; NATARAJAN R.; PHAN T.) 24-7-2008,                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1-12                       |
| A         | ZHAOHUI YANG, JINCHI LU, AHMED ELGAMAL "A web-based platform for computer simulation of seismic ground response"; Advances in Engineering Software 35; Págs 249-259; Disponible en: <a href="http://www.quakesim.net/cyclic1d/web_based_platform_yang_et al.pdf">http://www.quakesim.net/cyclic1d/web_based_platform_yang_et al.pdf</a> | 1, 5-7                     |
| A         | US 2008082933 A1 (MASSIVELY PARALLEL TECHNOLOGIES) 3-4-2008,                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,3-7                      |

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
16.01.2013

Examinador  
M. Muñoz Sanchez

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G06F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 16.01.2013

**Declaración****Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-12  
Reivindicaciones

SI  
NO

**Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)**

Reivindicaciones  
Reivindicaciones 1-12

SI  
NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

| Documento | Número Publicación o Identificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Fecha Publicación |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| D01       | US 2008178179 A1 (MITSUMORI S.; NATARAJAN R.; PHAN T.)                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 24.07.2008        |
| D02       | Zhaohui Yang, Jinchi Lu, Ahmed Elgamal "A web-based platform for computer simulation of seismic ground response" ; Advances in Engineering Software 35; Págs 249-259; Disponible en: <a href="http://www.quakesim.net/cyclic1d/web_based_platform_yang_et al.pdf">http://www.quakesim.net/cyclic1d/web_based_platform_yang_et al.pdf</a> | 13.04.2004        |
| D03       | US 2008082933 A1 (MASSIVELY PARALLEL TECHNOLOGIES)                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 03.04.2008        |

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

Se considera D01 el documento más próximo del estado de la técnica al objeto de la solicitud.

**Reivindicaciones independientes**

Reivindicación 1: El documento D01 divulga un sistema de cómputo con una plataforma de supercomputación que utiliza una interfaz web y un fichero basado en XML para enviar trabajos que pasarán por una capa de middleware encargada de la gestión de la ejecución en la plataforma de supercomputación (computación en paralelo). El contenido de un archivo XML, como es sobradamente conocido y por tanto evidente para el experto en la materia, comprende estructuras de datos (plantillas) que facilitan la configuración de tareas de ejecución de cálculos. En el caso del cálculo científico los campos de un archivo XML podrían representar, y resultaría natural, condiciones iniciales, de contorno y otros parámetros (documento D02) o parámetros relativos a la ejecución del cómputo (documento D03) que se podrían usar por un lado en la propia compilación del modelo científico y por otro lado para controlar la ejecución. La diferencia de la reivindicación 1 con el documento D01 es el uso de una plantilla de estilo avanzada XSL para mostrarle el formulario de inicialización al usuario en otro formato. Esta característica no se considera que tenga carácter técnico por tratarse de una forma de presentar la información como indica la Ley de Patentes y por tanto el documento D01 afecta a la actividad inventiva de la reivindicación 1 según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes.

Reivindicación 8: el contenido de esta reivindicación de sistema se corresponde directamente con el de la reivindicación 1 de método, indicando solo la funcionalidad necesaria de los elementos y que se desprende de las operaciones que se ejecutan en el método.

Así el documento D01 afecta a la actividad inventiva de la reivindicación 8 según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes.

**Reivindicaciones dependientes**

Reivindicación 2: el contenido de esta reivindicación detalla el contenido de la reivindicación 1 explicando lo que estaba implícito en ella.

Reivindicaciones 3 y 4: el contenido de estas reivindicaciones se refiere a parámetros a los que se ha hecho referencia en el análisis de la reivindicación 1. En particular algunos de ellos se encuentran en D03 también.

Reivindicación 5: la comprobación de los datos de entrada del usuario se hace en D01. En el marco de la comprobación del estado del sistema de cómputo y su monitorización además es comúnmente conocido evaluar los recursos hardware y gestionar los trabajos en función de la capacidad libre, no iniciándose el cómputo si no la hay. Este hecho se ilustra con el documento D03.

Reivindicaciones 6-7: como se ha dicho para las reivindicaciones anteriores la monitorización es habitual y el uso de bases de datos asimismo, lo que reflejan D01 y D03. En cuanto al envío del formulario de inicialización estaría implícito en la comunicación con la plataforma de computación.

Reivindicaciones 9-12: el contenido de estas reivindicaciones se corresponde directamente con el de las reivindicaciones dependientes de método indicando solo la funcionalidad necesaria de los elementos que se desprende de las operaciones que se ejecutan en el método.

En conclusión el documento D01 afecta a la actividad inventiva de las reivindicaciones 2-7, 9-12 según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes.