



Interactive European Grid

Simulación de Plasmas en El Grid Interactivo

Rubén Vallés (rvalles@unizar.es)

José Luis Velasco (velasco@unizar.es)

BIFI



Proyecto Zivis, Centro de Historia de Zaragoza 30-4-07



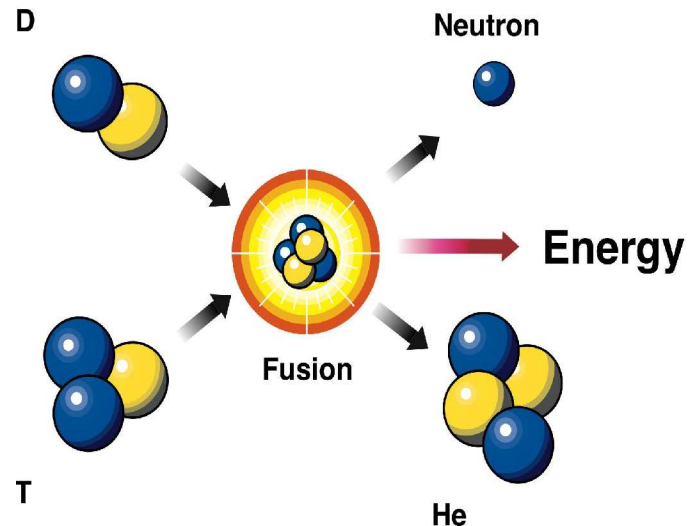
Simulación de Plasmas en El Grid Interactivo: Índice

- Simulación de Plasmas
 - ▶ Fusión y confinamiento magnético
 - Fundamentos
 - Dispositivos. TJ-II
 - Transporte
 - ▶ Simulaciones: aproximación de Langevin
 - Fundamentos
 - Medidas y resultados
 - Ventajas

□ Grid interactivo



Fusión: el choque de dos núcleos genera un total de masa menor que la suma de los iniciales: el exceso de energía se cede en forma de cinética ($E=mc^2$)



Condiciones necesarias para la fusión

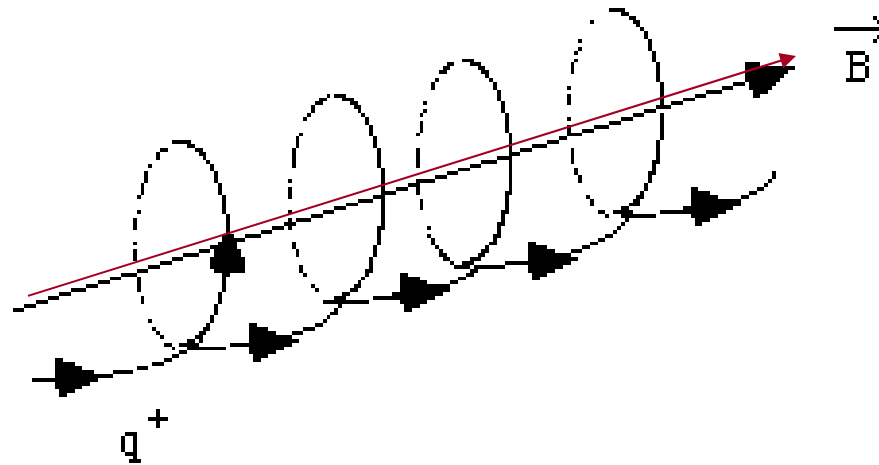
- Repulsión electrostática
 - > alta temperatura (10 KeV ~ 100.000.000 °C)

- Suficiente número de reacciones
 - > alta densidad (trillones de partículas por m³)
 - > tiempo suficiente (minutos-horas?)

► Problema del confinamiento

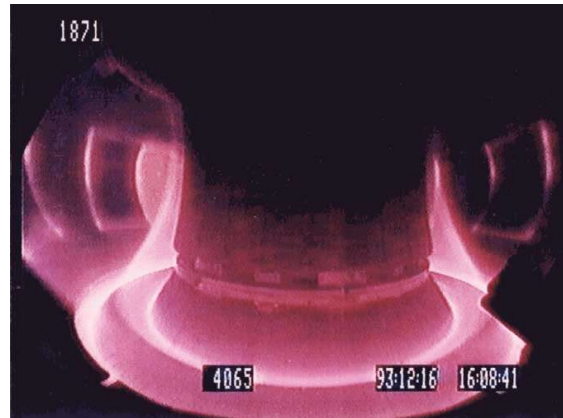
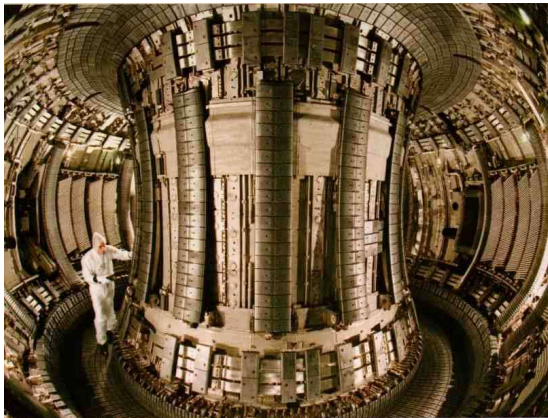
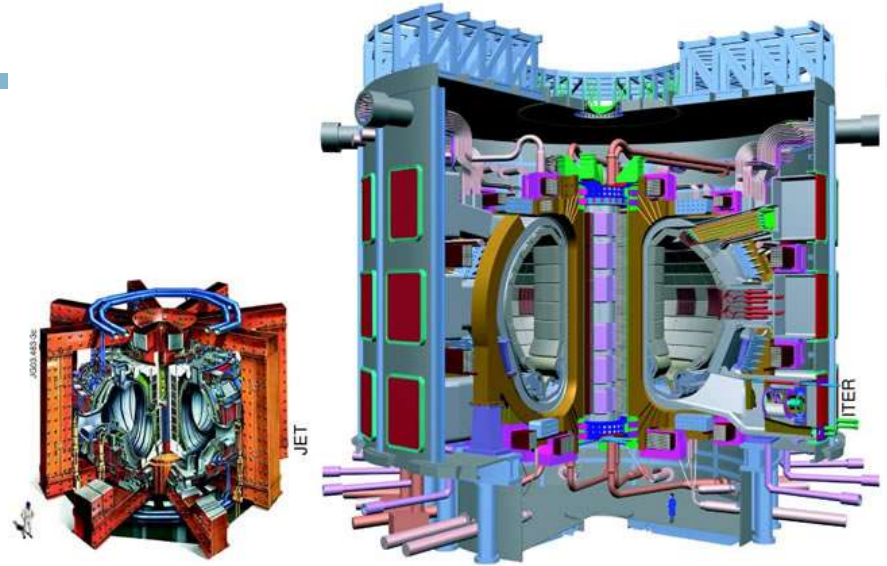
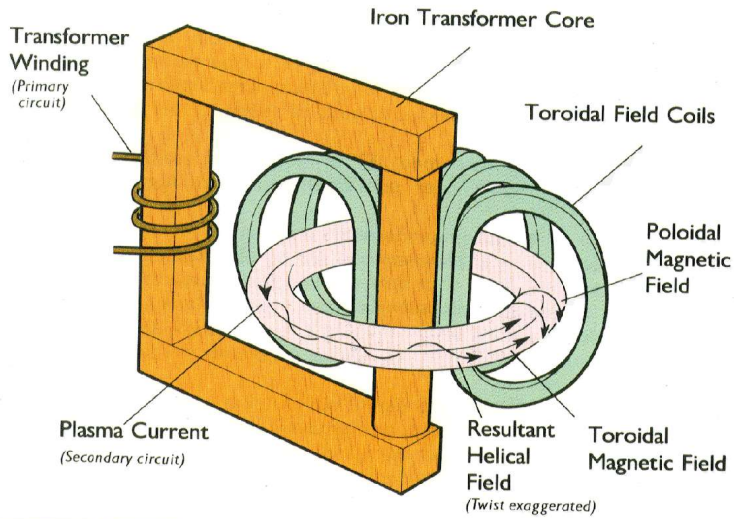
- El gas pasa a estado de plasma:
 - ▶ Se ioniza completamente
 - ▶ Conductor de la electricidad
 - ▶ Poco colisional
 - ▶ Fenómenos colectivos

□ Fuerza de Lorentz

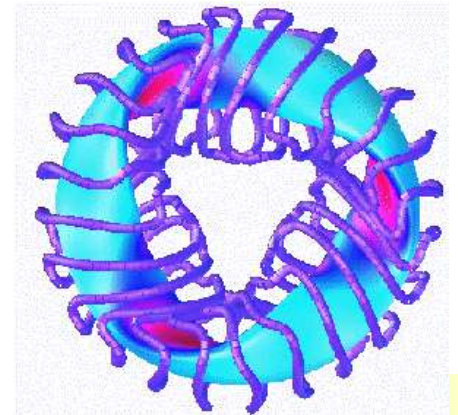
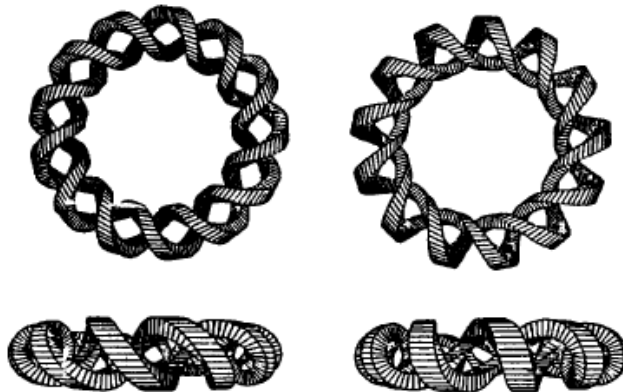
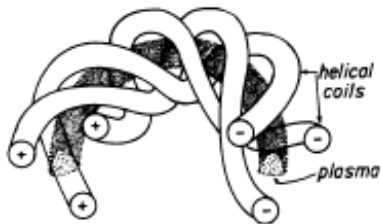
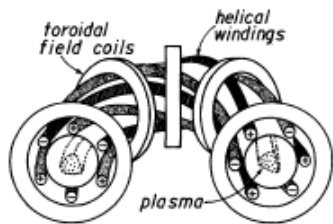
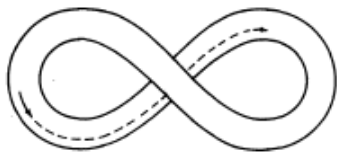
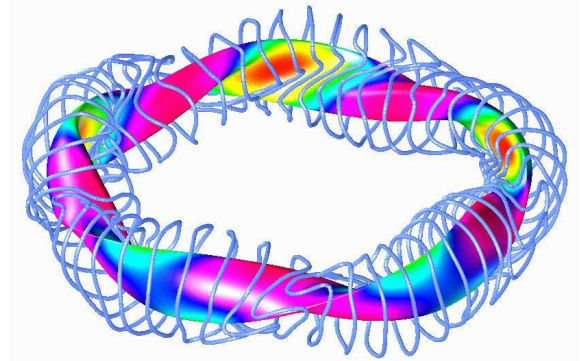
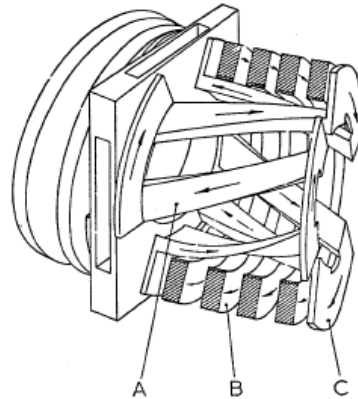
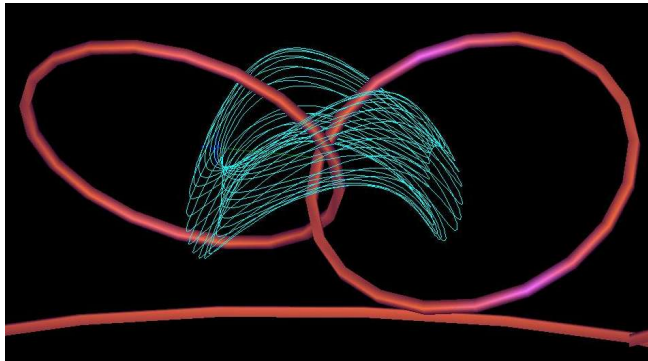


Trayectoria de una partícula con carga positiva en un campo magnético.

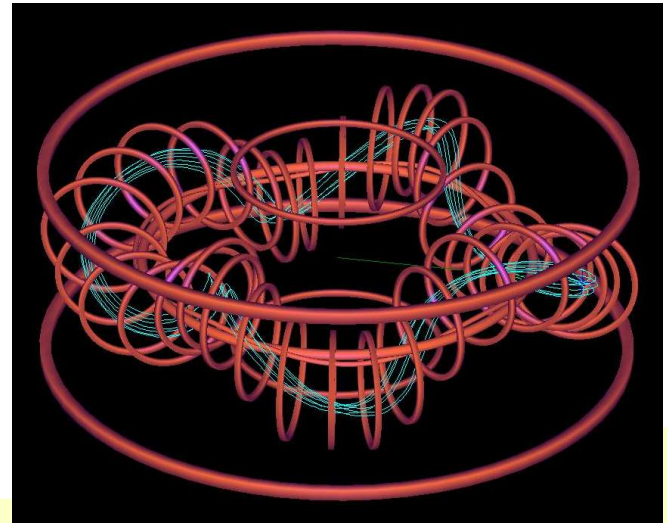
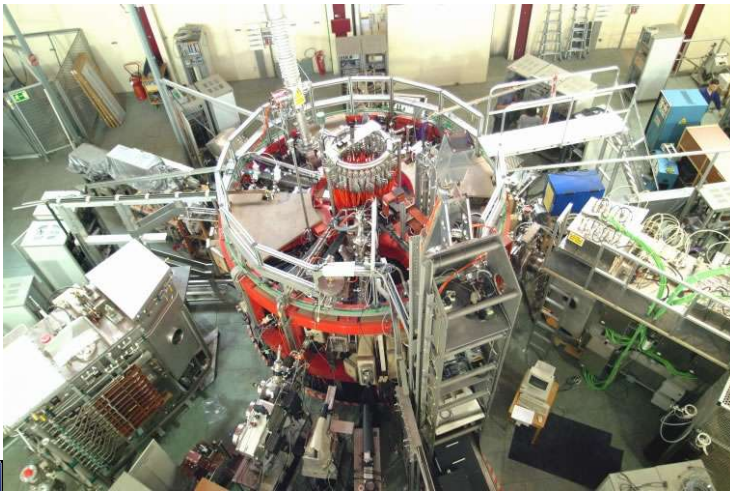
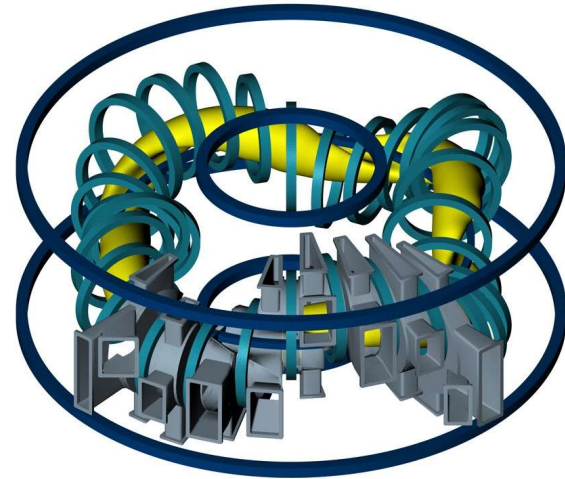
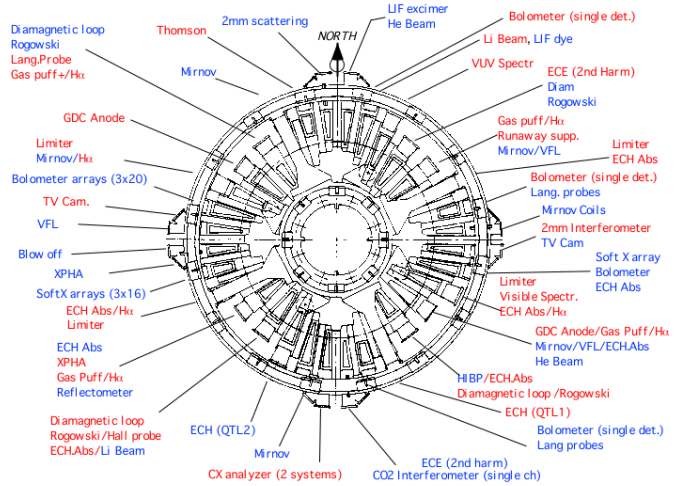
Tokamak

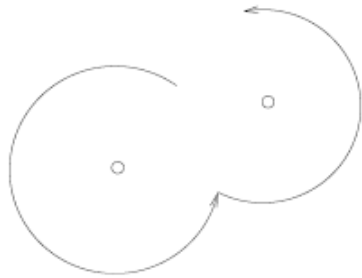


Stellarator



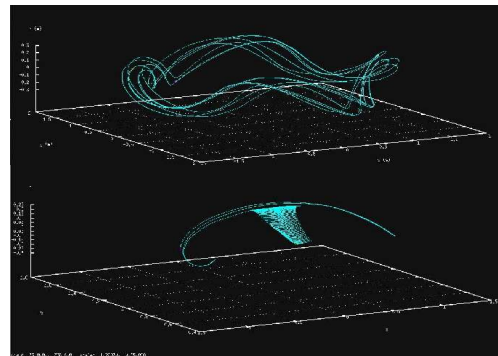
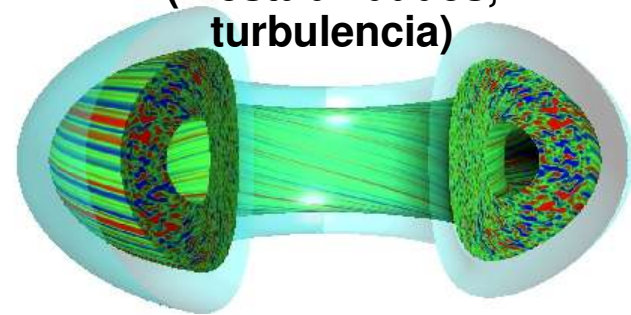
TJ-II Diagnostics 07.98, 06.99



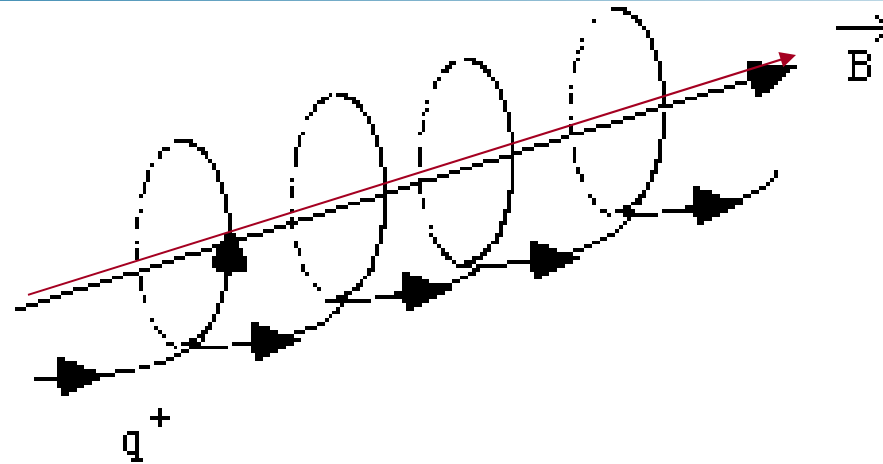


**Transporte clásico
(difusividad órbitas)**

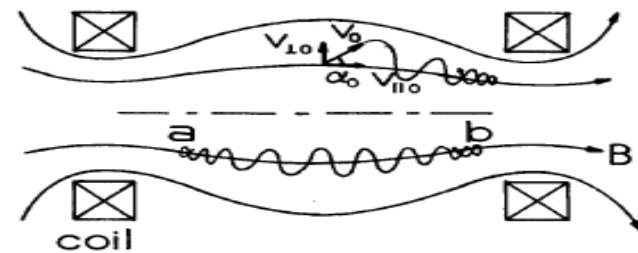
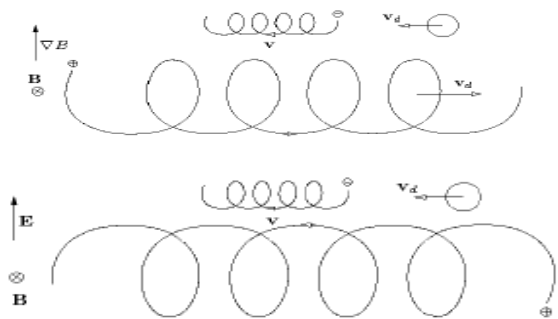
**Transporte anómalo
(inestabilidades,
turbulencia)**



**Transporte neoclásico
(derivas y partículas
atrapadas)**



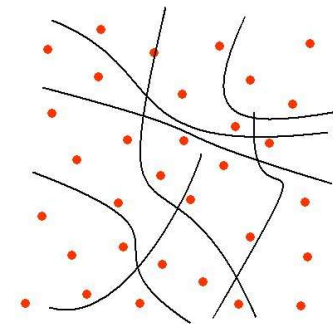
Trayectoria de una partícula con carga positiva en un campo magnético.



- Ecuación de Boltzmann para los centros guía (espacio 5D):

$$\frac{\partial f_a(\vec{r}, v^2, \lambda)}{\partial t} + \frac{d\vec{r}}{dt} \cdot \vec{\nabla} f_a(\vec{r}, v^2, \lambda) + \frac{d\lambda}{dt} \frac{\partial f_a(\vec{r}, v^2, \lambda)}{\partial \lambda} + \frac{dv^2}{dt} \frac{\partial f_a(\vec{r}, v^2, \lambda)}{\partial v^2} = \sum_b C_{ab}(f_a(\vec{r}, v^2, \lambda), f_b(\vec{r}, v^2, \lambda))$$

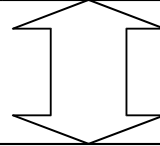
- ▶ Campo magnético
- ▶ Campo eléctrico
- ▶ Colisiones de iones con un fondo de iones y electrones



Ecuación de Fokker-Plank

$$\frac{\partial f}{\partial t} = -\nabla_{r_{GC}} \cdot (\vec{a}_{r_{GC}} f) + \frac{\partial}{\partial \lambda} \left[-(a_\lambda + a_\lambda^{Ito}) f + \frac{1}{2} \frac{\partial [b_\lambda^2 f]}{\partial \lambda} \right],$$

$$+ \frac{\partial}{\partial x^2} \left[-(a_{x^2} + a_{x^2}^{Ito}) f + \frac{1}{2} \frac{\partial [b_{x^2}^2 f]}{\partial x^2} \right]$$



Ecuación diferencial estocástica
(Langevin)

$$\frac{d\vec{r}_{GC}}{dt} = \vec{a}_{r_{GC}},$$

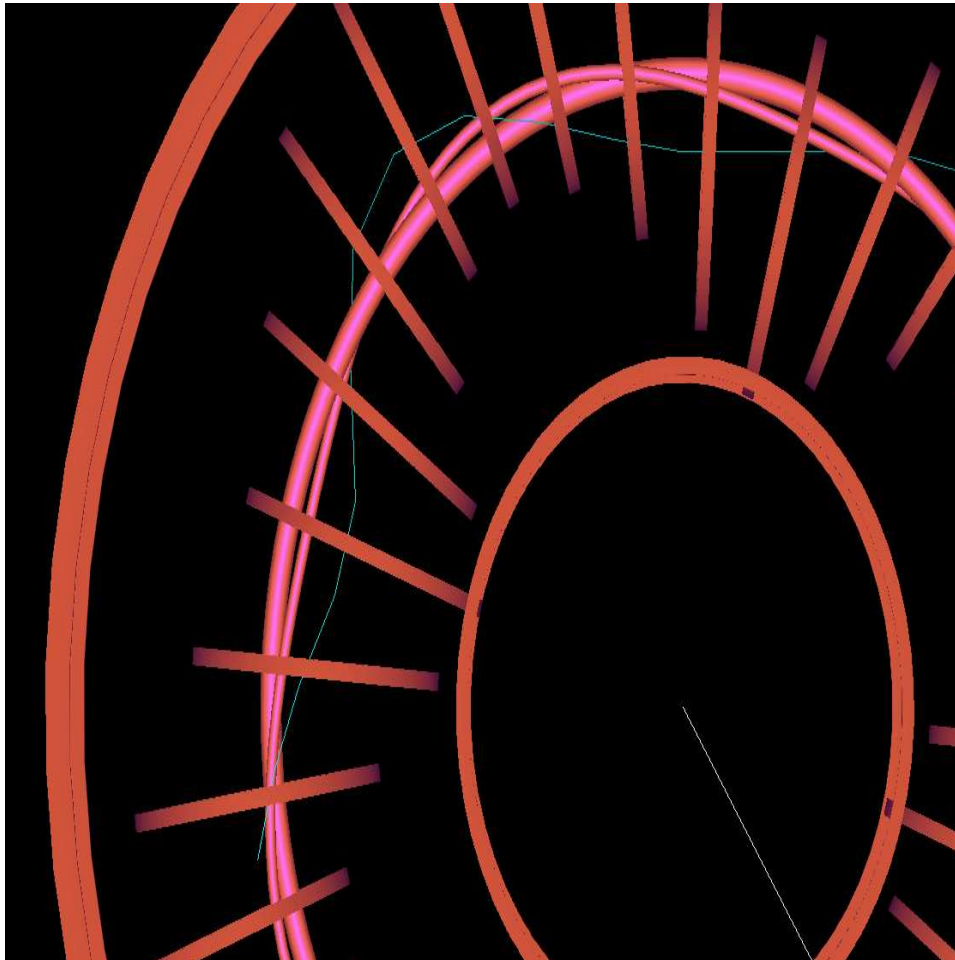
$$\frac{d\lambda}{dt} = [a_\lambda + a_\lambda^{Ito}] + b_\lambda \xi_\lambda,$$

$$\frac{dx^2}{dt} = [a_{x^2} + a_{x^2}^{Ito}] + b_{x^2} \xi_{x^2}.$$

ISDEP

(Integrator of Stochastic
Differential Equations
for Plasmas)

Aproximación de Langevin



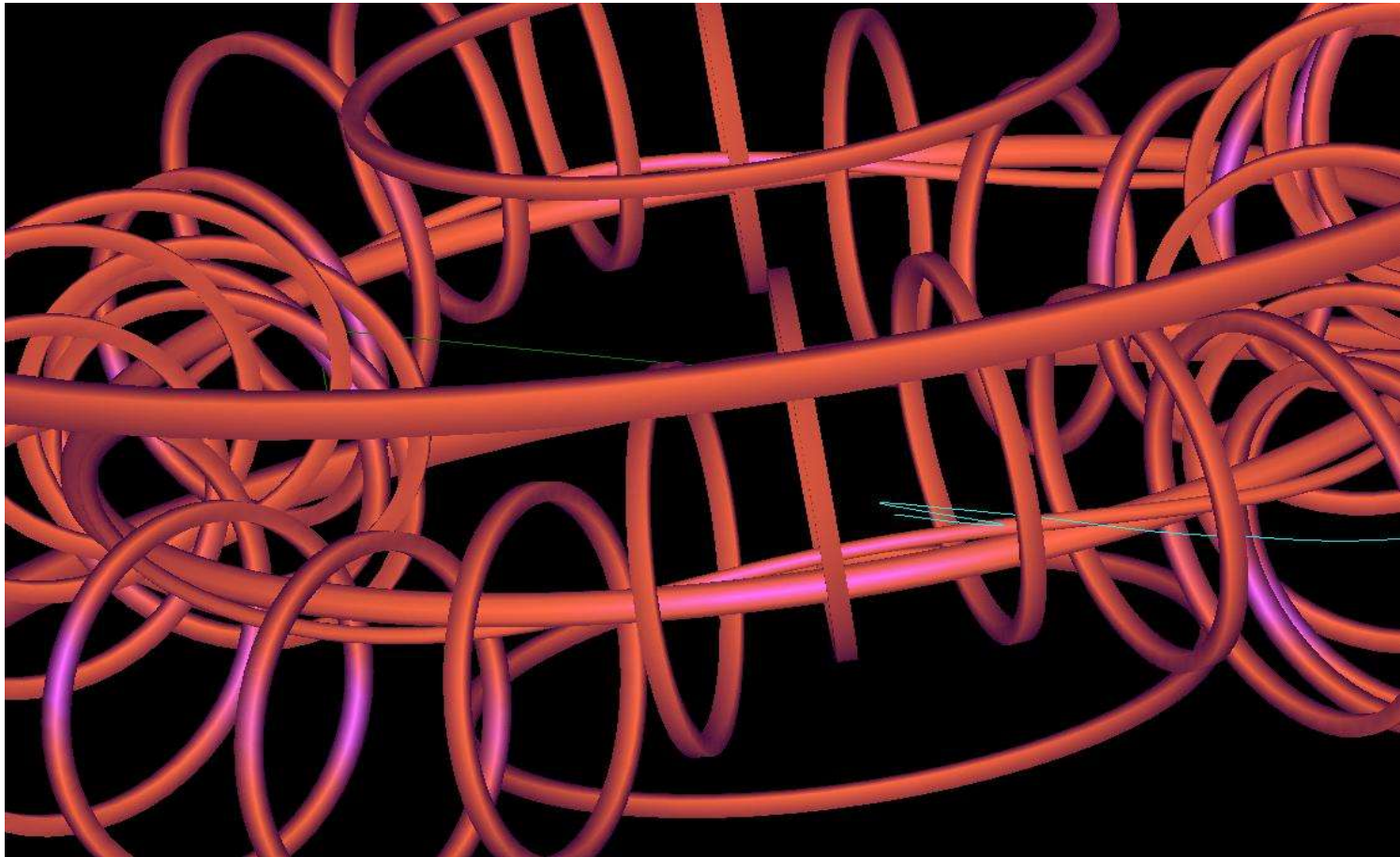
Método de Runge-Kutta:

- Orden 2 en la parte determinista
- Orden 1 de convergencia débil con ruido gaussiano

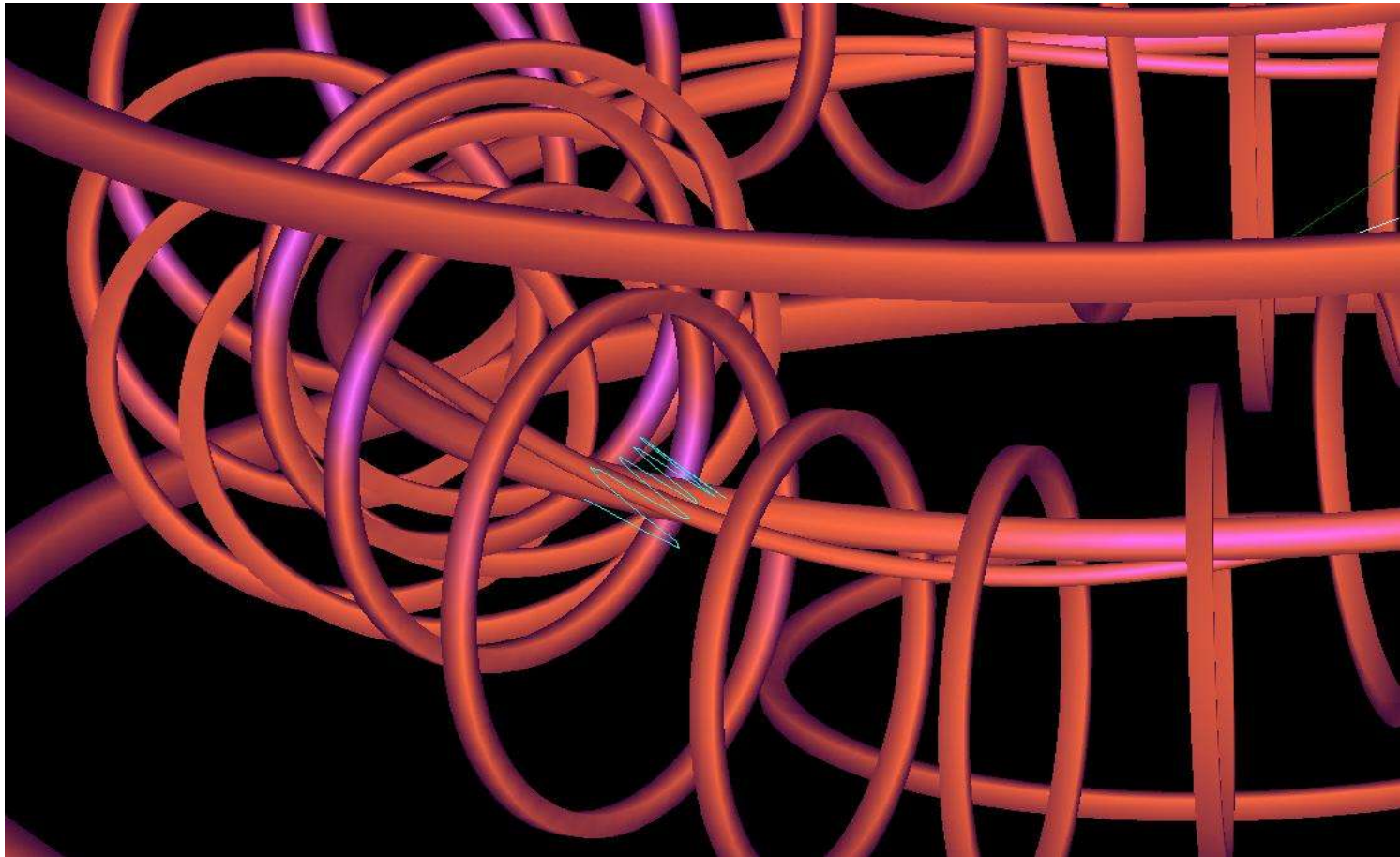
$$q_{dt}^{\alpha} = q_0^{\alpha} + \frac{1}{2}(f_0^{\alpha} + f_1^{\alpha})h + \frac{1}{2}(g_0^{\alpha} + g_1^{\alpha})\sqrt{h}Y^{\alpha},$$

$$q_1^{\alpha} = q_0^{\alpha} + f_0^{\alpha}h + g_0^{\alpha}\sqrt{h}Y^{\alpha},$$

Trayectorias individuales

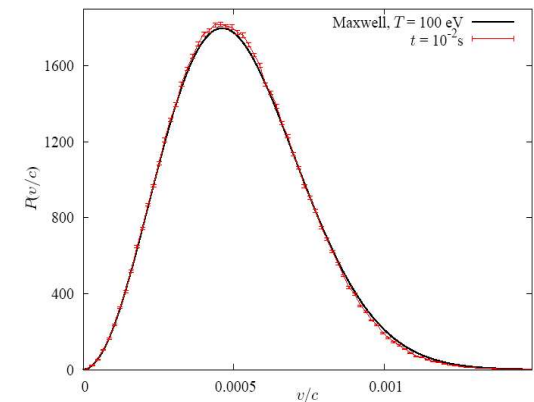
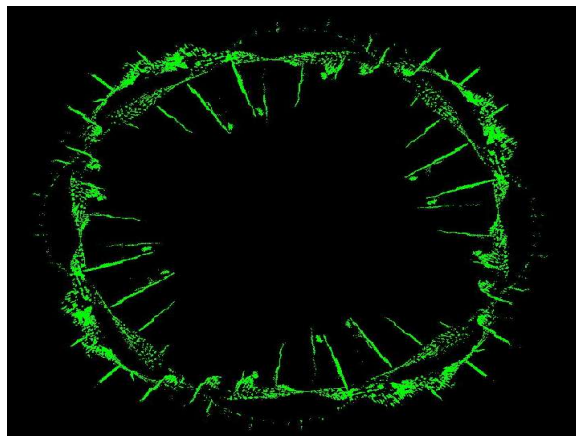
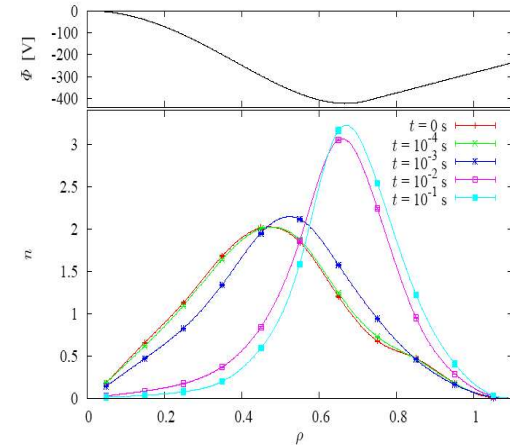


Trayectorias individuales



Medidas (promedios) sobre trayectorias independientes:

- ▶ Distribución en el espacio real y en el de velocidades.
- ▶ Flujos
- ▶ Puntos de choque con la cámara de vacío





Ventajas del método utilizado

- ❑ Elimina hipótesis a priori

- ❑ Fácilmente generalizable
 - ▶ Diferentes geometrías.
 - ▶ Diferentes interacciones.
 - ▶

- ❑ Trayectorias independientes -> preparado para el cálculo distribuido.



Ventajas del método utilizado

- ❑ Cluster de PC's



Ventajas del método utilizado

□ Zivis





Ventajas del método utilizado

□ Grid interactivo

... segunda parte de la charla





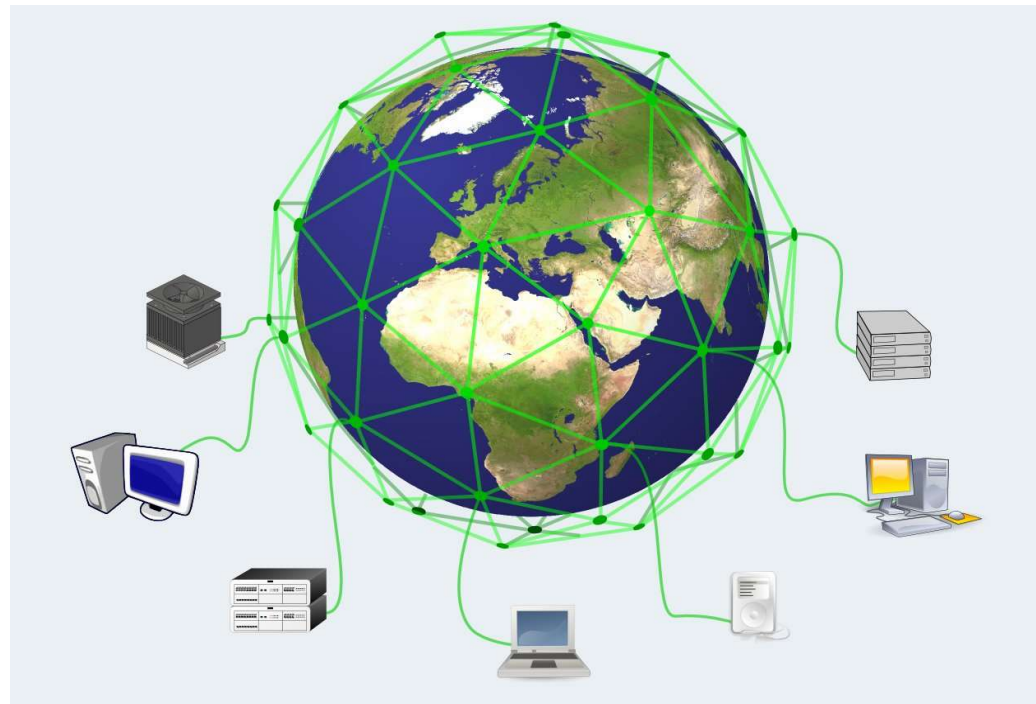
Simulación de Plasmas en El Grid Interactivo: Índice

- ❑ ¿Qué es el Grid?
- ❑ Grid middleware
- ❑ Proyectos Grid = Trabajos en batch
- ❑ int.eu.grid = aplicaciones interactivas
- ❑ IVISDEP



¿Qué es el grid?

- El grid es un servicio para compartir potencia de cálculo y capacidad de almacenamiento a través de la red.



¿Qué es el grid?

- El punto clave es la abstracción y la virtualización de los recursos que componen la infraestructura. De este modo, para el usuario es como interactuar con un único y potente ordenador.



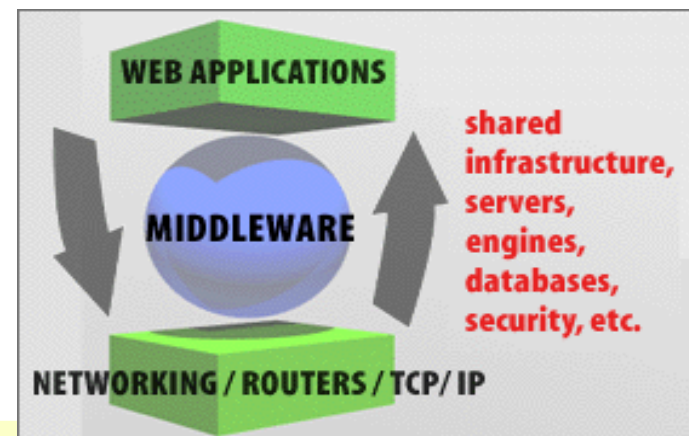
¿Qué es el grid?

□ El Grid toma el nombre de su analogía con la red eléctrica (en inglés “power grid”)

- ▶ Transparencia
- ▶ Infraestructura
- ▶ Utilidad

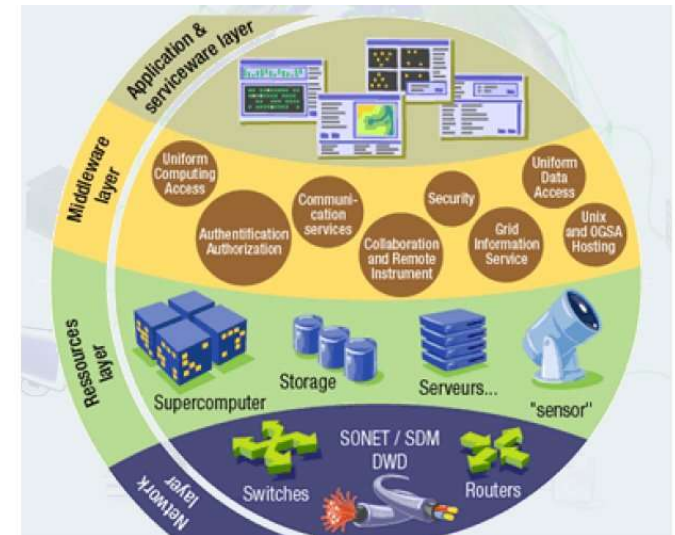


- ❑ El grid es posible gracias al grid middleware
- ❑ “Software” específico que permite la integración de todos los recursos que participan en él.
- ❑ Se puede definir como la capa de software que se encuentra entre el S.O. y las aplicaciones en cada host que participa en un entorno distribuido.



Proyectos Grid = Trabajos en batch

- ❑ El grid es una infraestructura con muchas “capas” que interaccionan entre sí.
- ❑ Autenticación, búsqueda de recursos, envío de trabajos, ejecución y recopilación de datos, etc...



- ❑ Hasta ahora, se ha obtenido el máximo partido con los trabajos en batch.



Proyectos Grid = Trabajos en batch

- El mejor ejemplo es EGEE (Enabling Grids for E-scienceE)



- Actualmente, la mayor infraestructura grid a nivel mundial.
- Trabajos en batch: Envío de aplicaciones -> ejecución -> finalización -> obtención de resultados

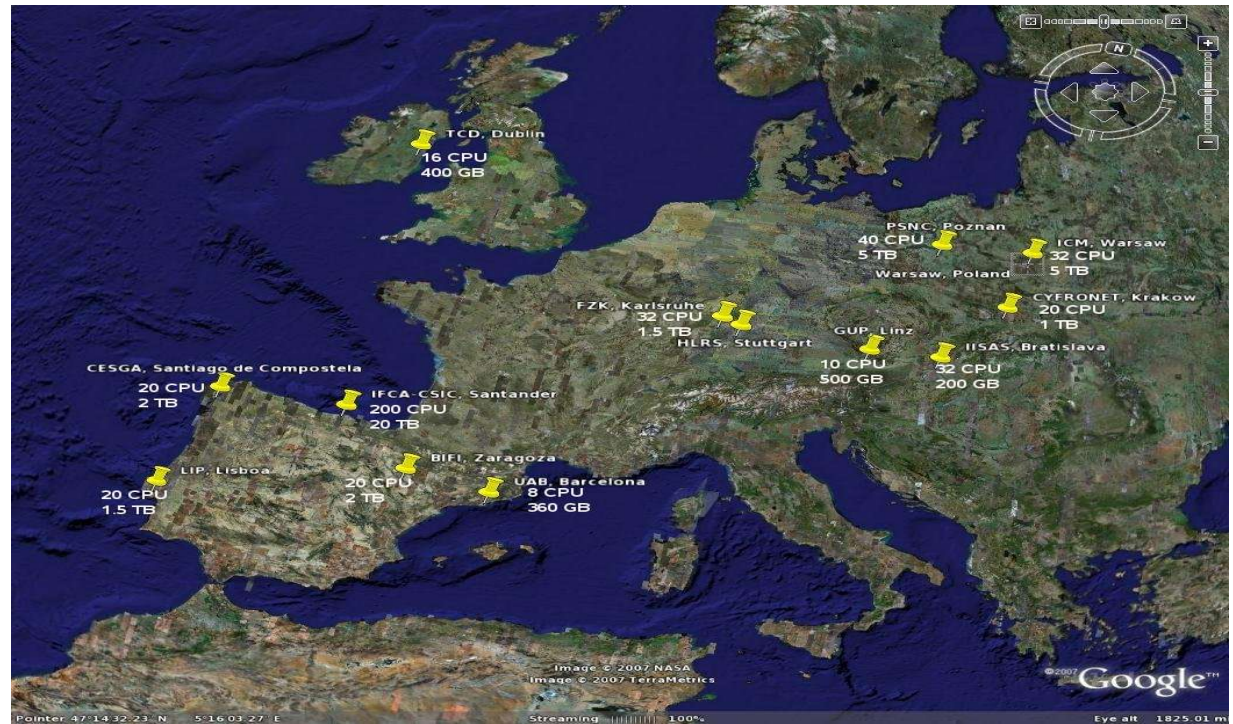




int.eu.grid = aplicaciones interactivas (Interactive European Grid)

13 participantes europeos

- ▶ Recursos computacionales
- ▶ Expertos en tecnología Grid





Int.eu.grid (Interactive European Grid)

- ❑ Objetivo: Desarrollo de una avanzada infraestructura grid orientada específicamente al soporte de aplicaciones **interactivas**.
- ❑ Soporte para la colaboración **interactiva** de forma remota.
- ❑ Creación de VO (Organizaciones virtuales) para proyectos de investigación en biomedicina, astronomía, medio ambiente o física.





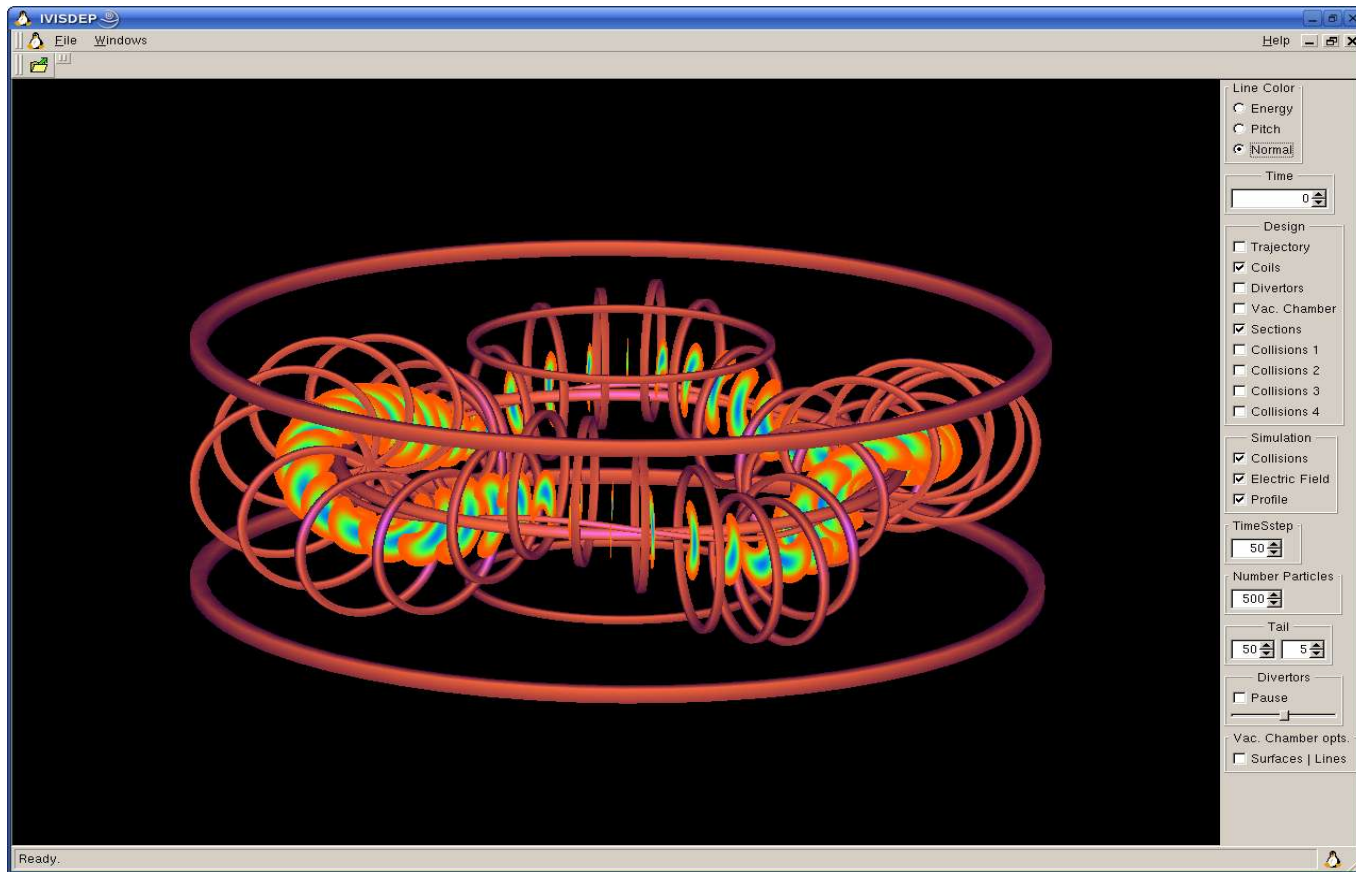
(Interactive Visualizator for ISDEP)

- ❑ ISDEP: Núcleo de cálculo de las trayectorias presentado en la primera parte de la charla.
- ❑ IVISDEP: Aplicación de representación gráfica interactiva para la simulación de plasmas.
- ❑ Programado en C++ con un GUI intuitivo.
- ❑ Llamadas a ISDEP para el cálculo de trayectorias.
- ❑ Recibe y muestra las posiciones calculadas.





IVISDEP (Interactive Visualizer for ISDEP)





Portando IVISDEP a int.eu.grid

□ Caso de uso:

- ▶ Los usuarios lanzan e interactúan con la aplicación
- ▶ Obtienen la visualización y los cambios en un tiempo razonable.
- ▶ Ejecución distribuida de la aplicación en los WN de int.eu.grid

□ Objetivo de diseño:

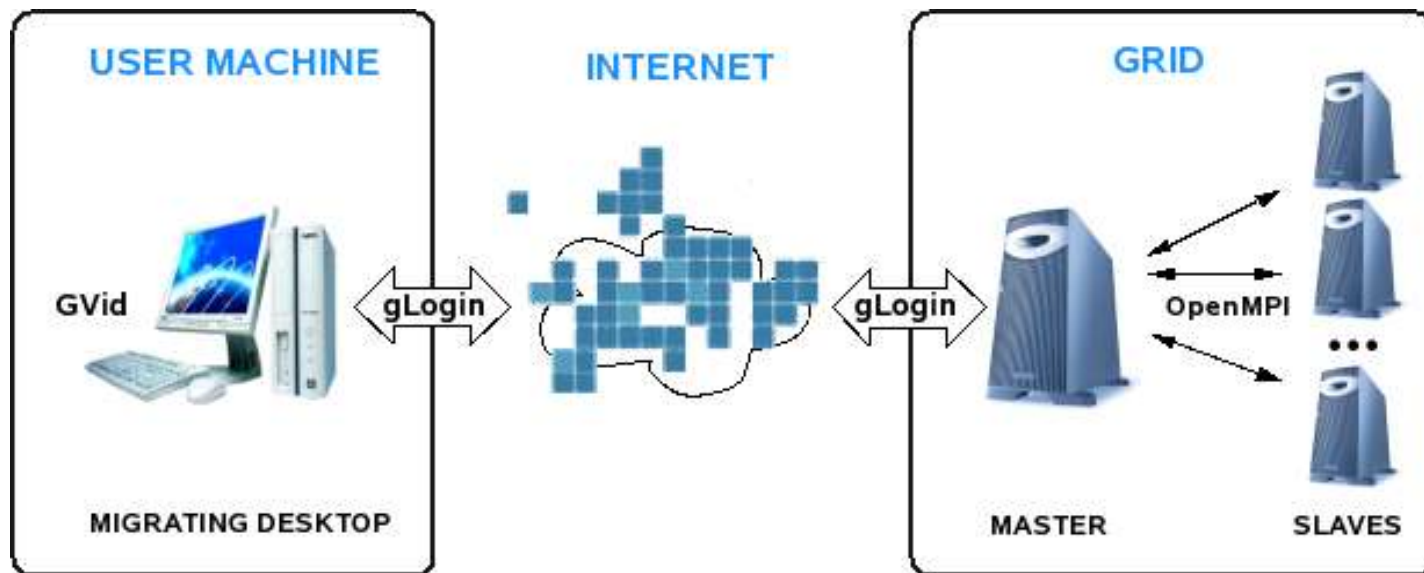
- ▶ Distribuir el total número de trayectorias entre el máximo número de WN posible.
- ▶ Este reparto es posible gracias a:
 - Las trayectorias son independientes
 - Este dato se toma en cuenta en la resolución de las ecuaciones que calculan las posiciones.



Esquema envío-ejecución IVISDEP

□ Esquema del caso de uso

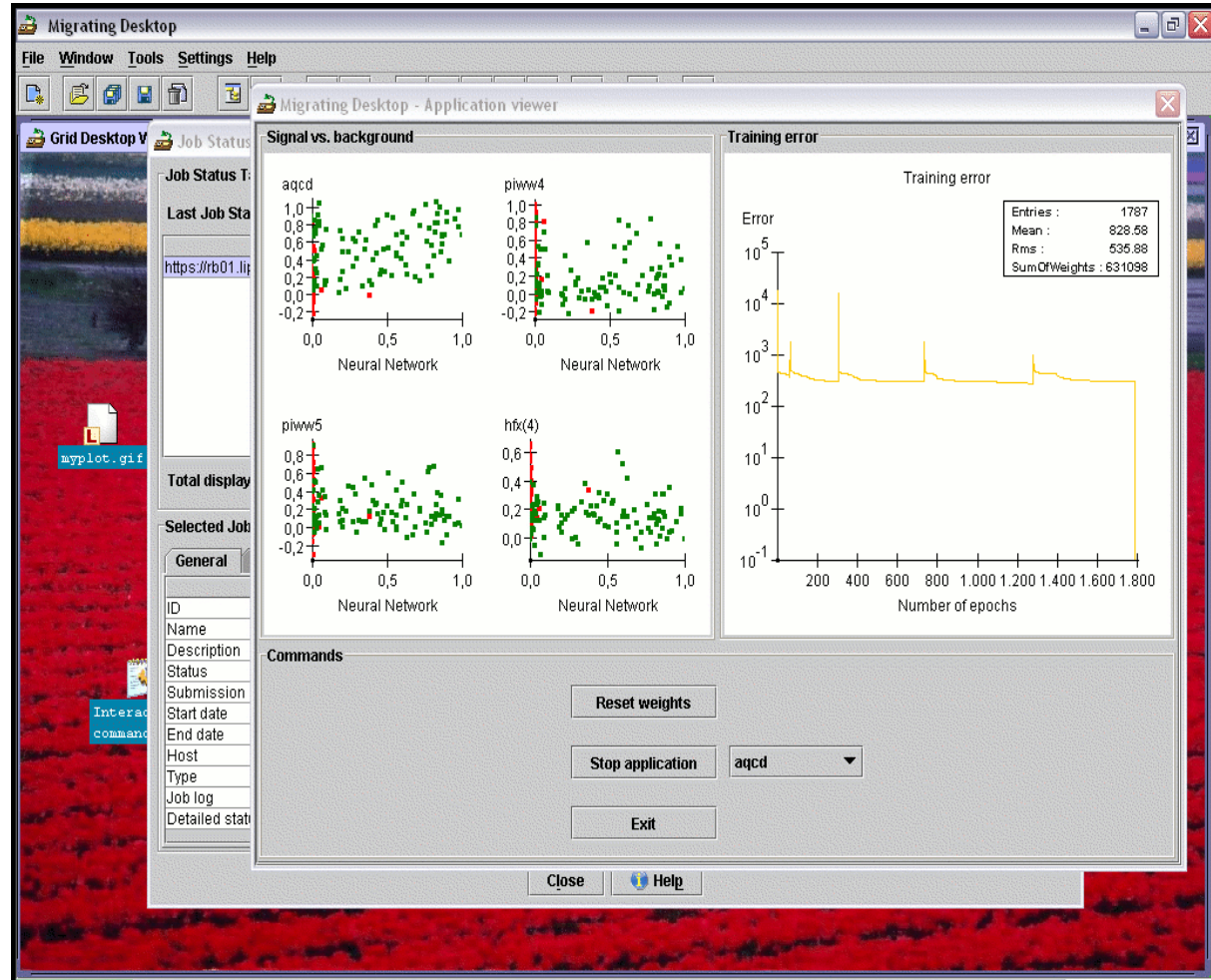
- ▶ MD (Migrating Desktop)
- ▶ Glogin + Gvid (Middleware interactivo)
- ▶ Aplicación: Esquema Maestro - Esclavo



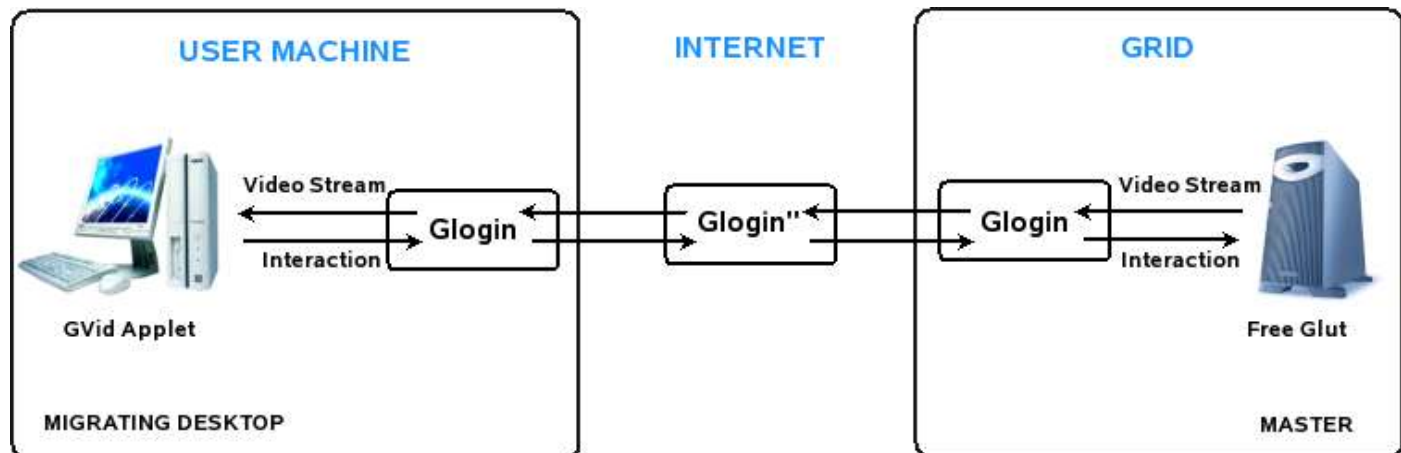


Migrating Desktop

- ❑ Entrada única al sistema
- ❑ Multiplataforma (Java)
- ❑ Manejo de todos los pasos de envío-ejecución
- ❑ Flexibilidad (Plugins)
- ❑ Desarrollado en PSNC

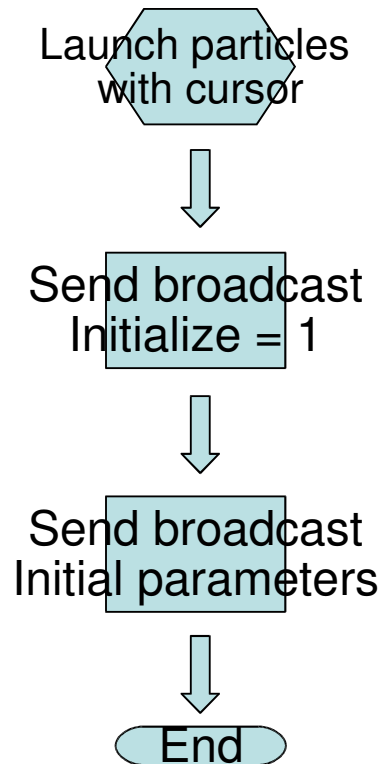


- Glogin: Grid Middleware optimizado para la visualización interactiva de aplicaciones de forma remota.
 - ▶ Renderizado generado en el grid y enviado al usuario final en forma de streaming de video mpeg.
 - ▶ Recoge eventos generados por el usuario e interactúa de forma remota con la aplicación ejecutada en el grid.
- Desarrollada en GUP

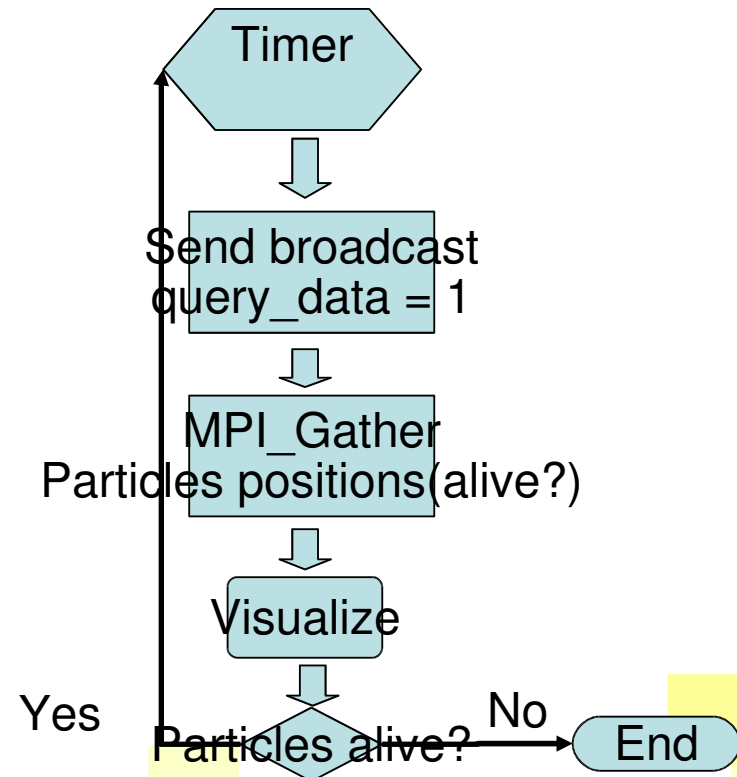


Maestro: Visualización y manejo de eventos (MPI)

Initialization

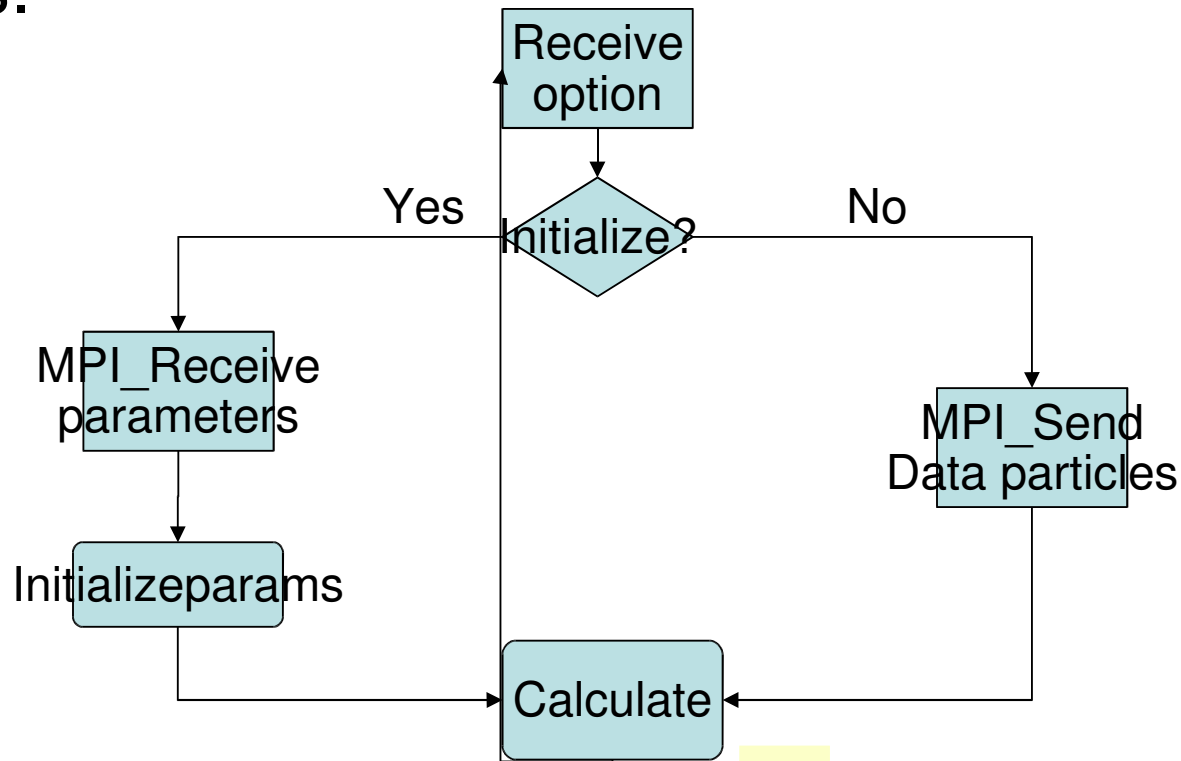


Loop



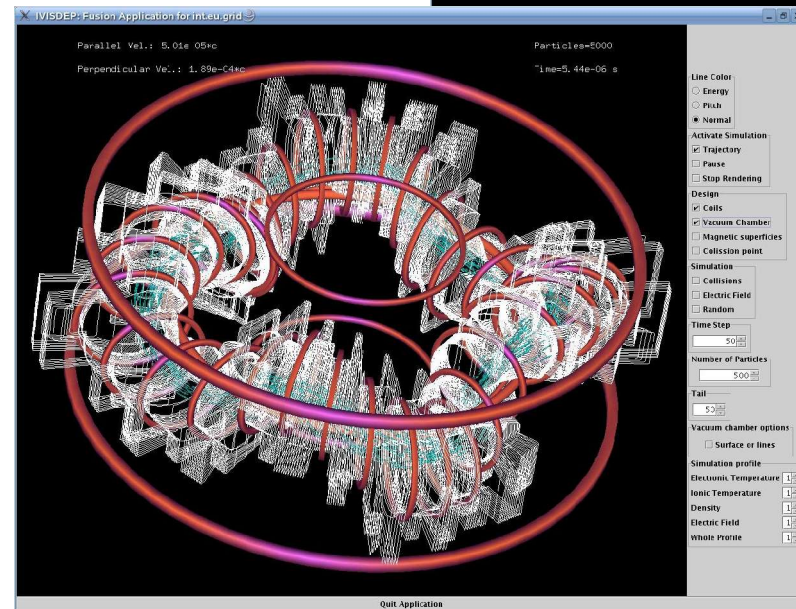
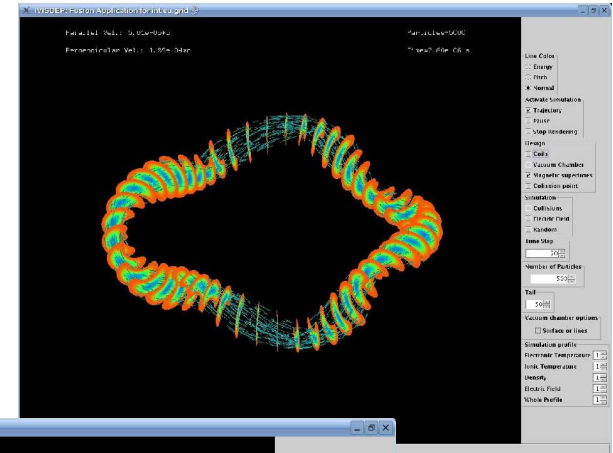
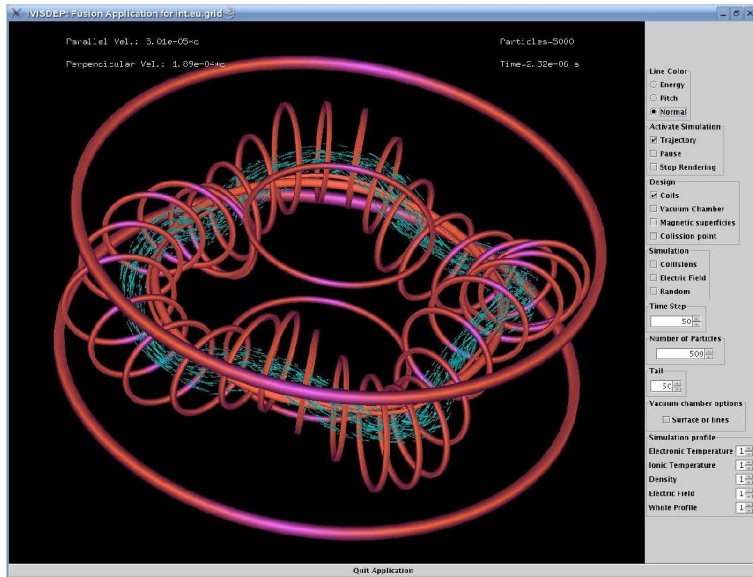
Esquema aplicación Maestro-Esclavo

- ❑ Esclavo: cada vez que se llama al ISDEP se calculan las nuevas posiciones de las partículas vivas.





Fusion plugin



□ Parámetros gráficos:

- ▶ Son todos aquellos que afectan a la representación visual de la simulación.
- ▶ Color de partículas, manejo de perspectiva, zoom...

□ Parámetros iniciales de simulación:

- ▶ Parámetros que modifican al inicio cada simulación que se ejecuta.

□ Parámetros interactivos (MPI):

- ▶ Son aquellos que tras recibir el evento el proceso Maestro, dispersa entre los esclavos para cambiar la simulación de forma interactiva.



Links interesantes del proyecto

❑ Web oficial del proyecto

▶ <http://www.interactive-grid.eu/>

❑ Información general del proyecto

▶ <http://dissemination.interactive-grid.eu/>

❑ Monitoring y accounting

▶ <http://gridice.i2g.cesga.es/gridice/site/site.php>

❑ Int.eu.grid en el BIFI

▶ <http://grid.bifi.unizar.es/int.eu.grid>





Muchas gracias por su atención

