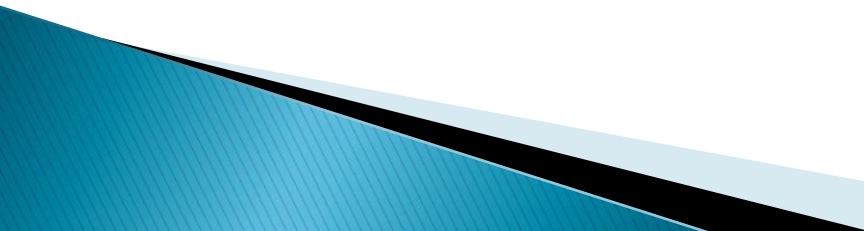


**Desarrollo de una herramienta para la  
creación y administración de clústeres  
computacionales para  
simulaciones FDTD con el paquete  
Meep, sobre el servicio EC2 de AWS.**


Carlos Corral, Marco Calderón




# Agenda

- ▶ Introducción
    - Antecedentes
    - El Problema
    - Objetivos
  - ▶ Amazon Web Services
  - ▶ Paralelismo
  - ▶ Diseño e Implementación
    - StarCluster
    - Meep
    - Ganglia
    - Arquitectura
  - ▶ Pruebas y Resultados
  - ▶ Demo
  - ▶ Conclusiones y Recomendaciones
- 

# Antecedentes

- ▶ En la actualidad, uno de los métodos más conocidos para resolver problemas de simulaciones electromagnéticas es el de las diferencias finitas en el dominio del tiempo (FDTD).
  - ▶ FDTD está basado en el cálculo de las ecuaciones diferenciales parciales de Maxwell.
  - ▶ Meep es una herramienta que realiza una implementación de este método
- 

# El Problema

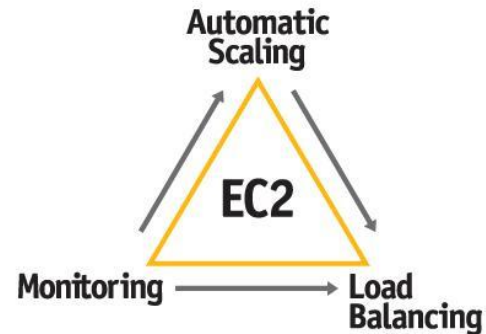
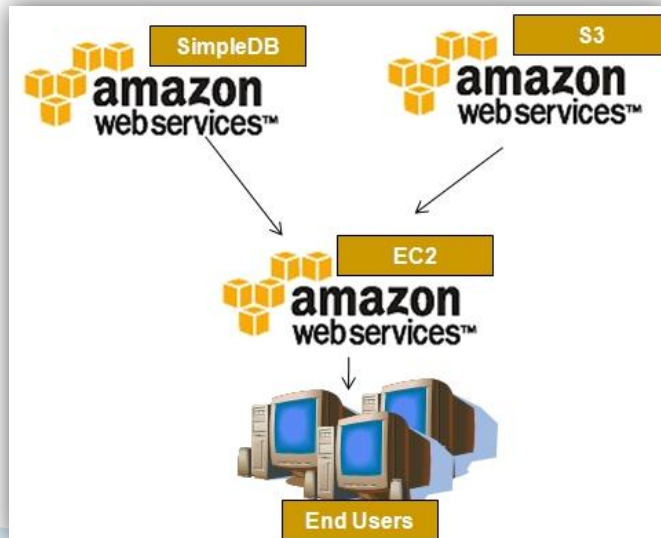
- ▶ Nuestra herramienta permite resolver simulaciones que tienen un alto nivel de complejidad, y que requieren realizar gran procesamiento y un elevado uso de recursos.
  - ▶ Este tipo de simulaciones solo pueden ser realizadas a través de súper computadores o grandes clústeres.
  - ▶ Lo que representa un costo bastante elevado para adquirirlos así como una instalación y configuración compleja.
- 

# Objetivos

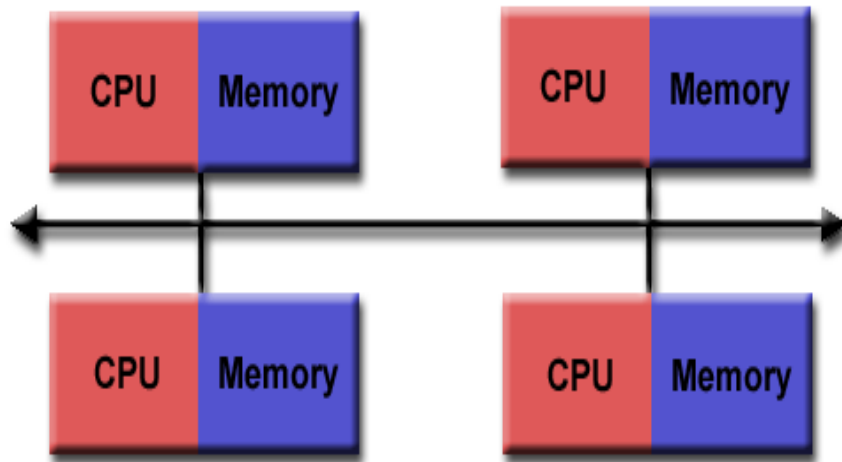
- ▶ Establecer el proyecto StarMeep con los siguientes objetivos:
  - Proveer un AMI pública que permita la administración y creación de clústeres computacionales para simulaciones FDTD aplicando procesamiento distribuido.
  - Integrar una herramienta que ofrezca un monitoreo de recursos utilizados por los clústeres.
  - Implementar una interfaz Web para la administración del AMI

# Amazon Web Services

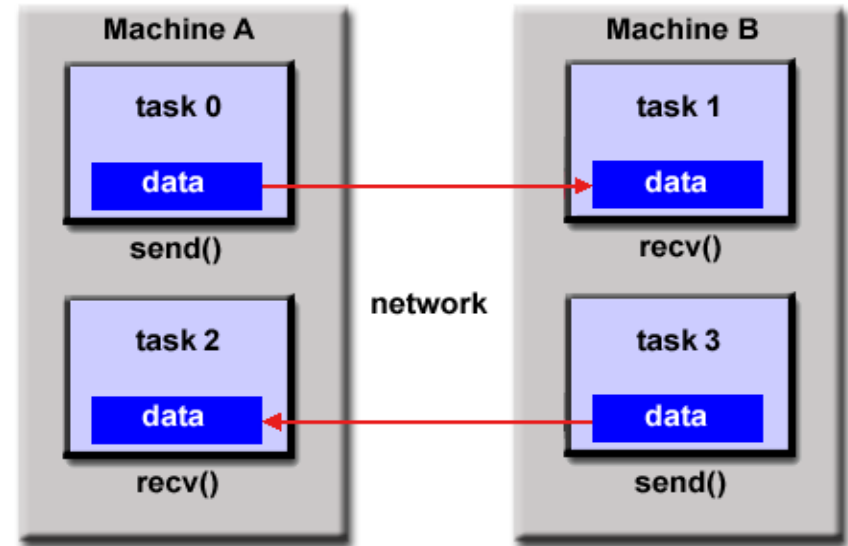
- ▶ Tecnología que permite ofrecer servicios informáticos a través del Internet.
- ▶ Abstracción de la Infraestructura, pagar según el consumo y escalabilidad.



# Paralelismo Aplicado

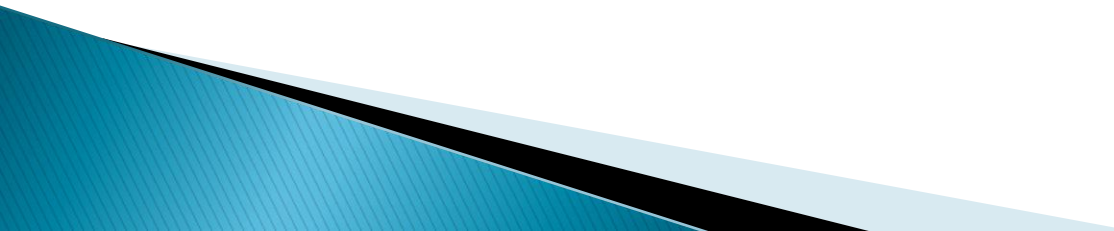


Sistema de memoria distribuida




Intefaz de Intercambio de Mensajes

# StarCluster

- ▶ Permite la creación, administración y monitoreo de clústeres computacionales en Amazon EC2
  - ▶ La configuración se la realiza fácilmente a través de un archivo.
  - ▶ Soporte para herramientas de almacenamiento como Amazon S3 y EBS
  - ▶ AMI con configuración automática de OpenMPI y NFS
- 

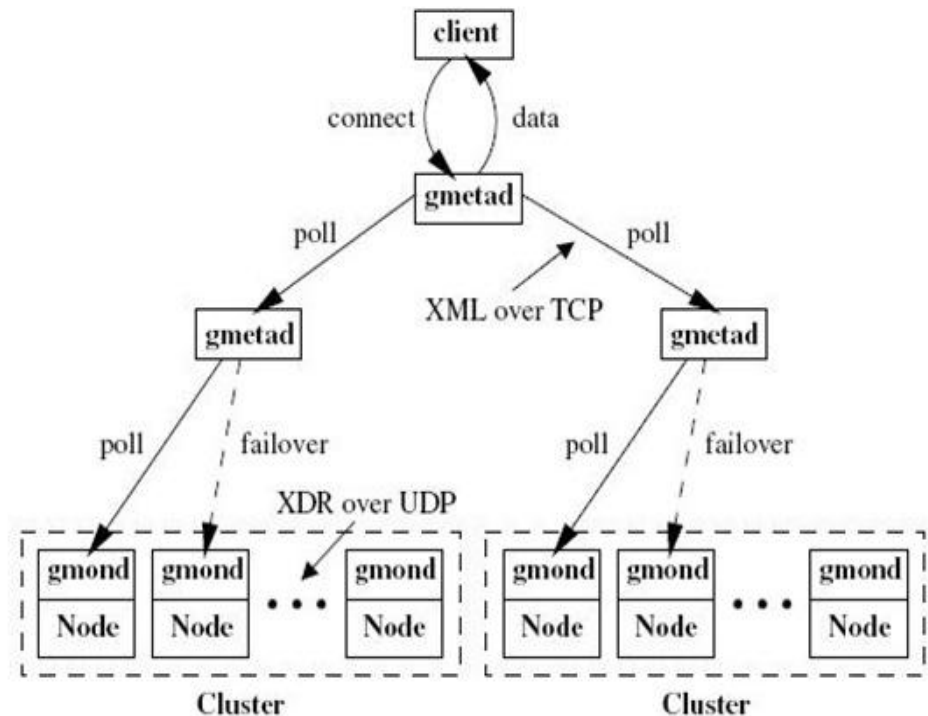


# Parallel Meep

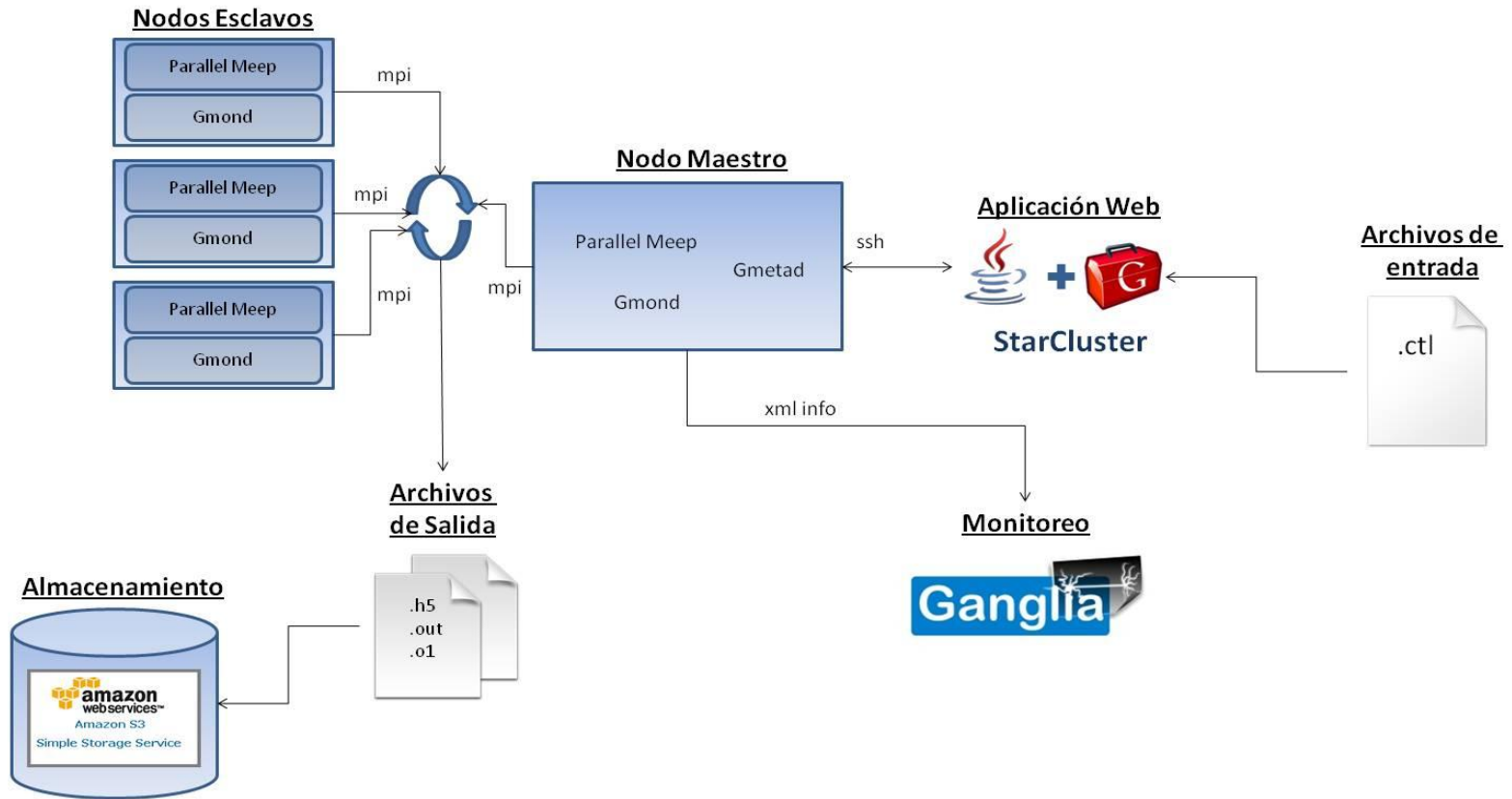
- ▶ Implementa el algoritmo de tiempo en diferencias finitas de dominio. (FDTD)
  - ▶ Divide la celda computacional de la simulación en “chunks” que son asignados entre los procesadores.
  - ▶ Realiza paralelismo con memoria distribuida, su mayor uso es en problemas muy grandes y son resueltos de manera distribuida.
- 

# Ganglia

- ▶ Es un sistema escalable y distribuido para el monitoreo de clústeres computacionales en tiempo real.
- ▶ Está basado en un esquema jerárquico de clústeres y es configurado mediante archivos XML que permite tener extensibilidad y portabilidad.



# Arquitectura



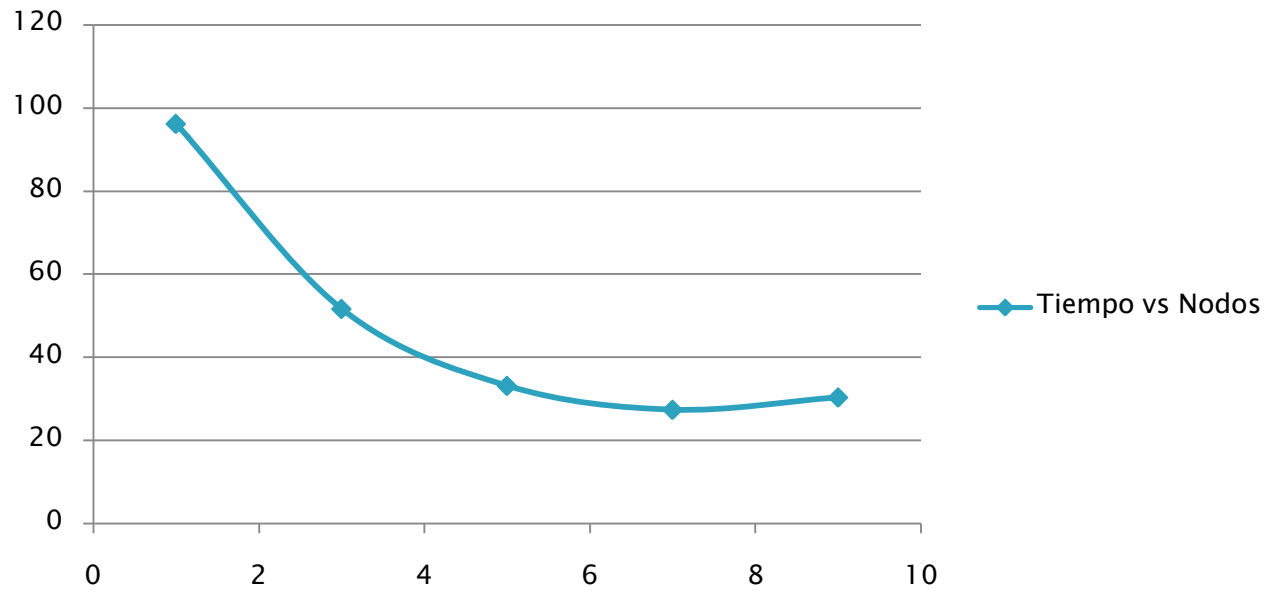
# Pruebas y Resultados

- Resonador de Anillo

Índice de Guía de Onda	3.4
Ancho de Guía de Onda (micrón)	1
Radio interior del anillo (micrón)	1
Espacio entre la Guía de Onda y la capa Pml (micrón)	4
Grosor del PML (micrón)	2
Ancho del Pulso	0,15
Frecuencia del Pulso	0,1
Resolución	40
Datos de la Estructura Geométrica de Resonador de Anillo	



# Pruebas y Resultados



**Gráfico de Nodos vs Tiempo (minutos)  
Resonancia de Anillo**

# Pruebas y Resultados

- Anillo Óptico Resonante para obtener Espectros de Transmisión

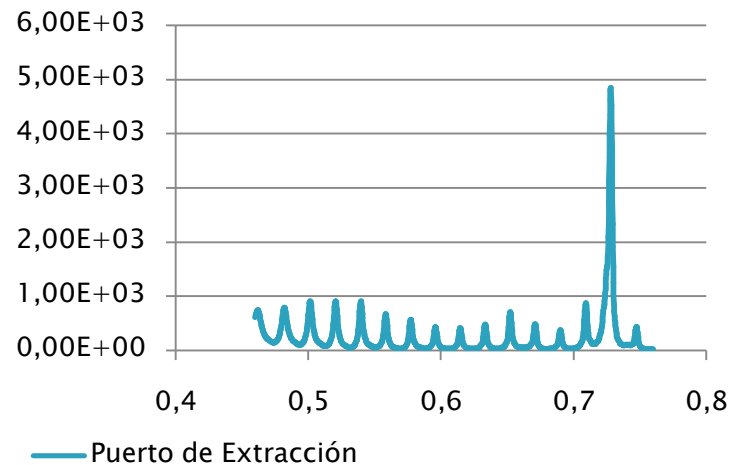
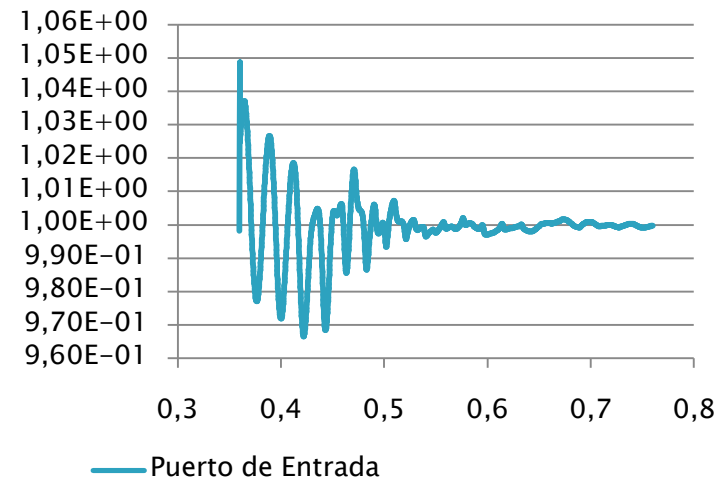
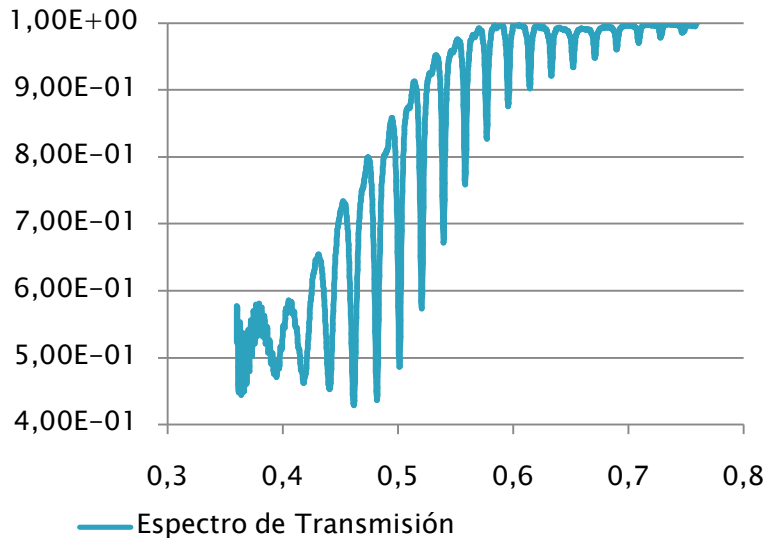
Índice de Refracción	3.03
Índice de Refracción del Sustrato	1.67
Radio interior del anillo (micrones)	2
Radio exterior del anillo (micrones)	2.5
Ancho de la Guía de Onda (micrones)	0.55
Largo de la Guía de Onda (micrones)	0.405
Espacio entre la Guías de Onda y el anillo (micrones)	0.2
Distancia del Sustrato con respecto a la guía (micrones)	0.75
Ancho del Sustrato (micrones)	0.6
Grosor del PML (micrones)	1

**Estructura Geométrica Anillo Óptico Resonador**



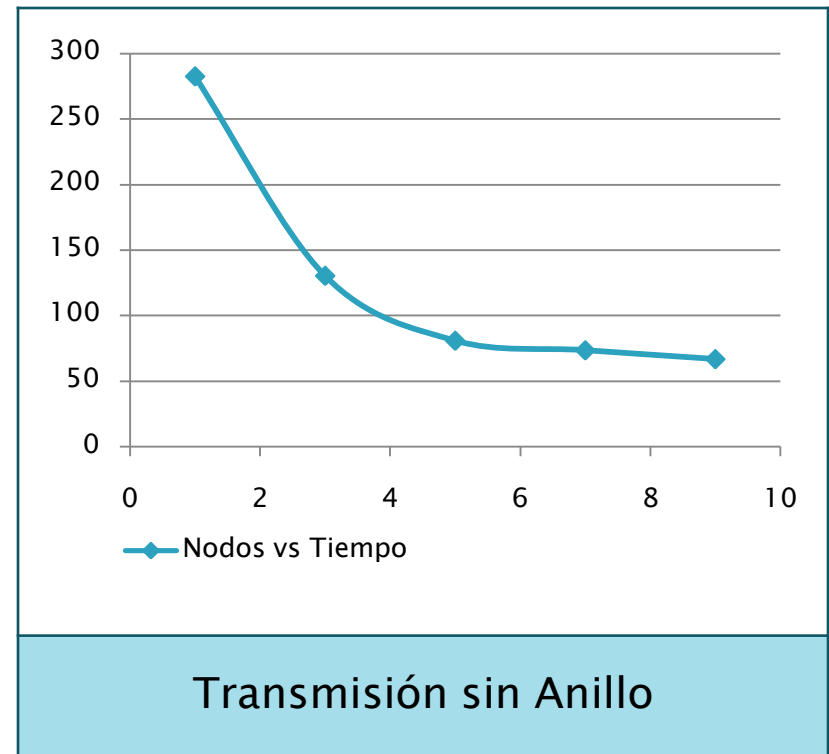
# Pruebas y Resultados

## • Frecuencia vs Espectro



# Pruebas y Resultados

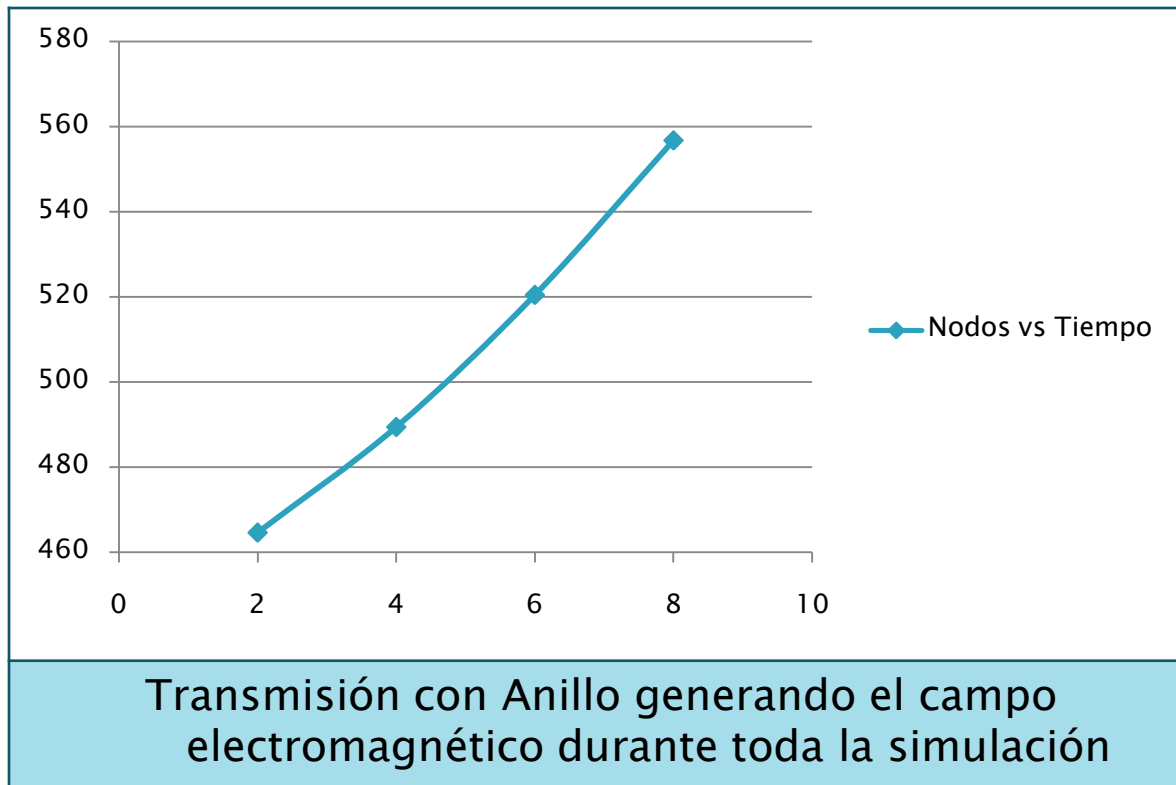
- Gráfico de Nodos vs Tiempo





# Pruebas y Resultados

- Gráfico de Nodos vs Tiempo



# Pruebas y Resultados

on time step 1 (time=0.0125), 54.5664 s/step  
on time step 7 (time=0.0875), 0.686385 s/step  
on time step 13 (time=0.1625), 0.672188 s/step  
on time step 20 (time=0.25), 0.65516 s/step  
on time step 27 (time=0.3375), 0.655888 s/step  
on time step 34 (time=0.425), 0.658867 s/step  
**on time step 40 (time=0.5), 1.42186 s/step**  
**on time step 41 (time=0.5125), 114.796 s/step**  
on time step 48 (time=0.6), 0.652713 s/step  
on time step 55 (time=0.6875), 0.65162 s/step  
on time step 61 (time=0.7625), 0.69854 s/step  
on time step 68 (time=0.85), 0.646802 s/step  
on time step 75 (time=0.9375), 0.658464 s/step  
**on time step 80 (time=1), 1.59971 s/step**  
**on time step 81 (time=1.0125), 110.083 s/step**

Salida del Problema de Transmisión con Anillo  
generando el campo electromagnético durante  
toda la simulación

# Pruebas y Resultados

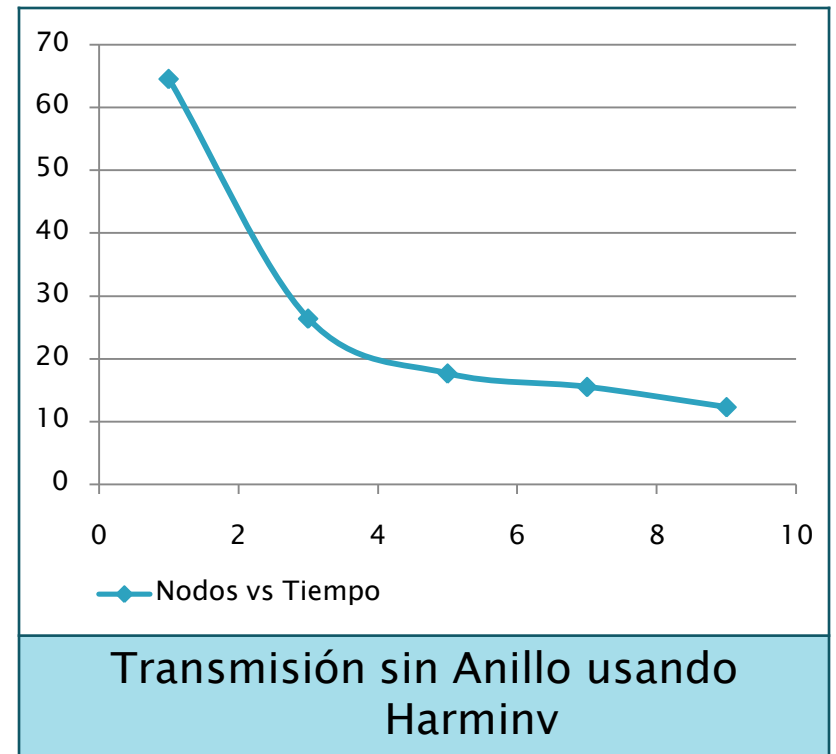
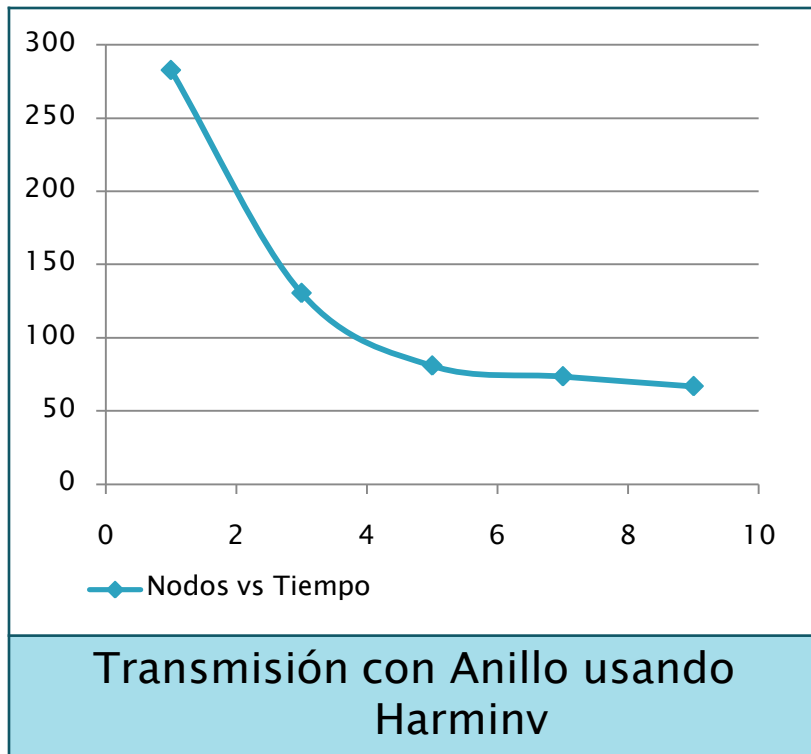
- Resonador Óptico de anillo para calcular el Factor de Calidad

	Freq, Real	Freq. Imaginaria	Q	Amp	Amplitud	Error
harminv 0:	0,462 1	1,76E-04	- 1329,1 0	0,002	-0,0095-0,0012i	2,69E-04
harminv 0:	0,493 5	-0,0016	149,42	0,049	0,017+0,04874i	3,63E-05
harminv 0:	0,506 5	-5,20E-04	490,13	0,065	-0,037-0,05496i	1,40E-05
harminv 0:	0,518 9	-0,0027	94,93	0,059	0,0519+0,01385 1i	1,15E-04
harminv 0:	0,522 5	-3,66E-04	723,34	0,134	0,06928+0,1102 5i	2,31E-05

Ejemplo de la Tabulación de los Resultados de Harminv

# Pruebas y Resultados

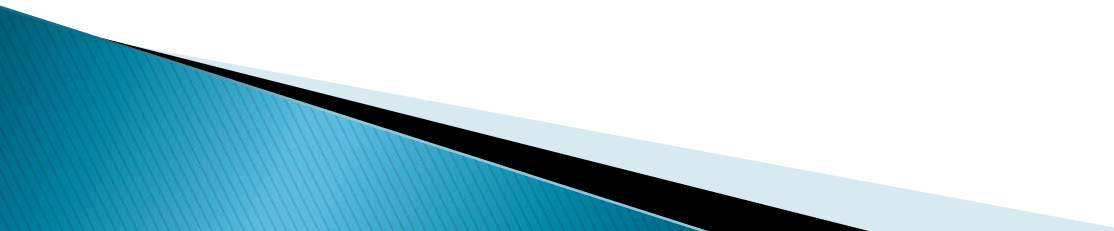
- Gráfico Nodos vs Tiempo calculando Factor de Calidad



# Demo



# Conclusiones

- ▶ Fácil administración y creación de clústeres computacionales.
  - ▶ Disponibilidad y mínimos costos para resolver problemas FDTD usando clústeres en la “nube”.
  - ▶ Resolución de múltiples problemas a la vez con diferentes parámetros.
  - ▶ Monitoreo de los recursos y usos de memoria por cada nodo.
- 

# Recomendaciones

- ▶ Análisis del rendimiento con el nuevo tipo de imagen de Amazon “High Performance Computing”.
  - ▶ Estudio e implementación con la librería HDF5 compilada desde el código fuente y dependencias para mejorar los tiempos de escritura.
  - ▶ Integración con herramientas como Octave para el post-processing de los archivos generados.
- 