

# Prototipo de reutilización de calor generado desde las CPU

Tipo de documento: Entregable  
31/08/14

# ecCORæee





Tabla de contenidos del proceso demostrativo

1.- Introducción.....	4
2.- Resultados.....	6



## Índice de tablas e ilustraciones

Illustration 1: Esquema General Disipación Calor

## 1.- Introducción

Un sistema grid consiste en la interconexión de un clúster de computación con otros clústeres para formar así una red mayor que aporte mejores capacidades de computación a los usuarios. Pudiendo hacer uso de una mayor infraestructura en cuando a capacidad de cálculo, almacenamiento, memoria, etc.

Se ha creado una instalación de cluster utilizando equipos reutilizados para demostrar tanto la posibilidad de utilización de estos para la computación distribuida como para la realización de un sistema eficiente de reaprovechamiento de calor disipado por el propio sistema de computación distribuida.

El problema principal en una instalación de este tipo es la disipación de calor producida. Por norma general los sistemas de disipación de calor son:

1) Refrigeración por aire (activa y pasiva). Refrigeración de la instalación por entrada de aire externo a baja temperatura, con colocación de filtros y sistemas de impulsión en entrada y salida. Este sistema es de bajo coste y mantenimiento pero requiere una temperatura exterior baja y estable para un funcionamiento sostenido. Activa si se utilizan mecanismos de impulsión de aire y pasiva si se deja que el aire se despace libremente. Se utiliza en países con una temperatura exterior alrededor de 10 grados centígrados de media y siempre y cuando no sobrepasen los 20 grados centígrados de temperatura, en cuyo caso deben utilizarse cualquiera de los otros métodos aquí explicados. Este sistema es el utilizado por ejemplo en Amazon en Irlanda.

2) Refrigeración de la sala que contiene las CPUS. Este sistema tiene un coste alto, al tener que instalar, mantener y sostener económicamente un sistema de refrigeración para todas las CPUS y no es óptimo. Este sistema por ejemplo es el utilizado en el CESGA en España.

3) Watercooling. Refrigeración de las CPUS por enfriado de mediante bloques de metal con circulación interior, ya sea capilar o de flujo. Este tipo de sistemas son utilizados por IBM en los laboratorios de Zurich o bien por la empresa CONGATEC. Estos sistemas utilizan sistemas de reaprovechamiento de calor por el circuito de enfriado.

4) Watercooling por Inmersión. Refrigeración por inmersión de los elementos de calor como la CPU y la placa madre del ordenador. Todo el calor generado se tranfiere a un aceite dieléctrico y de ahí mediante un serpentín sumergido en el aceite dieléctrico vuelve al circuito de refrigeración. Un ejemplo es el sistema Tsumabe KFC integrado en el Instituto de Tecnología de Tokio. La supercomputadora se enfría mediante la solución de inmersión de refrigeración Green Revolution Cooling , con sede en Austin, Texas.

5) Refrigeración por metal líquido. Aunque su principio es completamente distinto al watercooling, de alguna manera este sistema está emparentado. Se trata de un invento mostrado por nanoCoolers, compañía basada en Austin, Texas, que hace algunos años desarrolló un sistema de enfriamiento basado en un metal líquido con una conductividad térmica mayor que la del agua, constituido principalmente por Galio e Indio. A diferencia del agua, este compuesto puede ser bombeado electromagnéticamente, eliminando la necesidad de una bomba mecánica. A pesar de su naturaleza innovadora, el metal líquido de nanoCoolers nunca alcanzó una etapa comercial.

6) Refrigeración por gas. Este sistema se basa en el intercambio de calor a partir de la disipación y condensación de gases sobre las CPUs utilizando el mismo sistema que en los refrigeradores domésticos. Ejemplos de estas tecnologías son las soluciones de OpenUp y SOCORED.

7) Refrigeración termoeléctrica. Este sistema utiliza el principio de Peltier para el intercambio de frío-calor en una CPU aprovechando la energía eléctrica generada por la célula de Peltier en ese proceso. No es un sistema eficiente puesto que se necesita mucha diferencia de temperatura (alrededor de 70 grados centígrados) para un aprovechamiento eficaz. No es factible tener las CPUs a esa temperatura diferencial sin perder rendimiento en su funcionamiento.

## 2.- Resultados

En este proyecto se ha buscado una solución de bajo coste para la disipación de calor en el cluster de ordenadores con un segundo objetivo añadido que era el aprovechamiento del calor generado en el sistema. Los dos sistemas que combinan bajo coste de implantación con un rendimiento adecuado al sistema son los de watercooling ya sea por bloques de CPU o por inmersión.

Se han creado dos circuitos para dos bloques de 60 computadoras cada uno con el esquema general que se muestra en la Ilustración 1.

En este esquema general se aprecian los siguientes elementos:

1) Un circuito de enfriado para los armarios de computadores que es común en ambas instalaciones, con la diferencia que uno utiliza un serpentín en cada armario de inmersión y el otro utiliza bloque de metal independientes que enfrían una CPU cada uno. Puede verse en la Ilustración uno como entran por un tubo de entrada de agua fría y sacan la caliente por otro tubo.

2) Un depósito de agua con una capacidad de 20 litros de agua por CPU a enfriar como mínimo. Esta agua lleva una mezcla en 15 por ciento de glicerina para bajar la temperatura de congelación por si en el exterior hiciese un frío extremo. Aún así la instalación del depósito lleva un aislamiento térmico y está en constante circulación gracias a dos bombas de 2 CV para cada uno de los circuitos (frío y caliente)

3) Disipador aéreo pasivo en el exterior de la instalación justo antes de la entrada al depósito. El circuito de agua calentada por la CPU vuelve al depósito pero tiene la posibilidad de bifurcarse de la siguiente manera: a) entrar en el disipador y después al depósito si no queremos utilizar el calor de las CPUs, el calor se disipa a través del disipador aéreo. b) Ir al sistema auxiliar de disipación de calor y utilizar ese calor para calefacción o para ambiente en invernaderos o bien para calentar agua en una piscina (este uso requiere una temperatura del agua de alrededor de los 40 grados para un uso eficaz de la misma). c) entrada directa al depósito de agua para aumentar la temperatura de agua del circuito y poder utilizarla en la opción b)

4) Sistema de control de válvulas de cierre para las tres opciones de disipación de calor. Se predefinen niveles de control de temperaturas según diferentes programas de reutilización de calor. Tiene un modo reaprovechamiento para invierno en el cual se deja calentar el agua del circuito hasta 40 grados sin entrar en el disipador aéreo y cuando se alcanza esa temperatura se deja ir hacia el sistema de reaprovechamiento de calor. Si baja de 40 grados vuelve al sistema de calentado. En modo no aprovechamiento se busca en el circuito una temperatura

mínima pasando el circuito por el disipador todo el tiempo y cerrando el acceso directo al depósito y al circuito de reaprovechamiento térmico.

Con el sistema funcionando al 100%, con todas las cpus activas, se alcanza rapidamente la temperatura límite de 40 grados en el programa de reaprovechamiento de calor. Las cpus se mantienen a 50 grados en el caso de los armarios de inmersión y a 70 en los armarios de bloque de CPU por lo cual se recomienda que no se use con los últimos. En modo no reaprovechamiento de calor, el agua se mantiene sin problema en los 20 grados utilizando el disipador aéreo. La ventaja de este sistema es que el coste de disipación de calor se reduce a un fijo de construcción de la instalación y al coste del sistema de bombeo y el residual de los sistemas de control de válvulas de apertura y cierre.

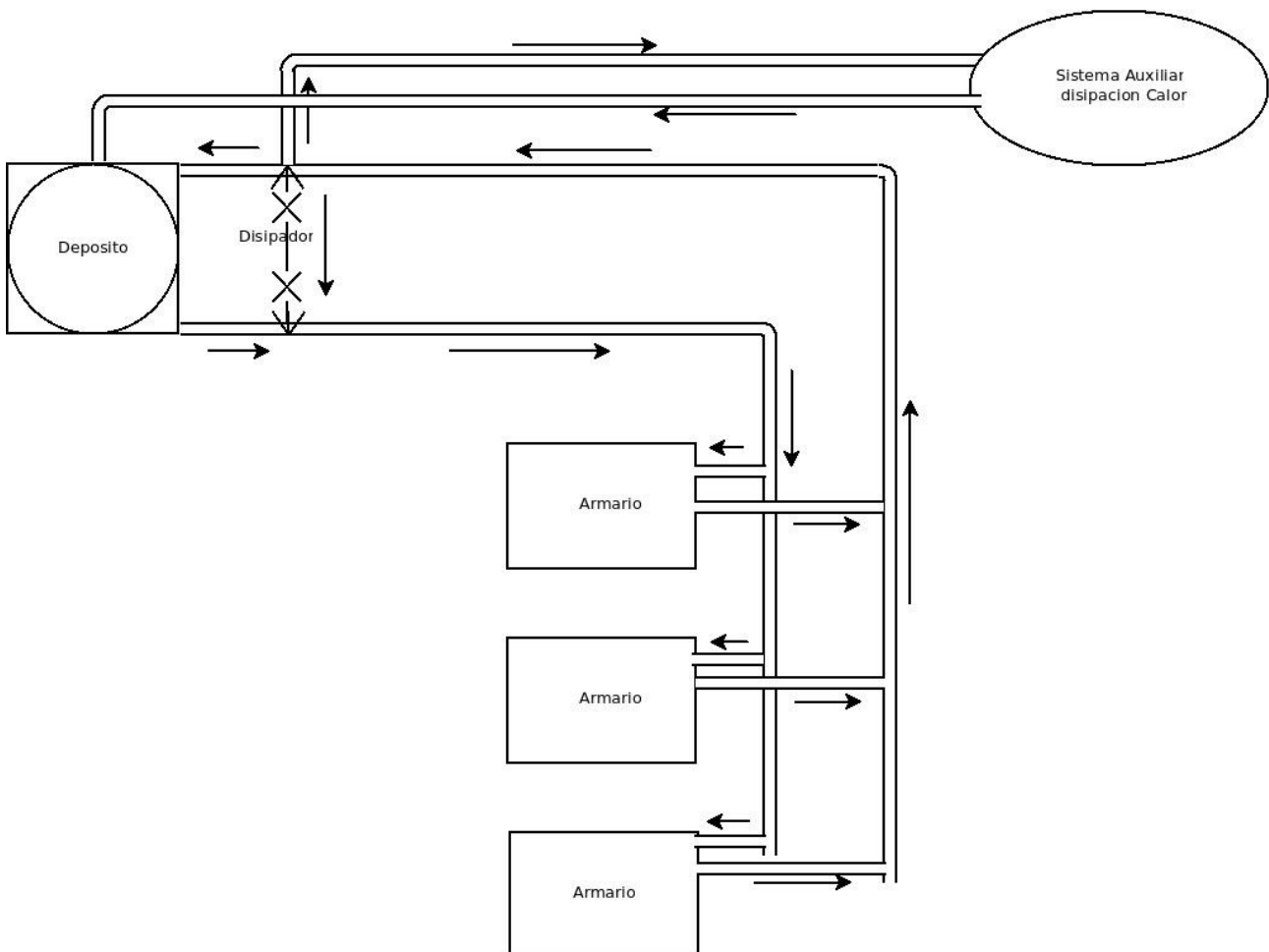


Illustration 1: Esquema General Disipación Calor