



Interacción Multilateral vía Internet II con Robots Cooperativos

CENIIA - U. de G.

DEPFI – UNAM

Sección Mecatrónica - CINVESTAV



Autores



CINVESTAV

Sección de Mecatrónica

Responsables

- V. Parra Vega
- F.J. Ruiz Sánchez

Asistentes

- MC H. I. Torres
- MC E. Dean
- MC J. A. Méndez
- MC L. G. García



UNAM
DEPFI

Responsable

- M.A. Arteaga Pérez

Asistentes

- MC J. C. Rojas



U de G
CENIIA

Responsables

- V.M. Larios Rosillo
- M.E. Meda Campaña

Asistentes

- LSI M.E. Zavala
- LSI M.P. Martínez
- Ing S. Ramírez



Contenido



1. Introducción
2. Descripción del proyecto
3. Integración final de Sistemas desarrollados
4. Primeros resultados
5. Comentarios finales





1. Introducción

- Proyecto:

Interacción Multilateral vía Internet II con Robots Cooperativos

Desarrollo de Aplicaciones Avanzadas sobre Internet 2
CONACyT-CUDI 2003

- Objetivo general:

Realizar tareas cooperativas de contacto con un sistema de robots manipuladores teleoperados desde dos estaciones remotas vía I2.





REUNIÓN DE PRIMAVERA
28 al 30 de abril
Manzanillo, Colima

1. Introducción

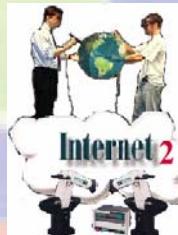


Metas específicas (investigación)

- Construcción de la plataforma experimental.
- Implementación algoritmos avanzados de control.
- Teleoperación de robots cooperativos.
- Aplicación de interfaces Hapticas.
- Display predictivo virtual aumentado interactivo.
- Administración Inteligente de redes.

Metas específicas (Académicas)

- *Formación de recursos humanos.*
- *Desarrollo de Infraestructura.*
- *Difusión del conocimiento.*





1. Introducción



Repercusiones inmediatas

- Integra equipos de investigación y logra la fusión de especialidades

3 Instituciones, 5 Investigadores, 9 Asistentes de investigación



CINVESTAV
Robots
cooperativos.
Interfaces
Hápticas.
Sistemas
Inteligentes



UNAM

Robots cooperativos.
Retroalimentación de
fuerza.



UdG

Realidad virtual
distribuida.
Interfaces Homb.-
Máquina.
Sistemas de Inmersión.





REUNIÓN DE PRIMAVERA
CUDI 2004
28 al 30 de abril
Manzanillo, Colima



1. Introducción

Estudia las propiedades de Internet II

- Ancho de banda
- Retardos
- Calidad de Servicio

Enfrenta un problemas científicos y tecnológicos abiertos

- Teleoperación en lazo cerrado.
- Esquema cooperativo: Interacción multilateral y control de concurrencia.
- Sistemas en contacto: Control Fuerza-Posición.
- Sistemas de inmersión: Interfaz háptica, ambiente virtual con visión estereoscópica 3D.
- Internet2 y control de Calidad de Servicio.



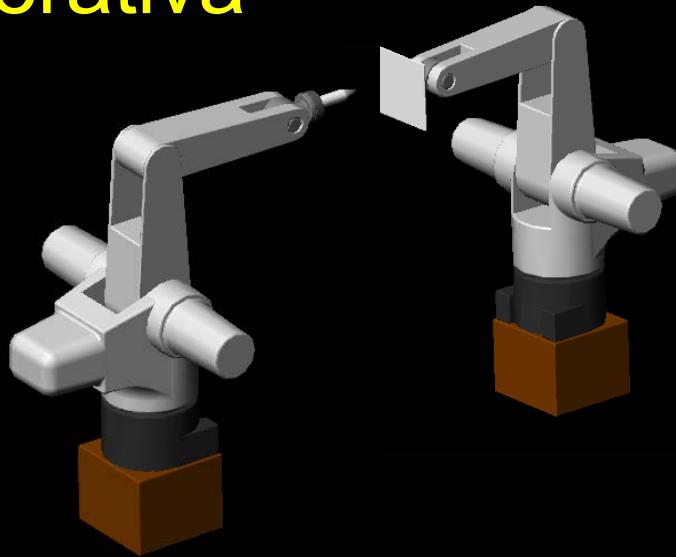


REUNIÓN DE PRIMAVERA
cudi 2004
28 al 30 de abril
Manzanillo, Colima

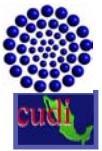
2. Presentación del proyecto



Acción Cooperativa



- Control por retroalimentación de fuerza
- Tarea específica: Escribir en una pizarra

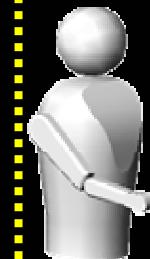
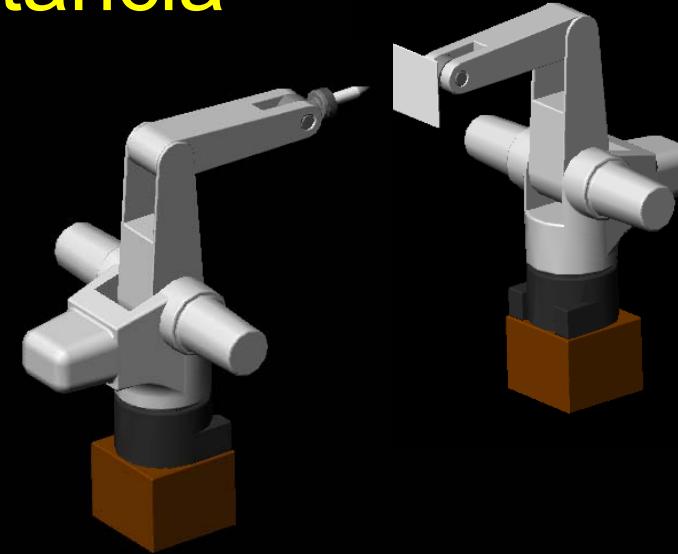


REUNIÓN DE PRIMAVERA
CUDI 2004
28 al 30 de abril
Manzanillo, Colima

2. Presentación del proyecto



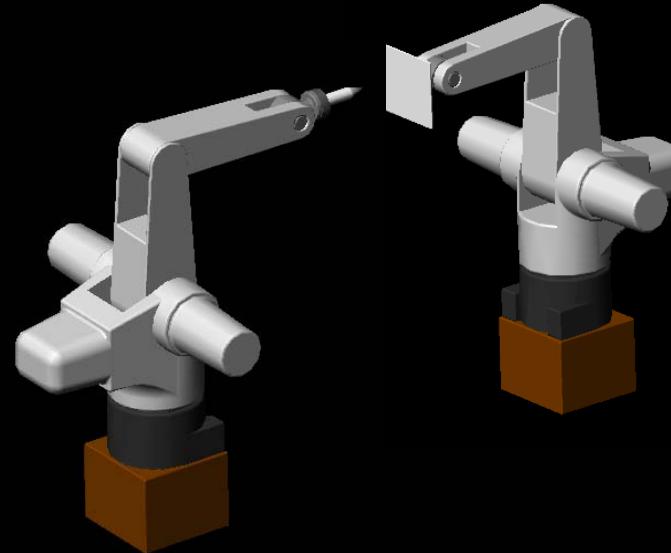
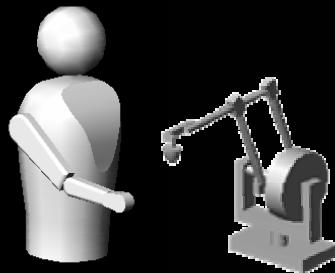
Control a distancia



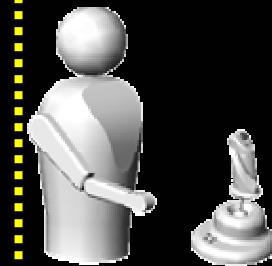
2. Presentación del proyecto

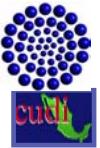


Interfaz háptica
Phantom

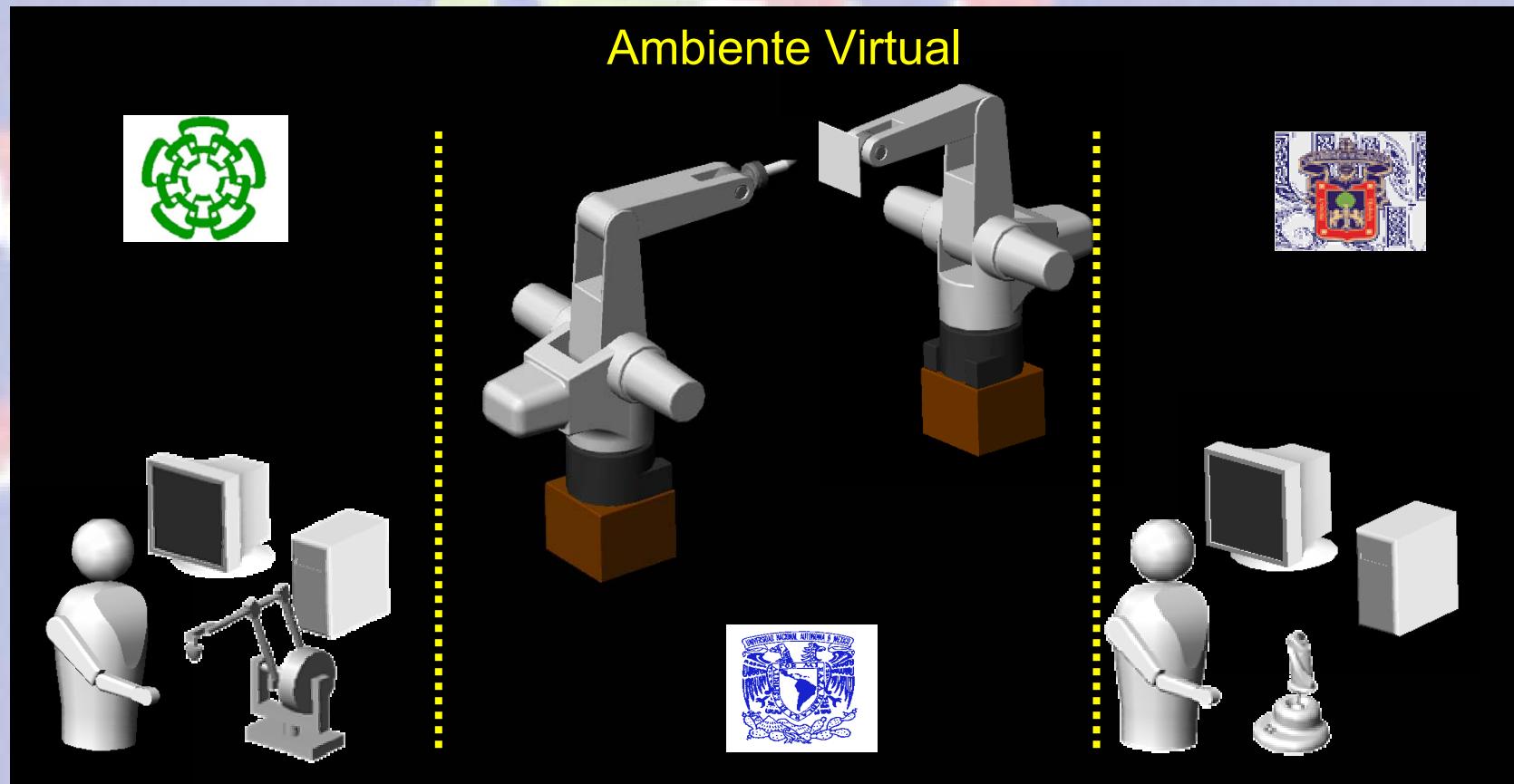


Interfaz háptica
Joystick



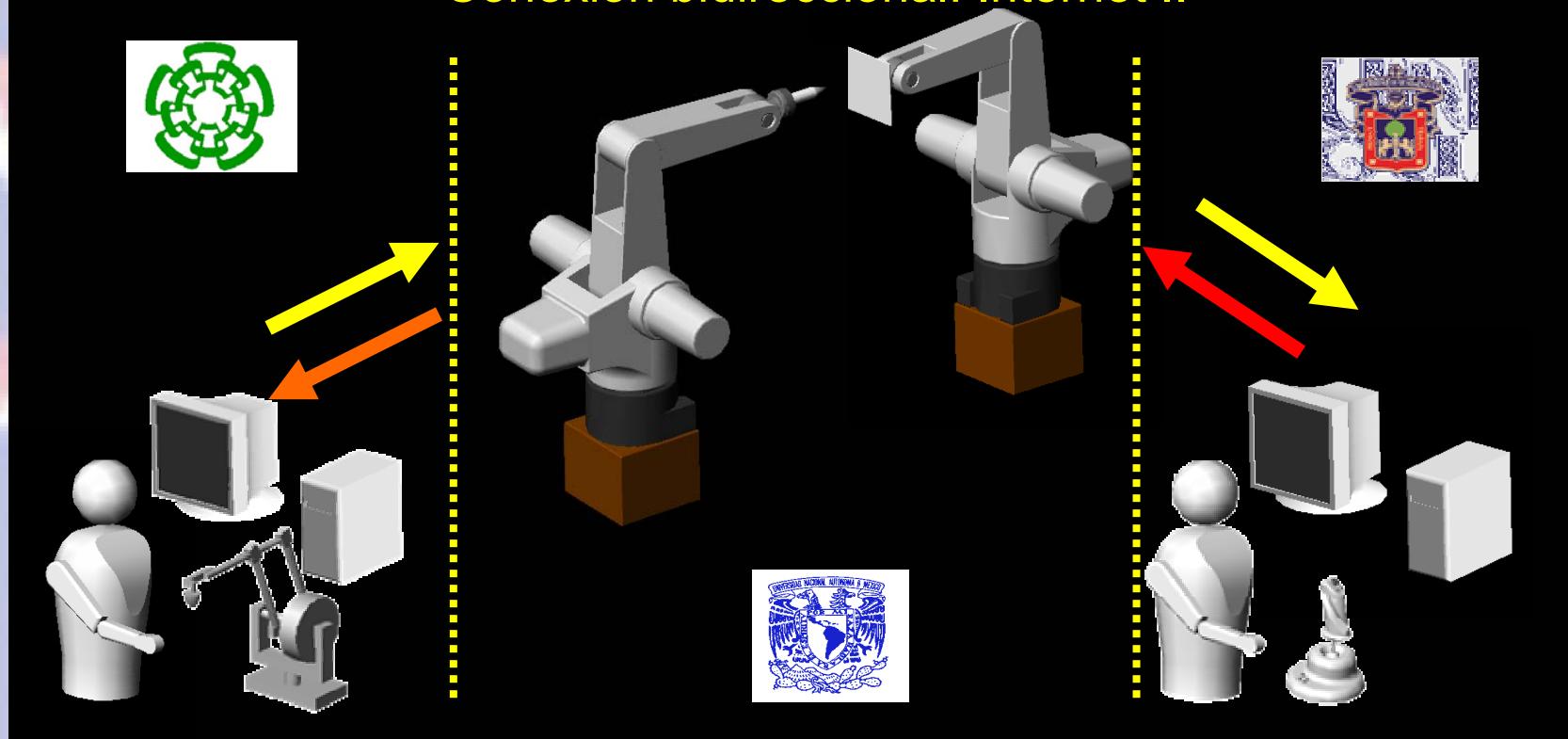


2. Descripción del proyecto



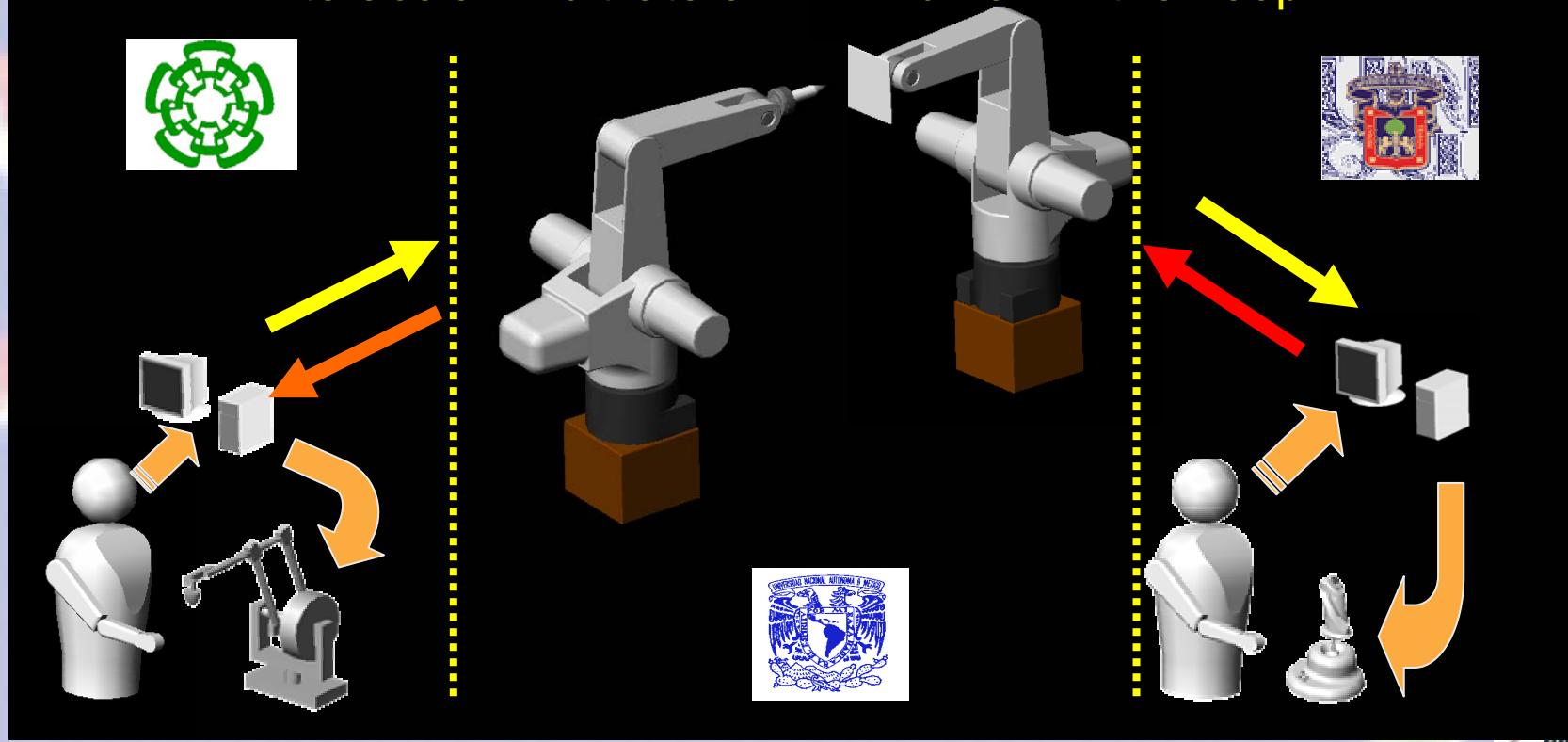
2. Descripción del proyecto

Conexión bidireccional: Internet II



2. Descripción del proyecto

Interacción multilateral HIL: Human in the Loop





2. Descripción del proyecto

Requerimientos de red:

- Comunicación y conexión permanente multipunto en línea
- Retardo acotado de pequeña magnitud apropiados para la validez de leyes de control continuas.
- Retroalimentación continua multilateral de las fuerzas de contacto entre los operadores y los robots cooperativos.
- Gran ancho de banda
 - Efectiva estimulación bilateral de fuerza.
 - Canales diferenciados para jerarquizar las variables de control, de sensado, de monitoreo/supervisión de la tarea.
 - Canal de video y audio (comunicación entre operadores).
- Baja latencia y control de calidad de servicio por software para la estimulación visual compatibles con la estimulación kinestética.
- Redes locales: No deben introducir latencia adicional





REUNIÓN DE PRIMAVERA
CUDI 2004
28 al 30 de abril
Manzanillo, Colima

3. Sistemas desarrollados



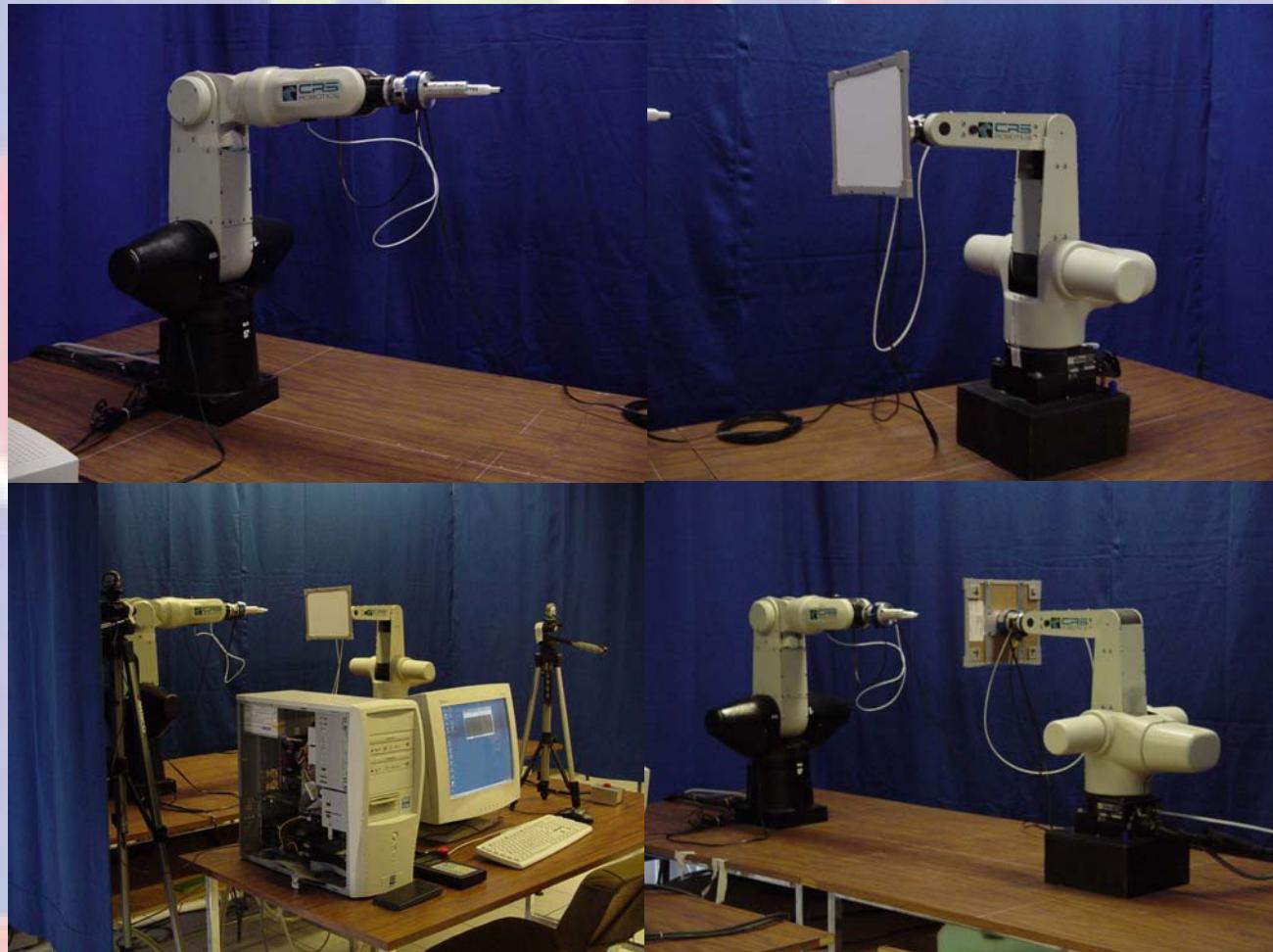
Durante la realización de este proyecto se desarrollaron:

1. Plataforma experimental robots cooperativos en la UNAM.
2. Estación de tele-presencia Cinvestav.
3. Estación de tele-operación UdG.
4. Sistema de visión sintética dinámico.
 - *Display* predictivo.
 - CAD del laboratorio de la UNAM.
 - Modelado y simulación, cinemática y dinámica, de los robots de la estación remota.



3. Sistemas desarrollados

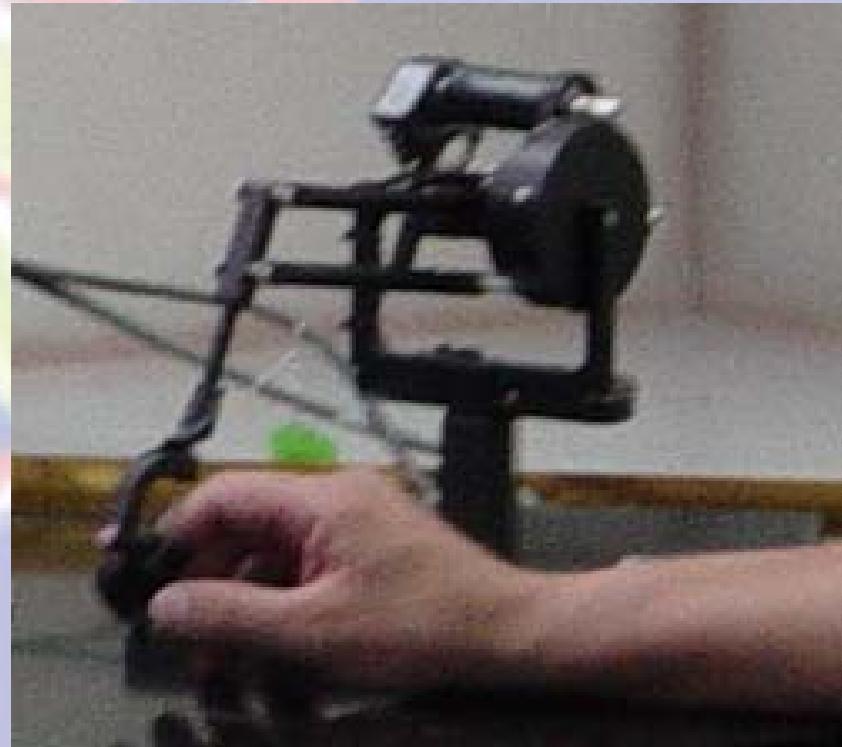
1. Plataforma experimental robots cooperativos UNAM



3. Sistemas desarrollados

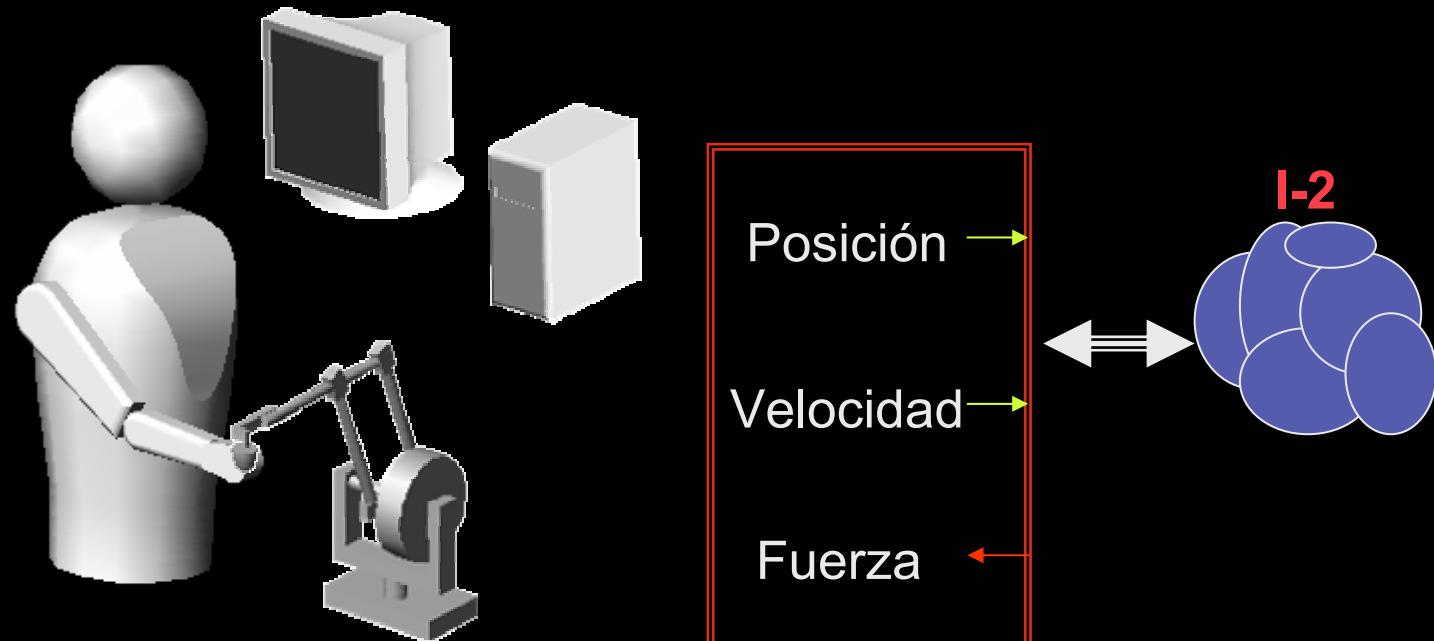
2. Estación de tele-presencia CINVESTAV.

- Un robot maestro háptico PHANToM™ de tres gdl.
- Comunicación bidireccional usuario- PHANToM
 - Adquisición de coordenadas de posición de PHANToM.
 - Generación de las trayectorias deseadas de movimiento del robot.
- Escritura de componentes de fuerza
 - Obtención del conocimiento por parte del usuario, de las fuerzas de interacción a las que se encuentra sometido el robot.
- Servo via Linux.
- Display predictivo



3. Sistemas desarrollados

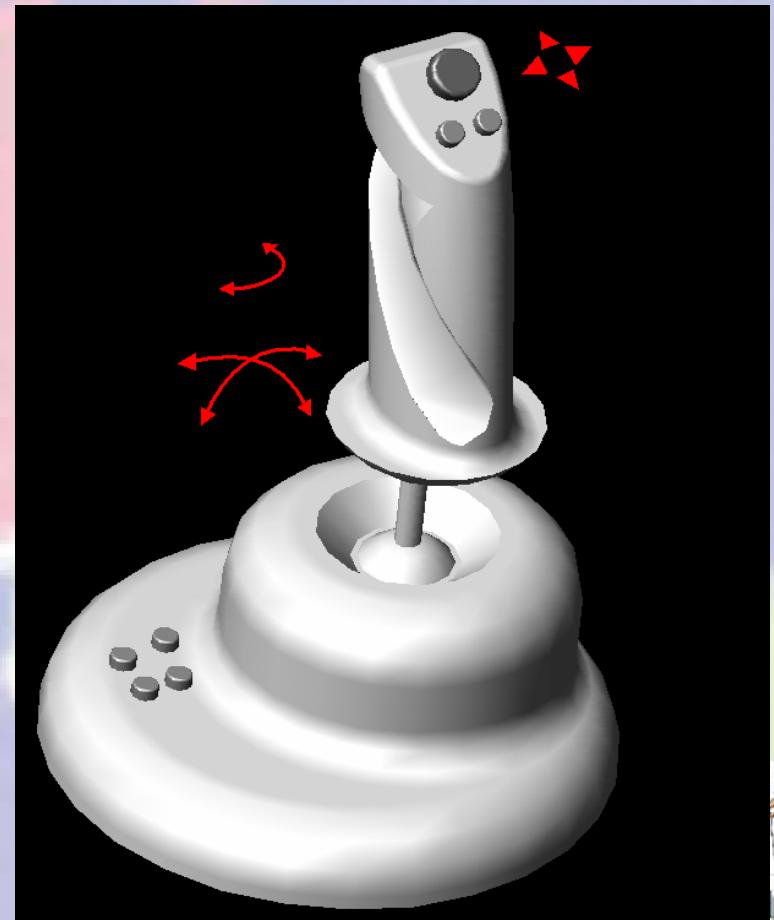
Funcionamiento: Comunicación bidireccional usuario- PHANToM

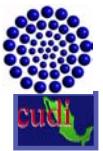


3. Sistemas desarrollados

3. Estación de teleoperación UdG

- Un joystick reactivo *Microsoft sidewinder 3 gdl.*
 - Adquisición de coordenadas de posición del Joystick.
 - Generación de las trayectorias deseadas de movimiento del robot.
- Escritura de componentes de fuerza
 - Obtención del conocimiento por parte del usuario, de las fuerzas de interacción a las que se encuentra sometido el robot.
- Empleo de Direct Input y JNI.
- Lentes estereoscopios.
- Display predictivo.





REUNIÓN DE PRIMAVERA
CUDI 2004
28 al 30 de abril
Manzanillo, Colima

3. Sistemas desarrollados



Estación de teleoperación UdG



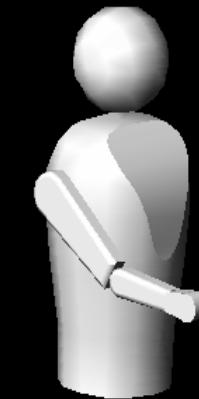
C++
DirectInput

Adquisición
de datos
(posición).

Escritura de
datos
(fuerza).

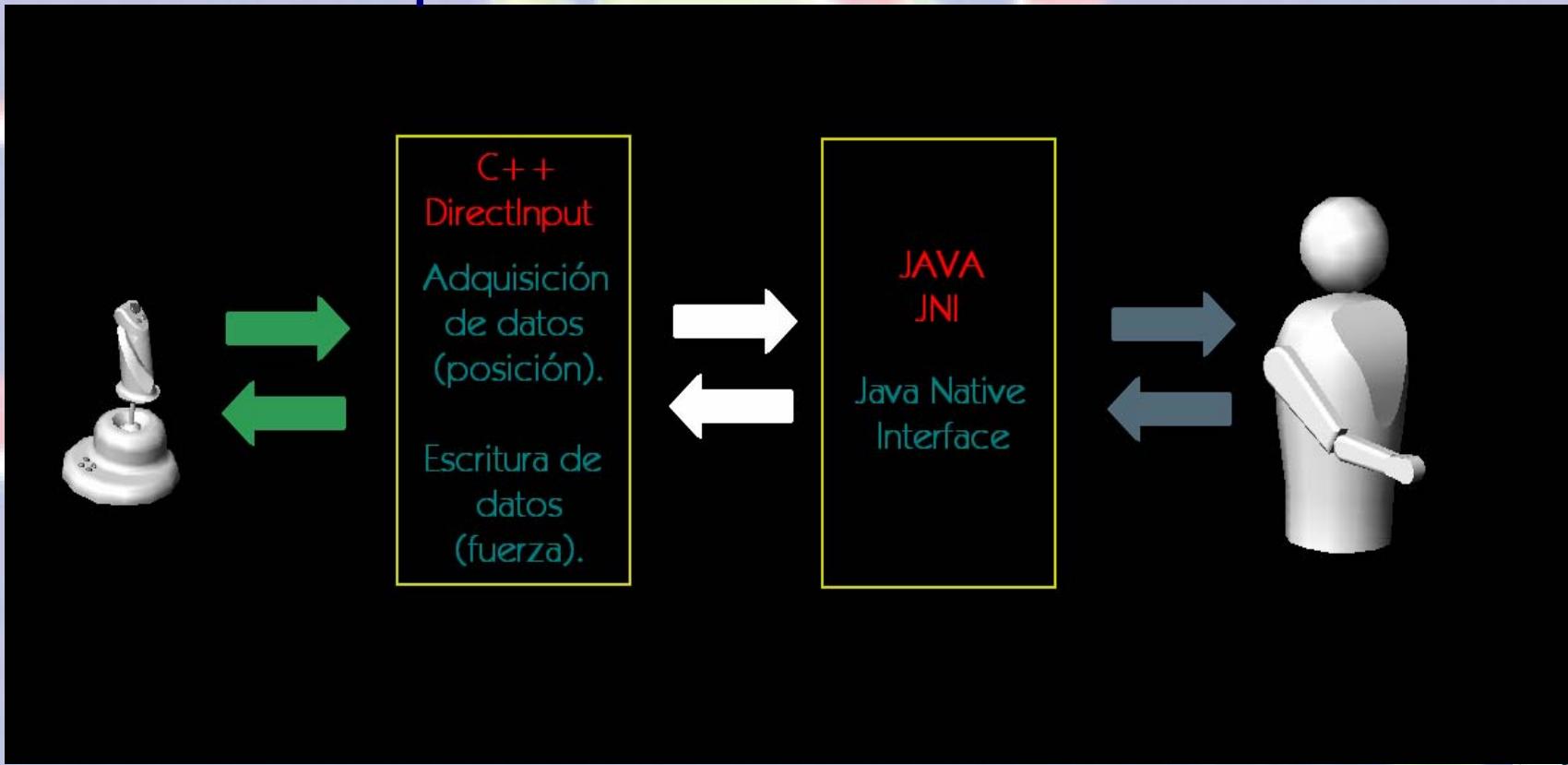
JAVA
JNI

Java Native
Interface



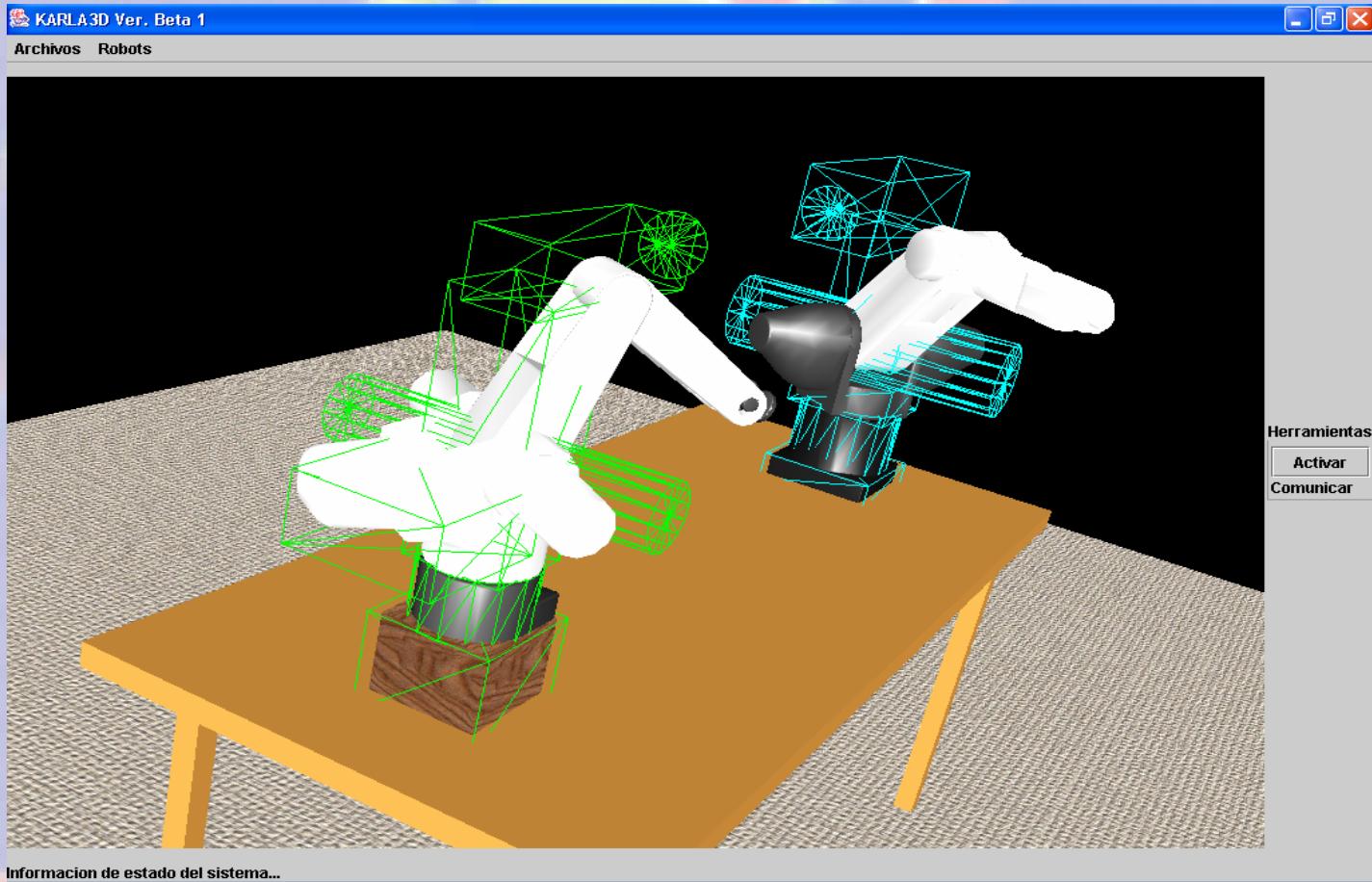
3. Sistemas desarrollados

Estación de teleoperación UdG



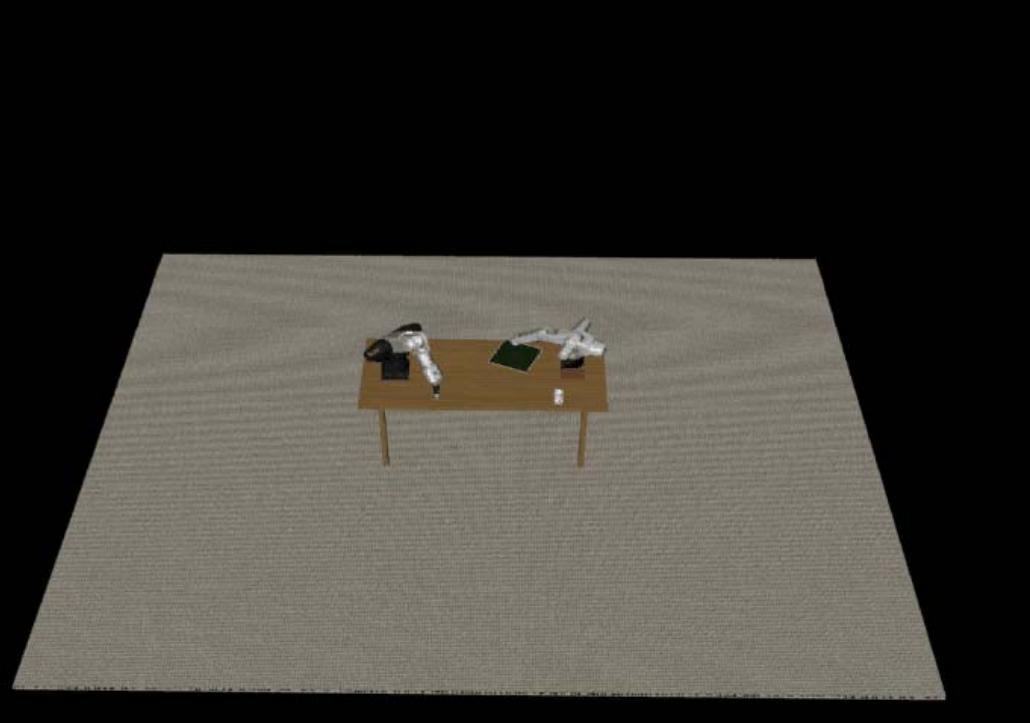
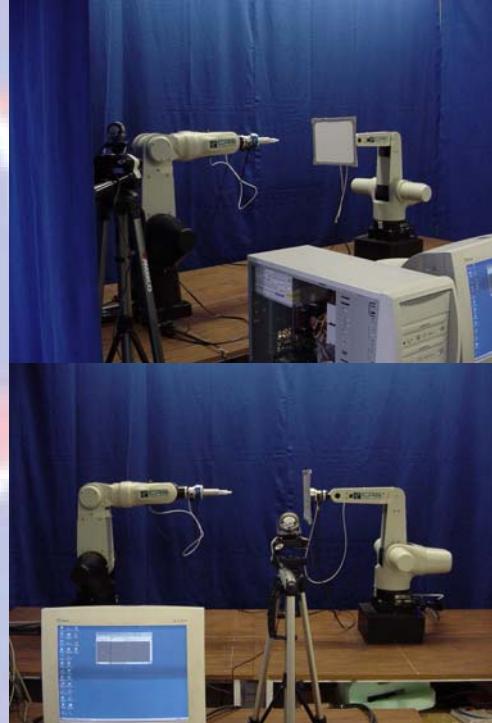
3. Sistemas desarrollados

4. Sistema de visión sintética dinámico trilateral (Display predictivo).



3. Sistemas desarrollados

4. Sistema de visión sintética dinámico trilateral (Display predictivo).



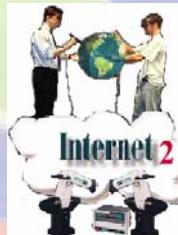


3. Sistemas desarrollados



Plataforma computacional I-2

1. Comunicación y conexión permanente multipunto (esquema peer to peer) con administración asíncrona.
2. Canales diferenciados para jerarquizar las variables de control, de sensado, de monitoreo/supervisión de la tarea.
3. Webcam y software (desarrollado en UdG) de videoconferencia para supervisión en línea sobre internet2.
4. El sistema soporta otros usuarios en modo observador del display predictivo (observadores pasivos).

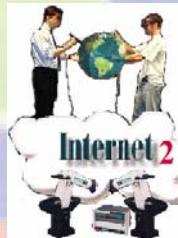




3. Sistemas desarrollados



- Sistema de videoconferencia para supervisión entre estaciones.





3. Sistemas desarrollados



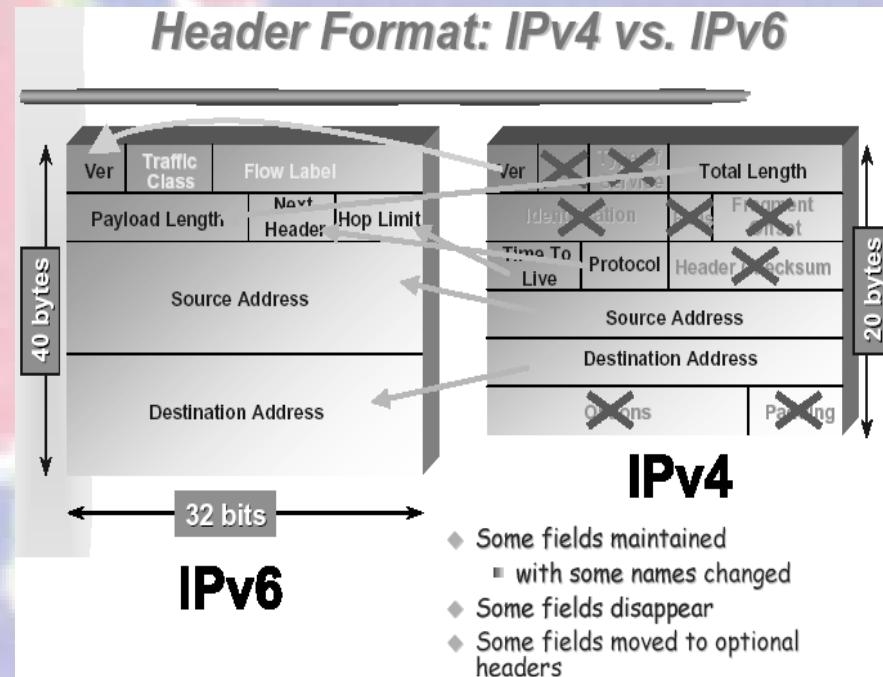
5. Soporte operativo de IPV4 a IPV6 (flexibilidad)
6. Monitoreo del trafico multi usuario
7. QoS
8. Análisis de trafico y latencia
9. Síntesis de la topología y manejo de conflictos con Redes de Petri y DES



3. Sistemas desarrollados

Soporte IPv6 sobre IPv4

- Simplificación del protocolo, para agilizar procesamiento de paquetes.
- Mayor atención al tipo de servicio, especialmente a los datos de tiempo real.
- Tráfico de tiempo real
 - Tasa de envío constante
 - Permite a los enrutadores tener un mejor control de los paquetes de audio y vídeo en caso de congestión.



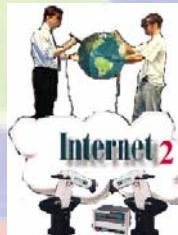


4. Primeros resultados



Servo control

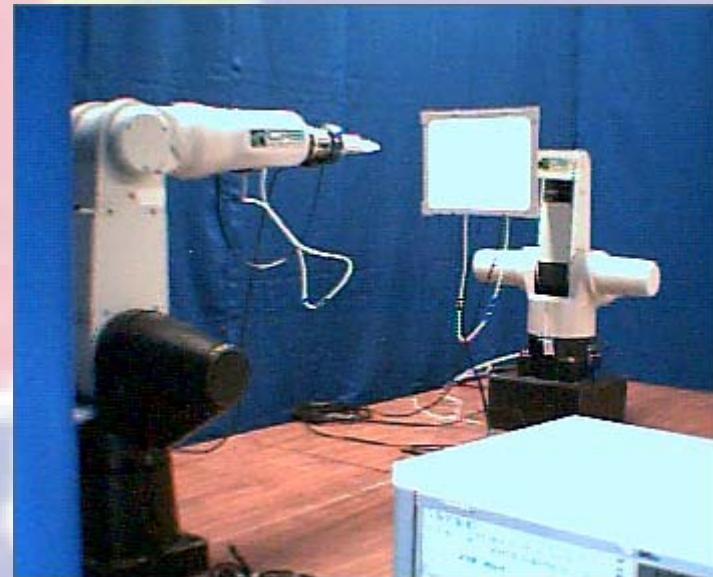
- ✓ Control simultáneo de fuerza y posición sin modelo, basado en pasividad y el principio de ortogonalización
- ✓ Acoplamiento kinestético trilateral
- ✓ Pasivación del sistema de lazo cerrado
- ✓ 7 modos de operación control supervisorio
- ✓ Latencia de 8 ms
- ✓ Interface Haptica
 - Método de penalization
 - Lagrangiano restringido

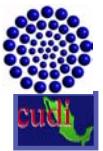




REUNIÓN DE PRIMAVERA
CUDI 2004
28 al 30 de abril
Manzanillo, Colima

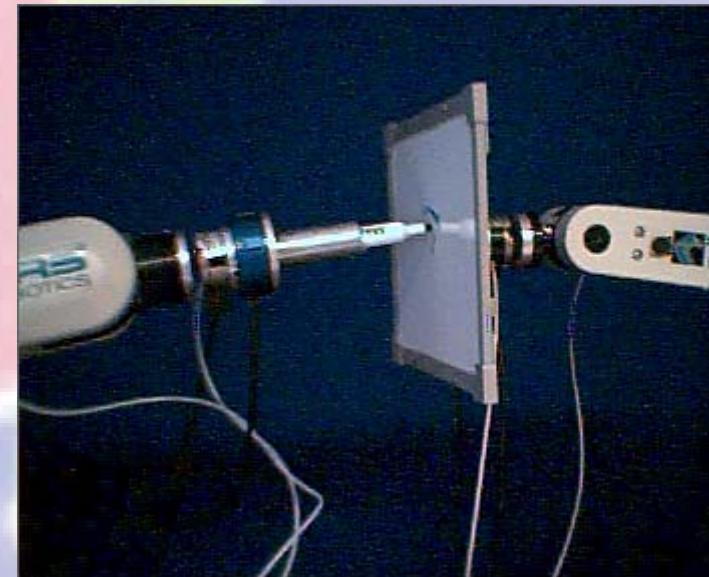
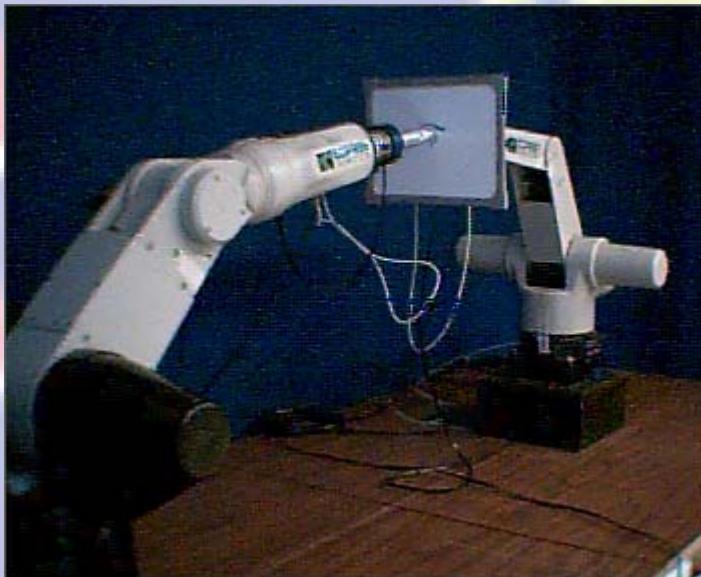
4. Primeros resultados





REUNIÓN DE PRIMAVERA
CUDI 2004
28 al 30 de abril
Manzanillo, Colima

4. Primeros resultados





4. Primeros resultados



Administración inteligente de la red

- ✓ Protocolo RTP para tiempo real
- ✓ Gestión de los recursos del sistema
- ✓ Control de Calidad de Servicio
- ✓ Módulo de Seguridad
- ✓ Análisis de tráfico y latencia





4. Primeros resultados



1. La tarea se realizó local y exitosamente

2. Participación de recursos humanos:

- 5 tesis de doctorado y 4 de maestría

3. Desarrollo de Infraestructura:

- Una estación distribuida de cooperación robótica.

4. Difusión del conocimiento (preparación):

- Al menos 4 conferencias de prestigio internacional
- Al menos 2 artículos en revista de prestigio.

5. Clases y seminarios:

- 4 seminarios de investigación.

6. Material impreso, electrónico y audiovisual:

- Página web, videos, fotos, presentaciones





5. Comentarios finales



- Todos los módulos están validados para realizar las pruebas finales vía Internet2
- Dificultades normales al inicio para la integración del equipo multidisciplinario
- Expedita administración de recursos de CUDI
- Apoyo telefónico e email eficiente de CUDI
- Eficiente manejo por parte de cada Institución participante
- Problemas institucionales con la conectividad



Informes

Dr. Vicente Parra Vega

Profesor Titular - Jefe Sección Mecatrónica
 Departamento de Ingeniería Eléctrica, INVESTAV
 Av. IPN 2508, 07300
 San Pedro Zacatenco
 México D.F., México
 Tel. 01 (55) 5747 3788 Fax. 01 (55) 5747 3866

Dr. Marco Arteaga Pérez

Profesor Titular Sección Eléctrica – DEPFI
 Facultad de Ingeniería UNAM
 Coyoacán, C. P. 04510
 Ap. Postal 70-256
 México, D. F. México
 Tel. 01 (55) 5622 3013 Fax. 01 (55) 5616 1073

Dra. María Elena Meda Campaña

Profesor Titular , Departamento de Sistemas de Información CUCEA
 Universidad de Guadalajara
 Mod. L-308 Periférico Nte. 799, Los Belenes 45100
 Zapopan, Jalisco
 Tel. 01 (33) 3770 3352 Fax. 01 (33) 3770 3352

Dr. José Francisco Ruiz Sanchez

Profesor Titular - Sección Mecatrónica
 Departamento de Ingeniería Eléctrica CINVESTAV
 Av. IPN 2508, 07300
 San Pedro Zacatenco
 México D.F., México
 Tel. 01 (55) 5747 3788 Fax. 01 (55) 5747 3866

Dr. Víctor M. Larios Rosillo

Profesor Titular - Director del CIIIA
 Departamento de Sistemas de Información CUCEA
 Universidad de Guadalajara
 Mod. L-308 Periférico Nte. 799, Los Belenes 45100 Zapopan
 Jalisco
 Tel. 01 (33) 3770 3352 Fax. 01 (33) 3770 3352

Emmanuel Dean Doctorante Mecatrónica Cinvestav

Hassan Ismael Torres Doctorante Mecatrónica Cinvestav

Jorge Méndez Doctorante Mecatrónica Cinvestav

Martha Patricia Martínez Vargas Maestrante MTI CUCEA
 UdeG

Martha Elena Zavala Maestrante MTI CUCEA UdeG

