

GUANE - 1

Jose David Rojas Aguilar
Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informatica
Universidad Industrial de Santander
jose.rojas10@correo.uis.edu.co

Jesus Miguel Sepulveda Suarez
Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informatica
Universidad Industrial de Santander
miguel_00555@outlook.es

Brandom Vasquez Alcocer
Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informatica
Universidad Industrial de Santander
bvasquezalcocer@gmail.com

Abstract—Guane-1 is a supercomputer, considered by the most of sources as the most powerful Colombia's supercomputer, It was acquired by UIS to give support for the research and industrial's activities of the country. The main difference between GUANE-1 and other Colombian supercomputers is its capacity to support high computing capacities as high performance and high accuracy for scientifics who need to manipulate massively and intensively data [1].

Keywords—GUANE-1; computer cluster; research; supercomputing; industry.

Resumen—GUANE-1 es un supercomputador, categorizado por muchas fuentes como el más potente de Colombia, adquirido por la Universidad Industrial De Santander con el fin de brindar soporte a la investigación y actividades de carácter industrial del país. El principal diferencial tecnológico de GUANE-1 frente a otras supercomputadoras de la región es su capacidad para ofrecer altas capacidades de cómputo como alto desempeño y alta precisión para científicos que requieran tratar masivamente e intensivamente datos[1].

Palabras clave —GUANE-1; clúster; investigación; supercomputación; industria.

I. INTRODUCCIÓN

El ser humano ha desarrollado una gran cantidad de ciencias con alto contenido teórico como la matemática o la física y a lo largo de la historia a ido encontrando diversas aplicaciones para todas aquellos fundamentos teóricos, como por el ejemplo, el álgebra de Boole la cual inició siendo un juego para los matemáticos hasta llegar a ser un pilar en el diseño de circuitos digitales.

En este contexto, la supercomputación aparece como una rama de la computación que se encarga de resolver los diferentes problemas relacionados con la manipulación de un gran conjunto de datos, por lo cual es necesario hacer uso de equipos de cómputo con capacidades de cálculo muy superiores a las computadoras comunes, a estos equipos se les

conoce como supercomputadoras aunque con la evolución que tenido la tecnología en los últimos años, el término supercomputadora está siendo reemplazado por computadora de alto rendimiento para dejar el término “supercomputadora” a aquel conjunto de poderosos ordenadores unidos entre sí con el fin de aumentar su potencia de trabajo y rendimiento [2].

La supercomputación tienes sus principales aplicaciones en el modelado predictivo, la simulación, el diseño y automatización de proyectos de ingeniería como el procesamiento de imágenes, el reconocimiento de patrones, visión por computador, la compresión del habla, la deducción automática, la robótica inteligente, los sistemas expertos por computador, la ingeniería del conocimiento, entre otras; en el área de medicina, se usa altamente en la tomografía asistida, el diseño de órganos artificiales, diagnóstico hepático, estimación de daños cerebrales y estudios de ingeniería genética[3].

II. ESTADO DEL ARTE

Los países líderes en el tema de supercomputadoras son China con las primeras 2 supercomputadores más potentes del mundo, Estados Unidos con las posiciones 3,4,5,9 y 10; Japón con las posiciones 6 y 7; y Suiza con la posición 8[4].

Guane-1 tiene la capacidad de ejecutar 14 millones de instrucciones por segundo, lo que equivaldría a 4.250 computadores personales al mismo tiempo. Se trata del Guane-1, uno de los equipos de alto rendimiento más avanzados de Colombia.

Este HPC (High Performance Computing) está en el Parque Tecnológico Guatiguará, en Piedecuesta (Santander), y la Universidad Industrial de Santander (UIS) es quien está encargada de gestionar su funcionamiento.

La máquina cuenta con un software libre que permite a cualquier empresa, que así lo requiera, sacar provecho de su

potente cerebro.

Además, puede integrarse fácilmente con otras arquitecturas más grandes, a través de un grid o infraestructura que une recursos computacionales, dispositivos como sensores e instrumentos y bases de datos administrados por diferentes instituciones.

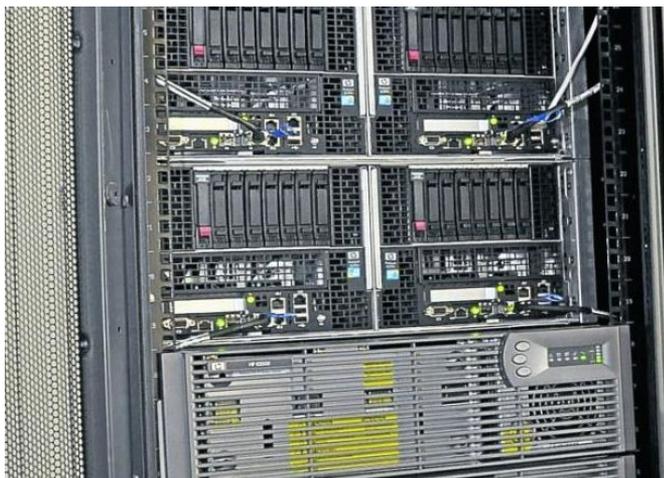


Fig 1. Red de computadoras

Dentro de esta integración, el equipo puede intercambiar datos con redes de área extensa, como Renata (Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada) o su homónima Clara (Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas), cuya velocidad alcanza con facilidad los 16 MB.

Sus aplicaciones son muy amplias: correr modelaciones matemáticas y diseñar moléculas que generen nuevos medicamentos, modelaciones de la lava volcánica para predecir su comportamiento, simulación de resistencia de materiales o su reconstrucción en 3D, por mencionar algunas.

Esto se debe a que Guane-1 tiene un tipo de procesamiento de alta granularidad, es decir, que tiene la posibilidad de dividir ingentes cantidades de trabajo en más de 17.000 partes o ‘cerebros’ independientes.

III. MARCO TEÓRICO

- **Computación de alto rendimiento o supercomputación:** También conocida en inglés como “High-performance computing” (HPC) es el uso de procesamiento en paralelo para la ejecución de programas avanzados de forma eficiente, eficaz y veloz. Este término aplica especialmente para aquellos sistemas que operan a velocidades del orden de teraflops o 10^{12} operaciones de coma flotante por segundo [5].

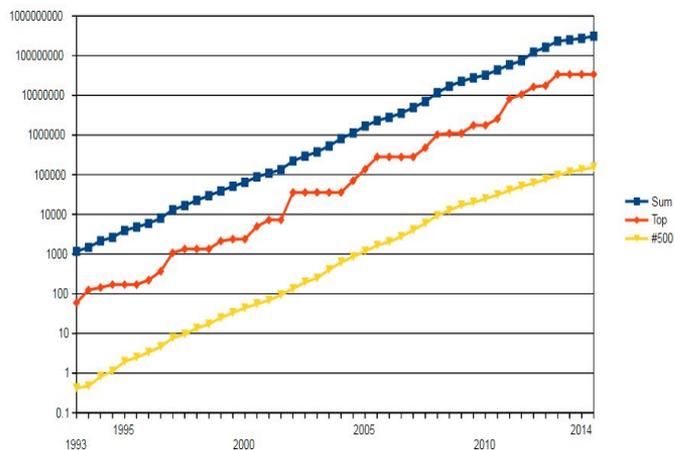


Fig 2. Evolución del rendimiento de los computadores según top500.org. El eje Y representa el rendimiento en GFLOPS.

- **Clúster:** Tipo de computación paralela o de procesamiento distribuido, formado por una colección de computadores individuales interconectados entre sí, trabajando conjuntamente en un objetivo unificado de cómputo [6].

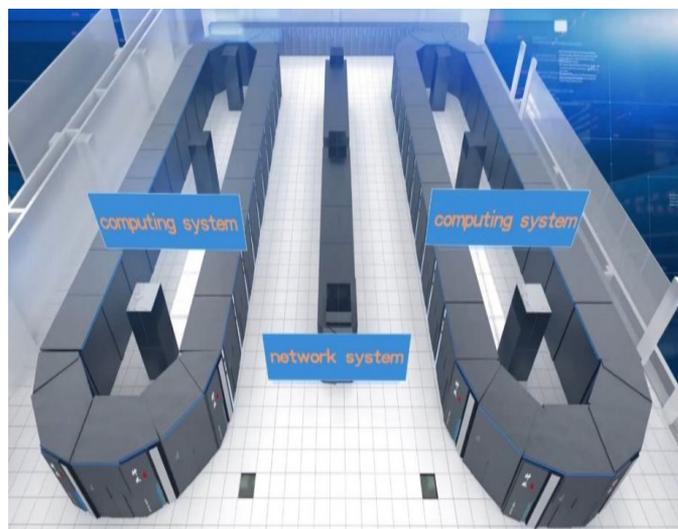


Fig 3. Resumen del sistema del Sunway TaihuLight, puesto 1 en Top500.org (Noviembre 2016) [7].

- **Computación distribuida:** Es un modelo en el cual los componentes de un sistema software son compartidos por múltiples computadores para mejorar la eficiencia y el rendimiento [8].
- **Debian GNU/Linux:** Es un sistema operativo libre, desarrollado por miles de voluntarios alrededor del mundo, que colaboran a través de Internet.

La dedicación de Debian al software libre, su base de voluntarios, su naturaleza no comercial y su modelo de desarrollo abierto la distingue de otras distribuciones del sistema operativo GNU. Todos estos aspectos y más se recogen en el llamado Contrato Social de Debian.

Nació en el año 1993, de la mano del proyecto Debian, con la idea de crear un sistema GNU usando Linux como núcleo ya que el proyecto Debian, organización responsable de su mantenimiento en la actualidad, también desarrolla sistemas GNU basados en otros núcleos (Debian GNU/Hurd, Debian GNU/NetBSD y Debian GNU/kFreeBSD).

Uno de sus principales objetivos es separar en sus versiones el software libre del software no libre. El modelo de desarrollo es independiente a empresas, creado por los propios usuarios, sin depender de ninguna manera de necesidades comerciales. Debian no vende directamente su software, lo pone a disposición de cualquiera en Internet, aunque sí permite a personas o empresas distribuir comercialmente este software mientras se respete su licencia.

Debian GNU/Linux puede instalarse utilizando distintos mecanismos de instalación, como DVD, CD, USB, e incluso directamente desde la red (Este último depende de la velocidad de la red del usuario).

Debian se caracteriza por:

La disponibilidad en varias arquitecturas. La versión estable incluye soporte para 12 plataformas:

i386 : x86-32

amd64: x86-64

alpha: DEC Alpha

sparc: Sun SPARC

arm: Arquitectura ARM

armel: Emulador de ARM Emulator

powerpc: Arquitectura PowerPC

ia64: Arquitectura Intel Itanium (IA-64)

mips, **mipsel**: Arquitectura MIPS (big-endian y little-endian)

s390: Arquitectura IBM ESA/390 y z/Architecture

m68k: Arquitectura Motorola 68k en Amiga, Atari, Mac, y varios sistemas embebidos VME

Una amplia colección de software disponible. La actual versión 8.0 viene con más de ≈ 43.000 paquetes y la versión 6.0 con casi ≈ 30.000 .

Un grupo de herramientas para facilitar el proceso de

instalación y actualización del software (APT, Aptitude, Dpkg, Synaptic, Dselect, etc.) Todas ellas obtienen información de donde descargar software desde `/etc/apt/sources.list`, que contiene los repositorios.

Su compromiso con los principios y valores involucrados en el movimiento del Software Libre.

No tiene marcado ningún entorno gráfico en especial, pudiéndose no instalar ninguno, o instalar GNOME, KDE, Xfce, LXDE, Enlightenment u otro.

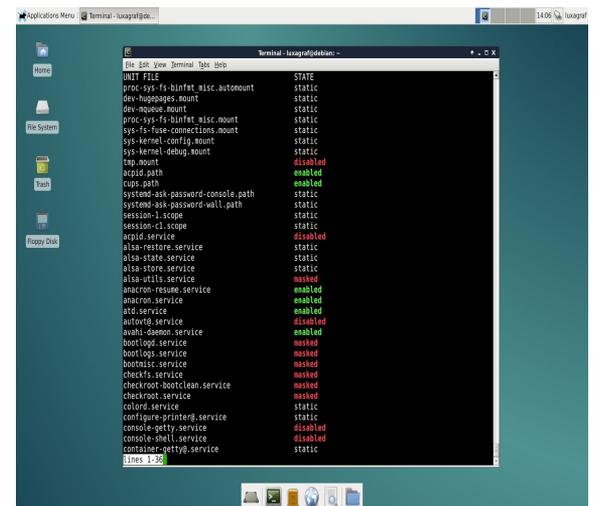


Fig 4. Captura de pantalla de una distribución GNU/Linux.

- **Nodos:** Es cada uno de los espacios reales o abstractos en el cual se confluyen las conexiones de otros espacios, compartiendo sus mismas características y siendo también un Nodo, teniendo una relación entre sí y conformando entonces lo que conocemos como Red.

Es por ello que a veces notamos que el término de Red es definido bajo el concepto de Conjunto de Nodos Interconectados, siendo entonces éste un punto en el cual una conexión puede realizar una intersección sobre sí misma, estableciendo una especie de enlace.

De esta manera, si tenemos lo que es conocido como Red de Computadoras, debemos tener en cuenta que cada uno de los ordenadores forma parte de un nodo, y el conjunto de ellas, o más precisamente el punto donde éstas se cruzan entre sí, es el establecimiento de una Red determinada.

En lo que respecta a una Conexión a Internet, debemos pensar que cada uno de los Servidores en el cual establecemos una conexión es considerado como un Nodo, teniendo cada uno de ellos un nombre de

dominio y una Dirección IP para poder facilitar la conexión, pero también es un Nodo cada uno de los elementos que utilizamos para establecer dicha conexión, desde un Switch hasta un Router, por ejemplo.

De este modo, un Nodo no es solamente un Componente Físico (es decir, no solo forma parte del Hardware) sino que debemos pensar en ello como un concepto acorde a la función que cumple dentro de una Red, pudiendo ser inclusive un nodo una herramienta o una aplicación que formen parte del Software de un equipo.

Es por ello que la definición de Nodo contempla a la Conexión de al menos dos elementos entre sí, teniendo uno que es considerado un Emisor de Información, y que tiene que tener la capacidad de Procesarla y nuevamente dirigirla hacia otro u otros nodos para poder facilitar la comunicación y continuar con el establecimiento de la red mencionada.

También debemos contemplar como Nodo al punto en el cual esta información es conectada, procesada y posteriormente distribuida hacia nuevos puntos, y finalmente debemos considerar como tal al equipo que se encarga simplemente de recibir la información, es decir, el Nodo Receptor.

Y sin el perjuicio de ello, el concepto también abarca a los Hiperenlaces que posee una información determinada, ya que actúan como un atajo que nos permite realizar una conexión hacia otros puntos.

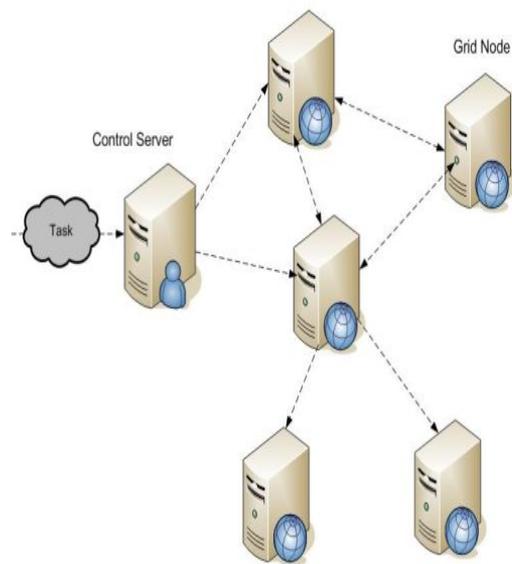


Fig 5. Gráfico alusivo al concepto de nodos.

Nodos	Procesador	Memoria RAM	Disco	GPU
8	2 Intel Xeon CPU E5645	104 GB	SAS de 200GB	8 Tesla M2075
3				8 Tesla S2052
5	2 Intel Xeon CPU E5640			

Tab 1. Especificaciones del Hardware presente en GUANE.

- Intel Xeon CPU E5645:** Tiene una potencia informática en un formato denso basado en 4 zócalos. Esta familia de procesadores proporciona recursos informáticos de alta densidad y eficiencia energética para soportar cargas de trabajo mayores y densidades altas de máquinas virtuales en su centro de datos o nube. Estas plataformas de servidor de 4 zócalos le ofrecen más opciones y mayor flexibilidad para ampliar su infraestructura y aumentar el crecimiento de su empresa.

Además de una plataforma de estación de trabajo profesional de alto desempeño, ideal para realizar varias tareas simultáneas de forma eficiente, generación de modelos avanzada y aplicaciones complejas.

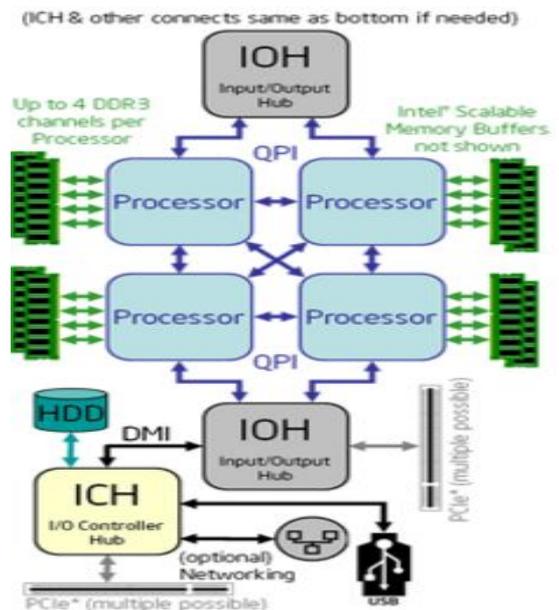


Fig 6. Arquitectura interna de Intel Xeon CPU E5645.

- **Intel Xeon CPU E5640:**

The Intel Xeon E5640, desarrollado bajo el nombre de Westmere-EP, es un procesador para servidores que fue lanzado por primera vez al mercado en el año 2010. Este modelo posee cuatro núcleos dando como resultado un procesador con alto potencial multitarea.

Esta CPU de la serie 5000 Xeon opera a una velocidad de reloj de 2.66 GHz, lo cual es 0.26 GHz más rápido que los procesadores de servidores promedio.. Si no hay energía suficiente, el procesador Xeon E5640 ha sido testeado por intel para soportar una velocidad de overclocking de 2.93 GHz.

Posee un tamaño de cache de 12 MB, el cual es un tamaño equivalente al de los procesadores para servidor promedio, y soporta hasta un máximo de 288 GB [16].

- **Discos SAS:**

El disco duro SAS (Serial Attached SCSI) es un dispositivo electromecánico que se encarga de almacenar y leer grandes volúmenes de información a altas velocidades por medio de pequeños electroimanes (también llamadas cabezas de lectura y escritura), sobre un disco recubierto de limadura magnética. Los discos vienen montados sobre un eje que gira a altas velocidades y su uso es muy extendido en Servidores.

El interior del dispositivo esta totalmente libre de aire y de polvo, para evitar choques entre partículas y por ende, pérdida de datos, el disco permanece girando todo el tiempo que se encuentra encendido. Sería el sucesor del estándar de discos duros con interfaz paralela SCSI.

El disco duro SAS compite directamente contra los discos duros SATA II, y busca reemplazar el estándar de discos duros SCSI.

Estos discos duros no son muy populares a nivel doméstico como los discos duros IDE ó los discos duros SATA II; por lo que son utilizados principalmente por grandes empresas en sus servidores y sus precios son muy altos en comparación con los anteriores mencionados.

Puede depender de una tarjeta controladora SAS para trabajar y ser instalados, estas también soportan el uso de discos duros SATA; el cable es semejante al utilizado por la interfase SATA, con la diferencia de tolerar una longitud de hasta 6 metros, la capacidad de multiplexación, lo cual permite la conexión de hasta 24 dispositivos. Importante, a pesar de utilizar la misma interfaz SAS y SATA, SAS es compatible con SATA pero SATA no es compatible con SAS.

Hay dos características que cuenta denominadas "Hot Plug", lo que significa poder conectarlo y desconectarlo sin necesidad de apagar la computadora y "Non-Hot Plug", que indica que es necesario instalarlo con el equipo apagado.

Las llamadas tarjetas controladoras SAS, de las cuáles depende algunas veces, no es más que una tarjeta de expansión tipo PCI-E, que permite interconectar el disco duro con la tarjeta principal ("Motherboard"), ello porque al no ser tan popular, no viene soportado en las tarjetas principales comerciales. El disco duro SAS tiene medidas de 2.5 pulgadas (SFF 2.5") y también el estándar de 3.5 pulgadas (LFF 3.5")[17].

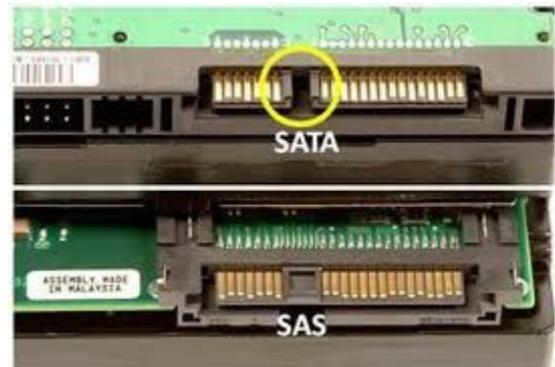


Fig 7. Comparativo entre disco SATA y SAS.

- **Tesla M2075:**

La NVIDIA Tesla M2075 es una unidad de procesamiento gráfica (GPU) PCI Express, doble banda, se basa en el módulo NVIDIA Fermi GPU. Este módulo integra un subsistema de cómputo con una GPU y una memoria de alta velocidad. El módulo Tesla M2075 ofrece 6GB de GDDR5 de memoria.

Esta GPU puede ser configurada por el OEM o por el usuario final para habilitar o deshabilitar EEC o corrección de errores en el código para arreglar y reportar los mismos. Habilitar ECC provoca que se dedique parte de los recursos al mismo haciendo que la memoria disponible para el usuario baje a 5,25GB [18].

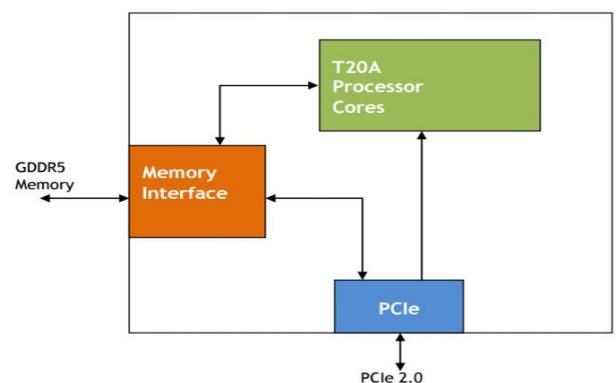


Fig 8. Arquitectura interna NVIDIA Tesla M2075.

A. Vasp

Vienna Ab-initio Simulation Package, también conocido como VASP, es un programa para modelamiento de materiales a escala atómica como cálculos de estructura electrónica y dinámicas moleculares de mecánica cuántica.

VASP tiene un conjunto de características entre las cuales se encuentra LDA, GGAs, metaGGAs, Hartree-Fock, Hartree-Fock/DFT Hybrids, dinámicas moleculares Born-Oppenheimer, gradiente conjugado usando relajación, Quasi-Newton, reacción lineal hacia campos eléctricos, magnetismo, reacción lineal a desplazamientos iónicos, propiedades ópticas, polarización macroscópica, campos eléctricos finitos, métodos de la función de green y teoría de la perturbación de varios cuerpos[9].

Originalmente, VASP fue programado por Mike Payne, que también fue la base de CASTEP, donde luego fue llevado a la Universidad de Vienna, Austria en Julio 1989 por Jürgen Hafner. El programa principal fue escrito por Jürgen Furthmüller, quien se unió al grupo en el Instituto für Materialphysik en Enero de 1993, y Georg Kresse, quien desarrolla VASP en la actualidad; las actualizaciones recientes incluyen la extensiones de métodos usados en la que química cuántica molecular (tales como MP2 y CCSD(T)) sobre un sistema periódico. VASP es actualmente usado por más de 1400 grupos de investigación en la academia y la industria a nivel mundial de acuerdo a las condiciones ofrecidas por la Universidad de Vienna.

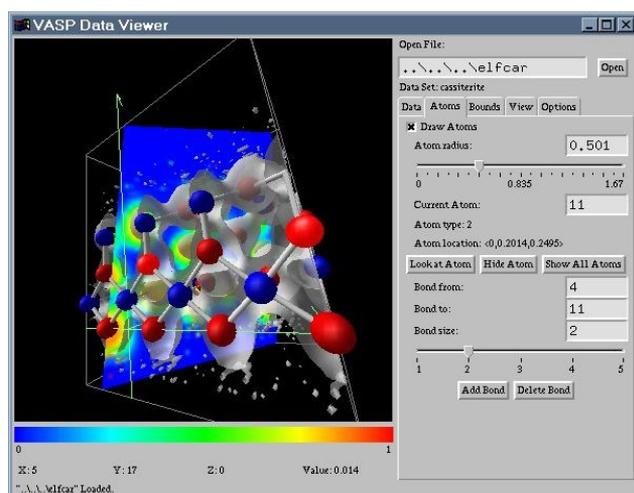


Fig 9. VASP en ejecución.

B. Dl Poly

Es un software de simulación enfocado en las dinámicas moleculares clásicas de propósito general desarrollado en los

laboratorios Daresbury por I.T. Todorov y W. Smith.

El diseño del código de Dl Poly está basado en los principios de la portabilidad, mantenimiento, transparencia y verificación por parte del usuario [10].

DL_POLY permite hacer simulaciones de una gran cantidad de sistemas moleculares, desde sistemas atómicos simples hasta polímeros.

Existen 4 versiones de DL_POLY, DL_POLY_2, DL_POLY_3 y DL_POLY_4 las cuales buscan satisfacer el mismo propósito, ellas implementan el paralelismo de diferente forma. Esto último se ve reflejado en el rendimiento en función del tamaño y la complejidad del sistema simulado [11].

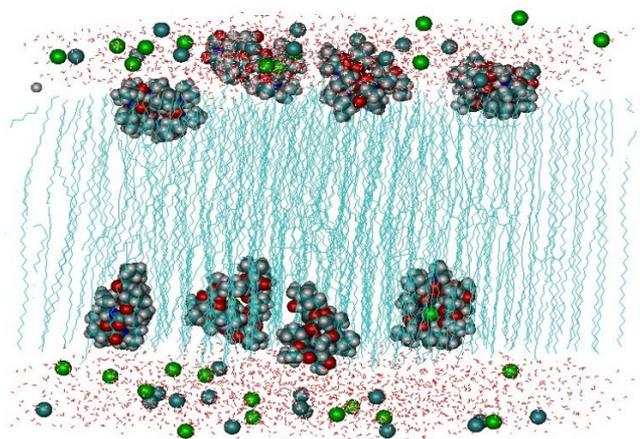


Fig 10. Simulación detallada de la membrana tomada de DL_POLY.

C. Compiladores

GNU, intel, PGI. Estos son programas que generan código ejecutable para distintos lenguajes de programación: C, C++, Fortran.

Es el proceso por el cual se traducen las instrucciones escritas en un determinado lenguaje de programación a lenguaje máquina. Además de un traductor, se pueden necesitar otros programas para crear un programa objeto ejecutable. Un programa fuente se puede dividir en módulos almacenados en archivos distintos. La tarea de reunir el programa fuente a menudo se confía a un programa distinto, llamado preprocesador. El preprocesador también puede expandir abreviaturas, llamadas a macros, a proposiciones del lenguaje fuente.

Normalmente la creación de un programa ejecutable (un típico.exe para Microsoft Windows o DOS) conlleva dos pasos. El primer paso se llama compilación (propriadamente

dicho) y traduce el código fuente escrito en un lenguaje de programación almacenado en un archivo a código en bajo nivel (normalmente en código objeto, no directamente a lenguaje máquina). El segundo paso se llama enlazado en el cual se enlaza el código de bajo nivel generado de todos los ficheros y subprogramas que se han mandado a compilar y se añade el código de las funciones que hay en las bibliotecas del compilador para que el ejecutable pueda comunicarse directamente con el sistema operativo, traduciendo así finalmente el código objeto a código máquina, y generando un módulo ejecutable.

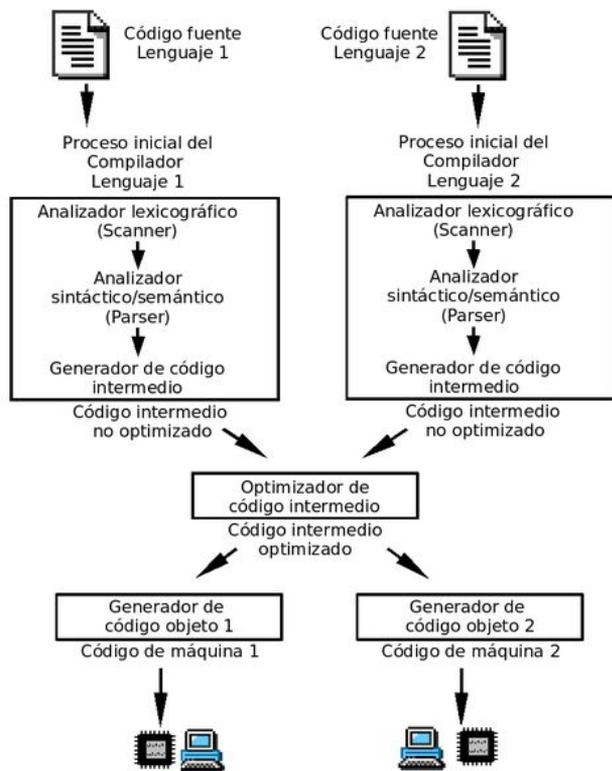


Fig11. Diagrama a bloques de la operación de un buen compilador.

Estos dos pasos se pueden hacer por separado, almacenando el resultado de la fase de compilación en archivos objetos (un típico.obj para Microsoft Windows, DOS o para Unix); para enlazarlos en fases posteriores, o crear directamente el ejecutable; con lo que la fase de compilación se almacena solo temporalmente. Un programa podría tener partes escritas en varios lenguajes (por ejemplo C, C++ y Asm), que se podrían compilar de forma independiente y luego enlazar juntas para formar un único módulo ejecutable.

VI. DISCUSIÓN

Las supercomputadoras han sido un tema clave en los últimos años, creando nuevos campos de investigación en la ciencia de la computación y nuevas aplicaciones para la

industria resolviendo problemas complejos en tiempos razonables de cómputo. Es en este contexto que surge la necesidad, no solo para la región sino para todo un país de un equipo que logre computar una cantidad masiva de datos, produciendo resultados en un tiempo razonable.

GUANE-1 inicio una nueva era en la región, brindando aportes, no solo a la investigación sino también al sector industrial quienes se vieron muy beneficiados de la adquisición de esta supercomputadora por parte de la Universidad Industrial de Santander.

Aquello que distingue a GUANE-1 de otras supercomputadoras es su arquitectura orientada hacia el paralelismo lo cual, sumado a su potencial en hardware, brinda una herramienta ideal para toda clase de necesidades científicas e industriales.

REFERENCIAS

- [1] Universidad Industrial de Santander. GUANE 1: PTG UIS CUENTA CON LA UNIDAD DE SUPERCOMPUTACIÓN MÁS POTENTE DE COLOMBIA,4 de mayo de 2012. [Consultado: 29 de enero 2017]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=Ac0B_JMgwAI
- [2] Wikipedia. Supercomputadora.[Consultado: 29 de enero 2017]. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Supercomputadora>
- [3] Supercomputación y sus aplicaciones para el profesional de la Ingeniería Informática. [Consultado: 29 de enero 2017]. Recuperado de: <https://eps.ua.es/es/master-ingenieria-informatica/noticias/supercomputacion-y-sus-aplicaciones-para-el-profesional-de-la-ingenieria-informatica.html>
- [4] TOP 10 Sites for November 2016. [Consultado: 29 de enero de 2017]. Recuperado de: <https://www.top500.org/lists/2016/11/>
- [5] High-performance computing (HPC). [Consultado: 29 de enero 2017]. Recuperado de: <http://searchenterpriselinix.techtarget.com/definition/high-performance-computing>
- [6] A. Antonio. [Consultado: 29 de enero 2017]. Recuperado de: <http://www.inf-cr.uclm.es/www/sbenito/AIC/Cursos%20Anteriores/Cursos%202004-2005/Transparencias/Clusters.pdf>
- [7] D. Jack. Report on the Sunway TaihuLight System.[Consultado: 29 de enero 2017]. Recuperado de: <http://www.netlib.org/utk/people/JackDongarra/PAPERS/sunway-report-2016.pdf>
- [8] Distributed computing. [Consultado: 29 de enero 2017]. Recuperado de: <http://whatis.techtarget.com/definition/distributed-computing>
- [9] What is VASP?[Consultado: 29 de enero 2017]. Recuperado de: <https://www.vasp.at/index.php/about-vasp/59-about-vasp>
- [10] The DL_POLY Molecular Simulation Package. [Consultado: 29 de enero 2017]. Recuperado de: <http://www.scd.stfc.ac.uk/SCD/44516.aspx>
- [11] Valinomycin/Membrane Simulation Detail from a DL_POLY simulation. [Consultado: 29 de enero 2017]. Recuperado de: http://www.hpcx.ac.uk/research/chemistry/dl_poly.html
- [12] Guane-1 ejecuta 14 millones de instrucciones por segundo: La máquina tiene la misma capacidad de cálculo y análisis que la de 4.250 ordenadores personales. [Consultado: 29 de enero 2017]. Recuperado de: <http://www.portafolio.co/tendencias/guane-ejecuta-14-millones-instrucciones-segundo-92392>
- [13] Infraestructura, 4 de marzo 2015. [Consultado: 29 de enero 2017]. Recuperado de: <http://www.sc3.uis.edu.co/servicios/hardware/#tabs-1>
- [14] Intel® Xeon® Processor E5645 (12M Cache, 2.40 GHz, 5.86 GT/s

Intel® QPI). [Consultado: 30 de enero 2017]. Recuperado de:
http://ark.intel.com/es/products/48768/Intel-Xeon-Processor-E5645-12M-Cache-2_40-GHz-5_86-GTs-Intel-QPI#@specifications

- [15] Definición de Nodo. [Consultado: 29 de enero 2017]. Recuperado de:
<http://www.mastermagazine.info/termino/6103.php>
- [16] Intel® Xeon® Processor E5640 (12M Cache, 2.66 GHz, 5.86 GT/s Intel® QPI). [Consultado: 29 de 30 de enero]. Recuperado de:
http://ark.intel.com/m/es/products/47923/Intel-Xeon-Processor-E5640-12M-Cache-2_66-GHz-5_86-GTs-Intel-QPI
- [17] Los discos duros SAS. [Consultado: 30 de enero 2017]. Recuperado de:
http://www.informaticamoderna.com/Disco_duro_SAS.htm#defm
- [18] TESLA M2075 DUAL-SLOT . [Consultado: 31 de enero 2017].
Recuperado de:
https://www.nvidia.com/docs/IO/43395/BD-05837-001_v01.pdf