

Top 500

High processing computing

Jorge A. Hernández Pabón
Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Santander
Jorgehernandez123@hotmail.com

Jorge A. Hernández Delgado
Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Santander
-

Abstract—This electronic document is dedicated to making a detailed review about Top 500, which is a periodic classification of the most powerful and fast machines in the planet. We will center this review on China's system Sunway TaihuLight, which is to date the leader on the list. We shall explain some in-depth characteristics, technical details and other useful information. We shall also compare this to our own machine in our region GUANE-1.

Abstract—Este documento electrónico estará dedicado a explicar la lista semestral de supercomputadoras más rápidas y poderosas Top 500. Nos centraremos principalmente en el Sistema Sunway TaihuLight de China, que es actualmente la máquina que encabeza la lista, dando características profundas, detalles técnicos y otra información adicional. Posteriormente, la compararemos con la máquina más poderosa de nuestra región, GUANE-1.

I. INTRODUCCIÓN

Cada día hay más y más avances en la tecnología de la supercomputación. El nivel de la potencia de los procesadores y su crecimiento es tan rápido y amplio, que nos resulta complicado mantener toda esta cantidad de información en orden. Por este motivo es que existen bases de información como Top 500, para estar al día de estas nuevas tecnologías y compararlas con las existentes. Esto nos garantiza enfocarnos en las debilidades y/o posibles falencias que serán optimizadas en el futuro, para continuar con el crecimiento continuo de estas tecnologías.

II. TOP 500

A. Orígenes

“Cada año, desde 1986, Hans Meuer ha publicado los sistemas de los principales fabricantes de máquinas

vectoriales, basados principalmente en los del Seminario de Supercomputación de Mannheim. Decidimos desde 1993 crear esta fundación de estadísticas, y mantener una lista de los 500 más poderosos sistemas de computación. Esta lista se ha publicado dos veces cada año desde 1993, con la ayuda de expertos en computación de alto rendimiento, científicos computacionales, fabricantes y la comunidad de internet en general, tomando en cuenta muchos factores como la enorme diferencia de rendimiento entre los modelos de gama baja y alta, la creciente disponibilidad de sistemas de procesamiento masivo paralelo y el aumento de la potencia de cálculo de los modelos de gama alta.” [1].

B. Información de esta lista

Maquina Top500
Posición en el ranking Top500
Manufacturador o vendedor
Lugar de instalación
País y lugar en particular
Año de instalación o de actualización
Área de aplicación
Computador - Tipo indicado por manufacturador o vendedor (Otras características del mismo)
#Proc – Número de procesadores y núcleos.
Rmax – Desempeño máximo LINPACK conseguido.
Rpeak – El mayor pico de desempeño teóricamente.
Nmax – Tamaño del problema para conseguir Rmax.

C. Benchmark

Como una referencia para nuestras mediciones de desempeño, este ranking utiliza el benchmark “LINPACK”, ya que es altamente utilizado y hay una amplia manera de aplicarlos a todos los sistemas relevantes. Este es esencialmente una unidad de medida al poder de computación del sistema de punto flotante de la máquina [2].

$$n \times n \quad \text{times} \quad ax = b \quad (1)$$

La ecuación anterior (1) representa la tarea que realiza la máquina para medir su desempeño. Se trata simplemente de resolver sistemas lineales de $n \times n$ dimensiones y la velocidad a la que realiza esta tarea.

III. SUNWAY TAIHULIGHT



A. Orígenes

“El Sunway TaihuLight (La luz de la divinidad Taihu) es un supercomputador que desde junio del 2016, es calificada como la más rápida supercomputadora del mundo, con un índice de 93 petaflops en el punto de referencia de LINPACK. Esto es casi tres veces más rápido que el titular anterior del registro, el Tianhe-2, el cual corre a 34 petaflops. [3]

Información Parcial	
Ranking en la lista	1 puesto
Lugar de instalación	Centro Nacional de Supercomputación.
País, ciudad, provincia	China, Wuxi, Jiangsu
Año de integración	2016
Manufacturador	NRCPC

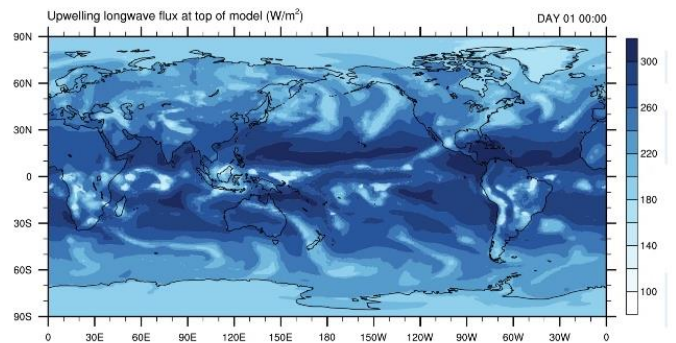
NRCPC - National Research Center of Parallel Computer Engineering & Technology.

B. Uso

A continuación, tenemos una breve lista de algunas que son trabajadas actualmente [4]:

Usos
Prospección de petróleo
Ciencias de la vida
Investigación y mediciones de tiempo
Diseño industrial
Investigación de fármacos

Un ejemplo de las cosas que puede hacer esta máquina es el siguiente:



La gráfica anterior participa en la refactorización y la optimización de los programas del clima y del pronóstico del tiempo - CAM y WRF - en Sunway TaihuLight.

C. Datos técnicos

Los datos de la supercomputadora, sacados de la lista Top 500 son los contenidos en la tabla a continuación. Tenga en cuenta que los núcleos están medidos en cantidad de núcleos, la memoria en GigaBytes, el reloj del procesador en Gigahertz, el RMax, RPeak en TeraFlops (10^{12} operaciones de coma flotante por segundo) [5].

NÚCLEOS	10.649.600
MEMORIA	1.310.720 GB
PROCESADOR	Sunway SW26010 260C 1.45GHz

RMAX	93,014.6 TFlop/s
RPEAK	125,436 TFlop/s
NMAX	12,288,000
ENERGÍA	15,371.00 kW
SISTEMA OPERATIVO	Sunway RaiseOS 2.0.5

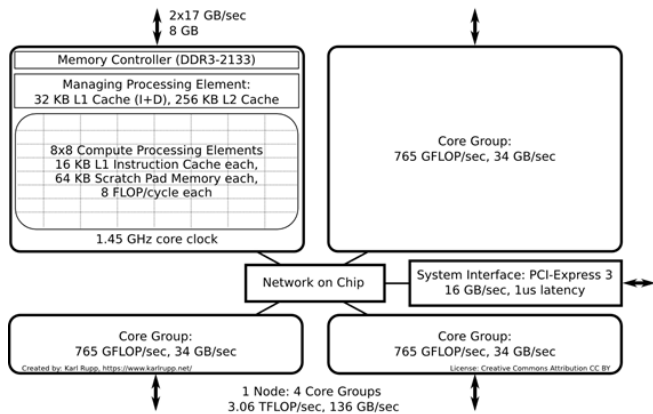
Curiosamente, “El superordenador ha sido construido por completo únicamente con componentes chinos. Parte de ello está relacionado con la prohibición por parte del gobierno estadounidense a Intel cuando intentó actualizar el Tianhe-2 el año pasado, prohibición que responde a motivos de seguridad nacional” [6].

Además de correr en su propio sistema operativo Sunway RaiseOS 2.0.5, que está basado en Linux, utiliza una implementación customizada de OpenACC 2.0 para ayudar el uso de paralelismo en el código.

IV. ARQUITECTURA DE LA SUNWAY TAIHULIGHT

A. Nodo de procesamiento

Un nodo (de los 40.960) de la Sunway Taihulight:

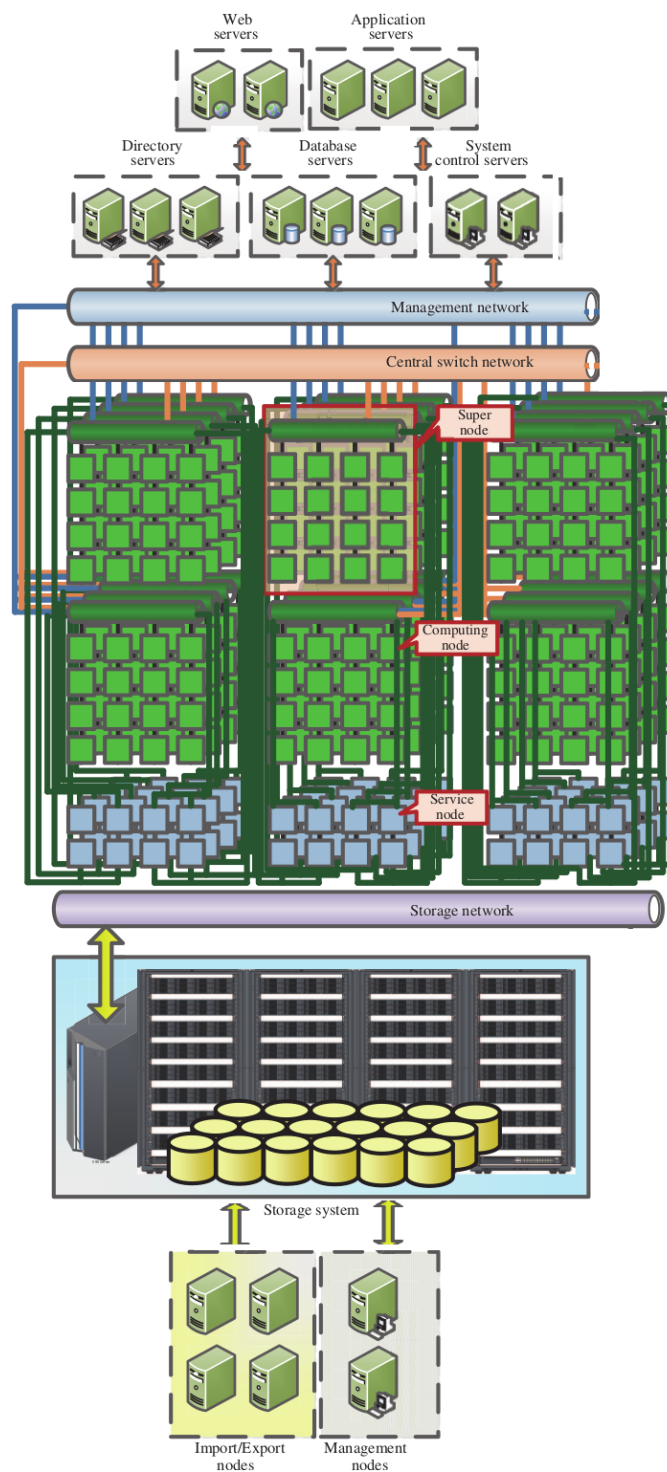


El Sunway TaihuLight utiliza un total de 40.960 procesadores SW26010 64-bit RISC basados en la arquitectura de Sunway. Cada chip de procesador contiene 256 núcleos de procesamiento, y cuatro núcleos auxiliares adicionales para la gestión del sistema para un total de 10.649.600 núcleos de CPU en todo el sistema.

Cada procesador tiene 4 core groups o grupos de núcleo, donde en cada uno existe un elemento de manejo de procesos y 64 elementos de procesos computacionales.

B. Arquitectura física general

Una visión general de la estructura completa del supercomputador es presentada a continuación, donde se aprecia la inmensidad de elementos y espacio que conlleva tener esta tecnología.



C. Procesador Sunway SW26010 general

Tanto como los elementos de manejo de procesos y los elementos de procesos computacionales, comparten el mismo espacio de memoria a través de un controlador de memoria.

Los elementos de procesos computacionales en cada grupo de núcleo están organizados en espacios de 8x8 llamados clusters, con un controlador que maneja interrupciones y desincronizaciones.

Cada elemento de proceso computacional tiene 64 KB de memoria inmediata como también un rápido y programable buffer o un cache emulado por software.



Una pequeña imagen que ilustra una unidad real de procesamiento “Sunway” es la figura anterior.

V. SUPER COMPUTADORA MITZTLI



a. Orígenes

El sistema HP Cluster Platform 3000SL “Miztli” es una supercomputadora con una capacidad de procesamiento de 228 TFlop/s (228 billones de operaciones aritméticas por segundo). Cuenta con 5,312 núcleos de procesamiento Intel E5-2670, 16 tarjetas NVIDIA m2090, una memoria RAM total de 15,000 Gbytes y un sistema de almacenamiento masivo de 750 Terabytes.



INFORMACIÓN PARCIAL	
RANKING EN LA LISTA	348(Nov 2014)
LUGAR DE INSTALACIÓN	UNAM
PAÍS, CIUDAD, PROVINCIA	México, Ciudad de Mexico

AÑO DE INTEGRACIÓN	2015
MANUFACTURADOR	-

RMAX	228 TFlop/s
RPEAK	-
NMAX	-
ENERGÍA	-
SISTEMA OPERATIVO	<u>RedHat Enterprise Linux</u>

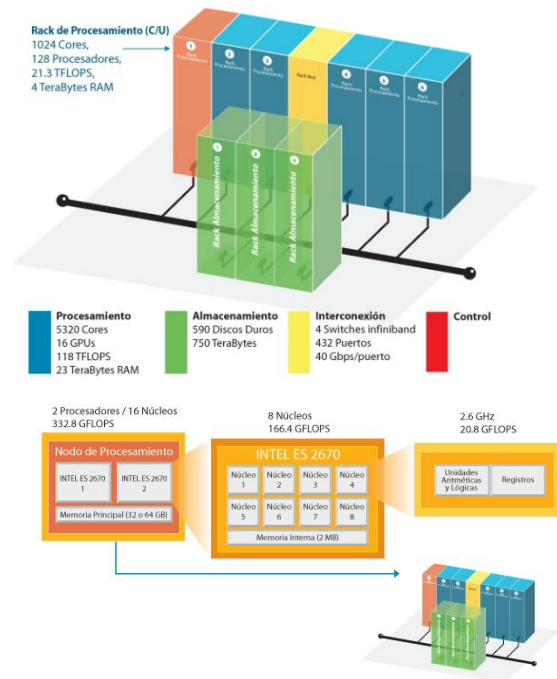
b. Uso

A continuación, se hizo una recopilación breve sobre la utilidad de esta supercomputadora:

USOS
Investigación científica
Resolución de problemas sociales
Ayuda con artículos científicos

c. Datos técnicos

La supercomputadora Miztli de la UNAM amplió su capacidad para apoyar a la investigación científica. Ahora cuenta con un total de ocho mil 344 procesadores, casi 45 terabytes de memoria, 750 terabytes de almacenamiento y 228 teraflops de rendimiento teórico, equivalentes a 86 mil 365 computadoras personales de última generación. Es decir, tan sólo en este último punto, el aumento representa casi el 40 por ciento.



En esta segunda ampliación –la primera se llevó a cabo en 2015- se sumaron 58 nuevos servidores que aportan mil 856 procesadores, y un rendimiento teórico adicional de 62 teraflops (billones de operaciones por segundo), lo que equivale al trabajo de 23 mil 485 computadoras personales de última generación de manera simultánea

Con Miztli se realizan anualmente 120 investigaciones tanto de la UNAM como de otras instituciones, entre ellas, algunas que están relacionadas con el estudio de la estructura del Universo, con sismología y el diseño de reactores nucleares.

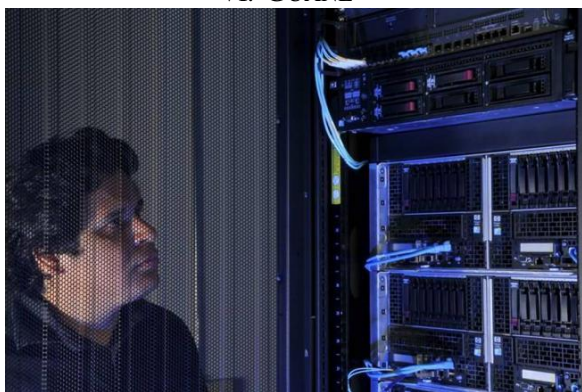
El sistema de almacenamiento principal del equipo Miztli es distribuido y está basado en las tecnologías SFA12K de Data Direct Networks y LUSTRE, del consorcio OpenSFS.

El dispositivo DDN SFA12K proporciona ocho dispositivos de almacenamiento a cada OSS, que se componen de 10 discos SAS/SATA y son capaces de contener hasta 7 Terabytes. El sistema de almacenamiento contiene un total de 590 discos.

NÚCLEOS	5.312
MEMORIA	750 TB
PROCESADOR	Intel® ES 2670



VI. GUANE



a. Orígenes

Una de las cuatro supercomputadoras que tiene el país está en Piedecuesta, y puede ser usada por cualquier santandereano que necesite una gran capacidad de cómputo para resolver sus investigaciones o proyectos.

La máquina, que es la más rápida del país con un rendimiento similar a 35 mil computadores funcionando de manera simultánea, se encuentra en el Centro de Súper Computación y Cálculo Científico de la Universidad Industrial de Santander, UIS, ubicado en Piedecuesta.

INFORMACIÓN PARCIAL	
RANKING EN LA LISTA	La más potente en Colombia
LUGAR DE INSTALACIÓN	UIS sede Guatigüara
PAÍS, CIUDAD,	Colombia,

PROVINCIA	Santander
AÑO DE INTEGRACIÓN	2012
MANUFACTURADOR	-

b. Uso

A continuación, se hizo una recopilación breve sobre la utilidad de esta supercomputadora:

USOS
Investigación científica
Resolución de problemas sociales
Proyectos estratégicos empresariales

c. Datos técnicos

Esta conformado por un cluster compuesto por 16 nodos ProLiant SL390s G7:

8 nodos con 2 procesadores Intel® Xeon® CPU E5645 2.40GHz(12 Cores 2 Hebra), 104Gb en RAM, 1 disco SAS de 200GB y 8GPU Tesla S2050.

3 nodos con 2 procesadores Intel® Xeon® CPU E5645 2.40GHz(12 Cores 2 Hebra), 104Gb en RAM, 1 disco SAS de 200GB y 8GPU Tesla S2050.

5 nodos con 2 procesadores Intel® Xeon® CPU E5640 2.67GHz(8 Cores 2 Hebra), 104Gb en RAM, 1 disco SAS de 200GB y 8GPU Tesla S2050.

Con la red se tiene: 1 Red Giga Ethernet de administración, 1 Red 10Gbps y 1 Red Infiniband.

NÚCLEOS	16.300
MEMORIA	-
PROCESADOR	Intel® Xeon® E5645
RMAX	-
RPEAK	-
NMAX	-
ENERGÍA	-
SISTEMA OPERATIVO	<u>Debian Linux</u>

VII. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

Ya hemos propuesto anteriormente la supercomputadora más rápida del mundo, la de Latinoamérica y posteriormente la que tenemos actualmente aquí en Colombia. A continuación, resaltaremos los resultados que obtuvimos al comparar aquellas máquinas.

- La diferencia en cálculos de punto flotante por segundo entre la Sunway Taihulight y la Mitzli es algo vergonzosa, 93,014.6 TFlop/s contra 228 TFlop/s es algo alarmante, ya que la supercomputadora China es 407,95 veces más eficaz que la mejor de Latinoamérica.
- La Sunway Taihulight tiene unos impresionantes 10,649.600 de núcleos trabajando mientras que la Mitzli sólo 5.312. Esto es 2004.8 veces más densa en núcleos que la computadora mexicana, lo que puede denotar una serie de factores que están afectando que haya más máquinas a la par a la supercomputadora de China, ya que la diferencia es absurda.
- Se ven limitaciones entre la Sunway Taihulight y la Mitzli en su uso, ya que claramente la supercomputadora china tiene proyectos miles de veces más ambiciosos y globalizados (pronóstico del clima del mundo), mientras que la supercomputadora mexicana se dedica simplemente al desarrollo de reactores u otras labores más sencillas.
- Ninguna de las supercomputadoras de Latinoamérica llega a alcanzar el ranking Top 500.
- Esto demuestra fácilmente el increíble atraso que tiene nuestra región ante otras potencias mundiales respecto a tecnología de procesamiento. Esto también se puede deber a algunos factores descritos a continuación:
 1. Las superpotencias usualmente construyen sus propias partes (la Sunway Taihulight está construida sólo con partes chinas) mientras que los países menores con mucha frecuencia tendrán que importar estas tecnologías a precios descomunales.
 2. No se cuenta con la formación necesaria para construir las partes y posiblemente de su funcionamiento concreto, ya que son tecnologías extranjeras y hay demasiada deserción de gente calificada, que opta por trabajar en otros países debido al bajo rendimiento que tendrían en su sitio de origen.
 3. Además de este dilema, también está el factor necesidad. Usualmente una potencia menor tiene otras necesidades más importantes (usualmente países con conflictos armados u otros problemas económicos) que invertir dinero en investigación.
 4. Existe un alto grado de inseguridad al usar estas máquinas para propósitos malignos, si no se tiene suficiente cuidado con el manejo del mismo.
- Es muy importante notar que el software que utilizan estas supercomputadoras usualmente utiliza conceptos como el paralelismo de datos a un nivel astronómico, por lo que es necesario un conocimiento previo en arquitectura de computadores que permita desarrollar software que la máquina pueda ejecutar con excelencia.
- Nótese que todas las supercomputadoras descritas en este artículo utilizan variaciones de Linux como sistema operativo, debido a la maleabilidad, disponibilidad y efectividad del mismo.
- El Centro de Súper Cómputo dirigido por el profesor Carlos Barrios creó el primer semillero de supercomputación en Colombia como herramienta para promover el uso de las tecnologías de la información avanzadas del país, ya que Colombia y especialmente Santander no contaba con esta clase de tecnología antes, y se vio la necesidad de innovar en esta área para futura investigación.



VIII. REFERENCIAS

- I. <https://www.top500.org/project/introduction>
 - II. https://en.wikipedia.org/wiki/LINPACK_benchmarks
 - III. https://es.wikipedia.org/wiki/Sunway_TaihuLight
 - IV. <https://www.quora.com/What-is-the-Sunway-TaihuLight-supercomputer-used-for>
 - V. https://es.wikipedia.org/wiki/Operaciones_de_coma_flotante_por_segundo
 - VI. <https://elchapuzasinformatico.com/2016/06/sunway-taihulight-china-presenta-superordenador-mas-potente-del-mundo/>
 - VII. <http://hoyentec.com/tecnologia/miztli-supercomputadora-la-unam-amplio-rendimiento-86-000-laptops/>
- I. <https://image.slidesharecdn.com/hpcconnectionworkshop08-160714173103/95/chinas-sunway-taihu-light-supercomputer-early-experiences-on-code-optimization-4-638.jpg?cb=1468517745>
 - II. <https://insidehpc.com/2017/06/video-scaling-climate-weather-forecasting-sunway-taihulight/>
 - III. <https://www.hpcwire.com/off-the-wire/asc17-competes-sunway-taihulight/>
 - IV. <https://news.cgtn.com/news/3d49544e7951444e/img/ce6a8e5a-5f06-4403-89d7-7471bc9b4a71.jpg>
 - V. <https://www.youngresearch.com/wp-content/uploads/2016/11/sunway-taihulight-icon.png>
 - VI. <https://en.wikipedia.org/wiki/Sunway#architecture>
 - VII. <https://image.slidesharecdn.com/hpcconnectionworkshop08-160714173103/95/chinas-sunway-taihu-light-supercomputer-early-experiences-on-code-optimization-4-638.jpg?cb=1468517745>
 - VIII. <https://insidehpc.com/2017/06/video-scaling-climate-weather-forecasting-sunway-taihulight>