

Interacción Multilateral vía Internet II con Robots Cooperativos

CENIIA - U. de G.

DEPFI – UNAM

Mecatrónica-CINVESTAV

Participantes



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

- Descripción del proyecto
- Requerimientos de red
- Sistemas desarrollados
- Resultados
- Comentarios finales



1. Descripción

- Proyecto:

Interacción Multilateral vía Internet II con Robots Cooperativos

Desarrollo de Aplicaciones Avanzadas sobre Internet 2
CONACyT-CUDI 2003

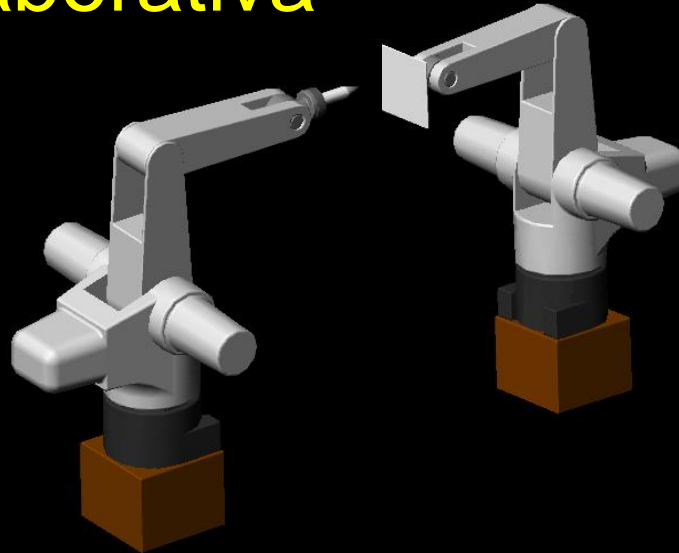
- Objetivo general:

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



1. Descripción

Acción Colaborativa

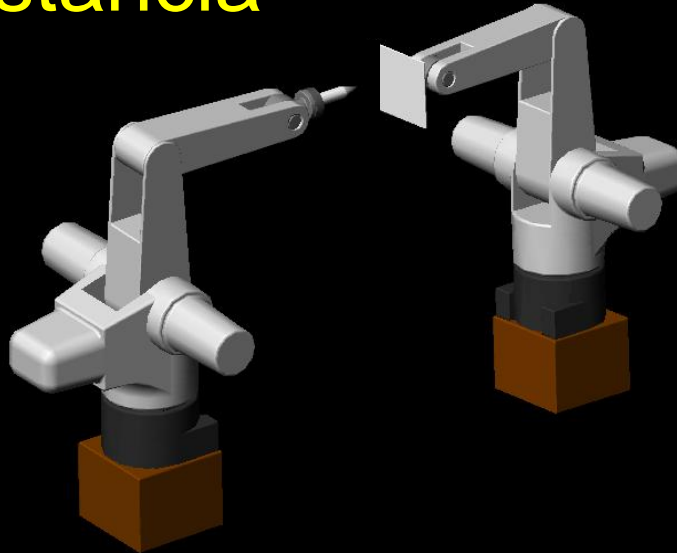


- Control por retroalimentación de fuerza
- Tarea específica: Escribir en una pizarra



1. Descripción

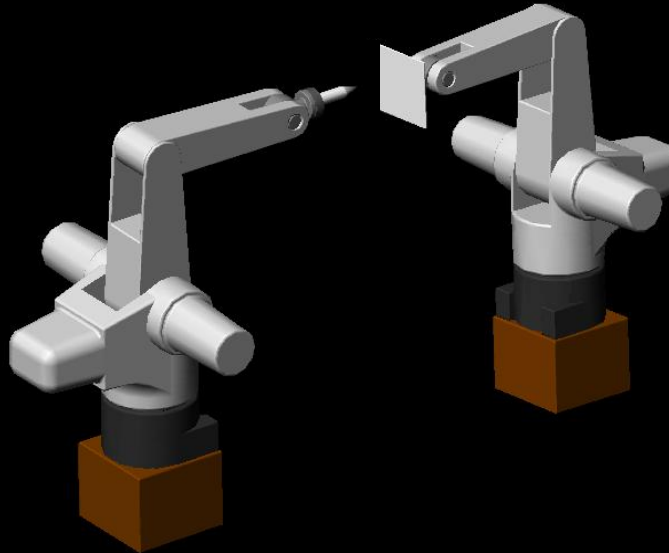
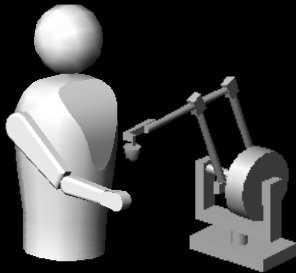
Control a distancia



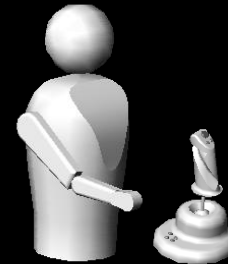
1. Descripción



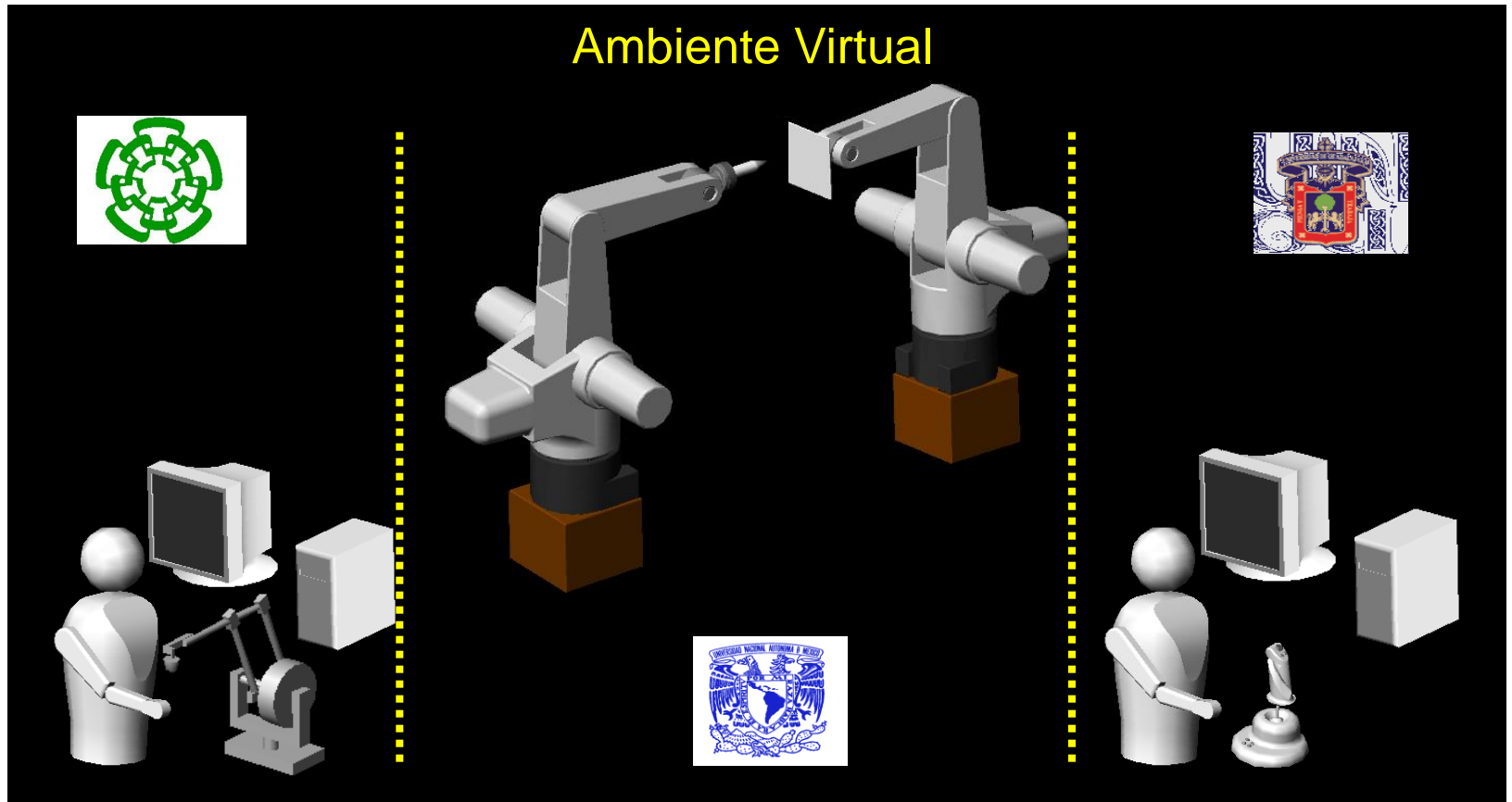
Interfaz háptica
Phantom



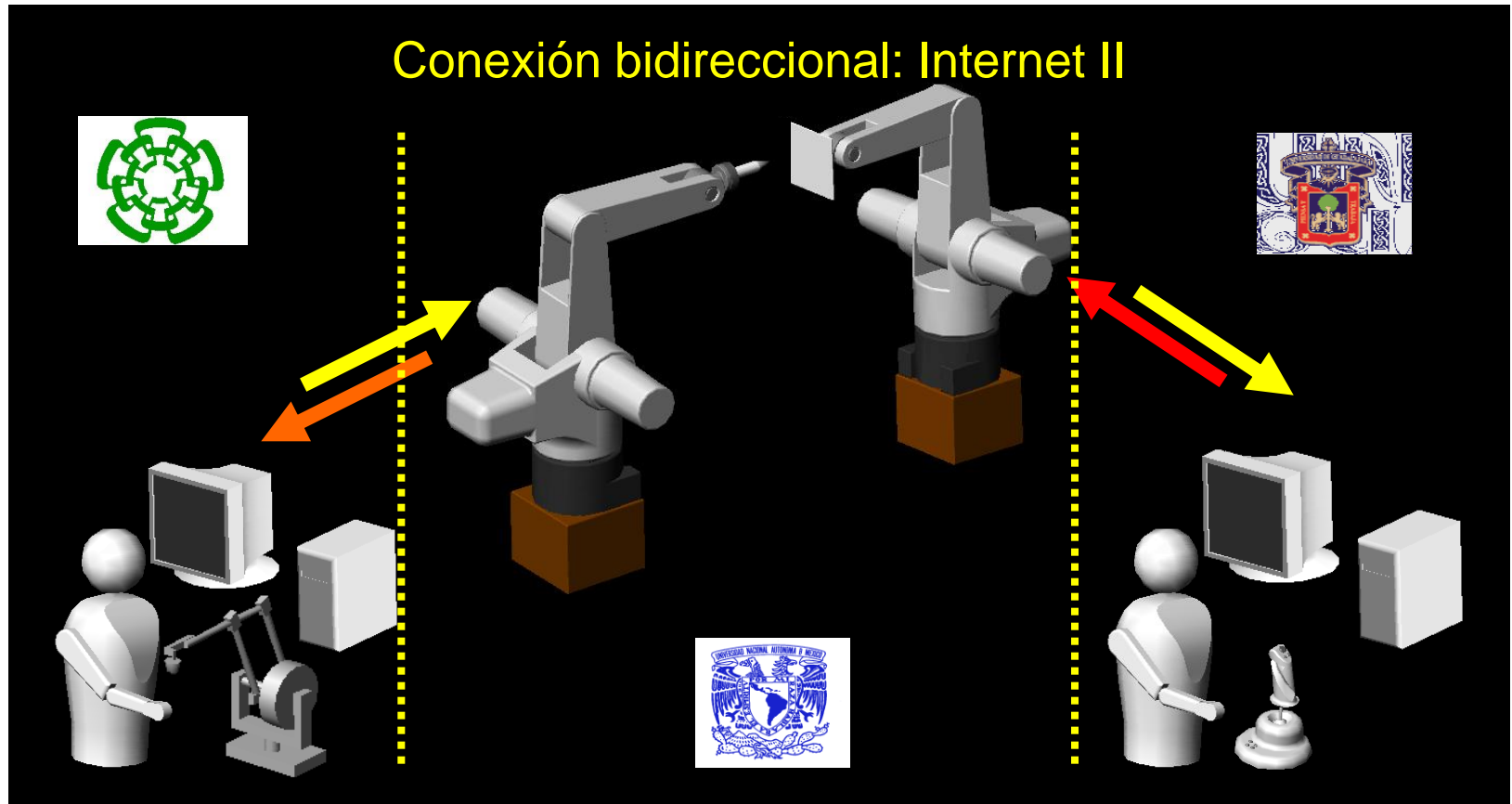
Interfaz háptica
Joystick



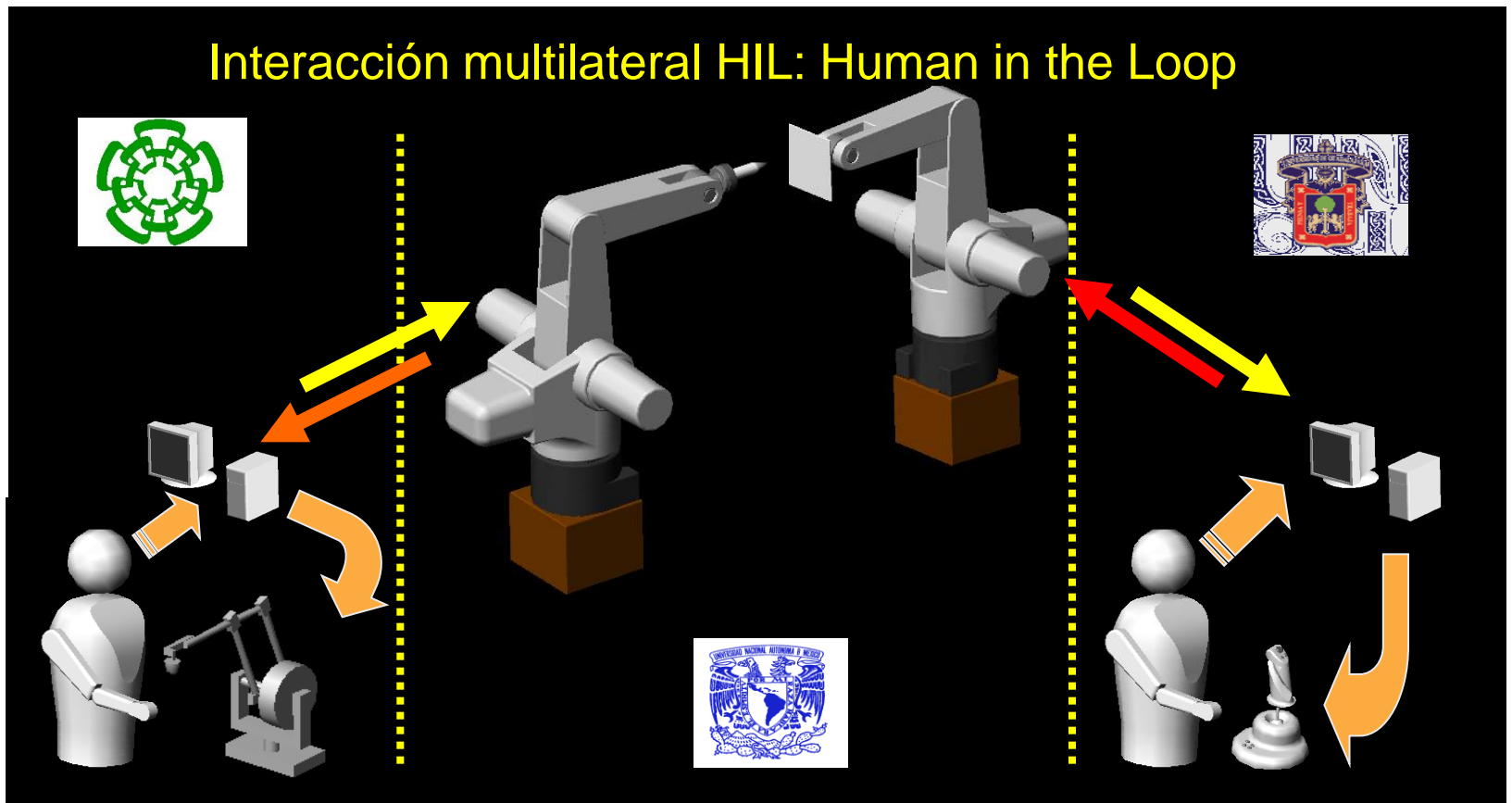
1. Descripción



1. Descripción



1. Descripción



2. Requerimientos de red

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



3. Sistemas desarrollados

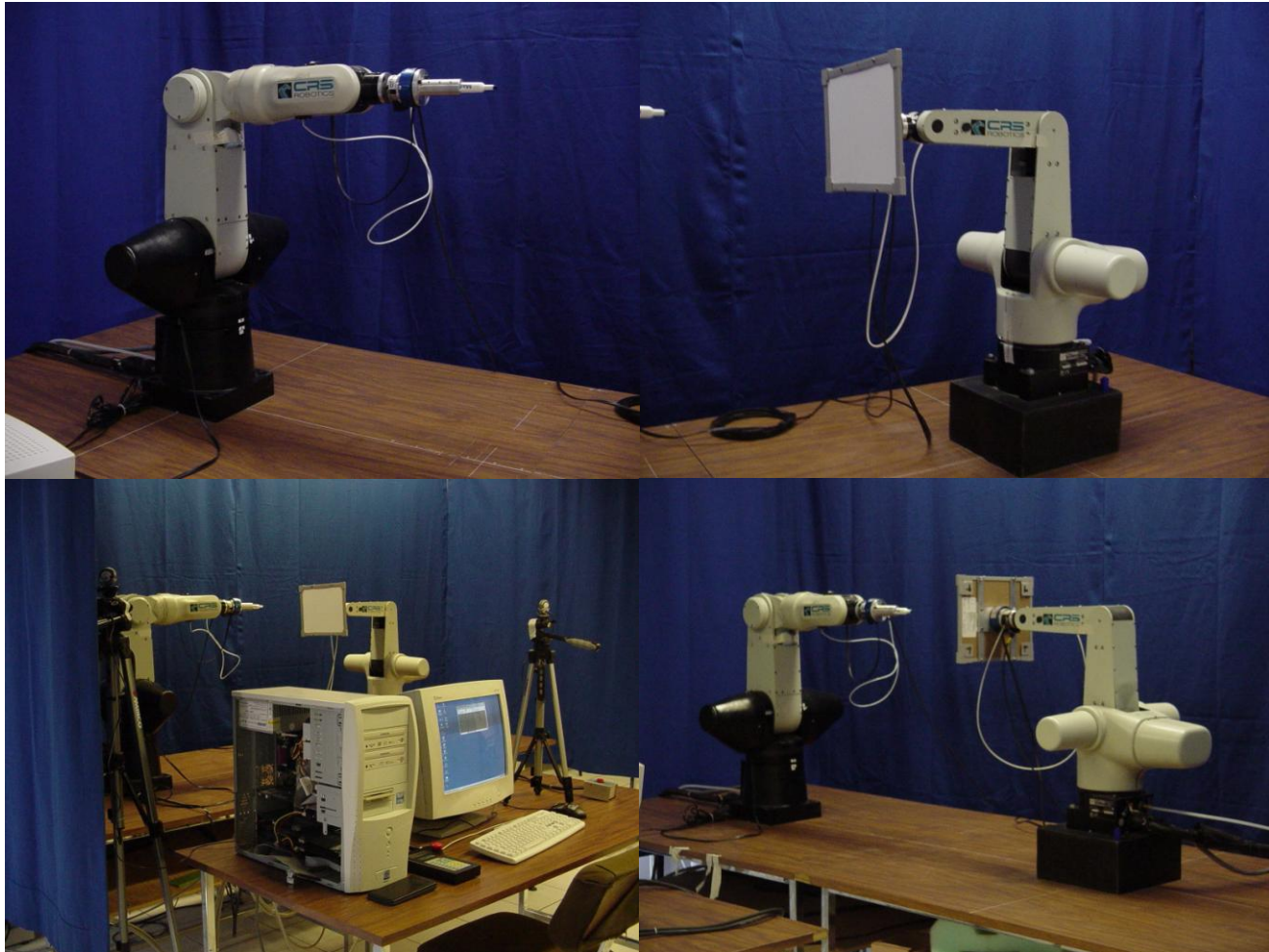
Durante la realización de este proyecto se desarrollaron:

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



Control
de
en
robots

3. Sistemas desarrollados

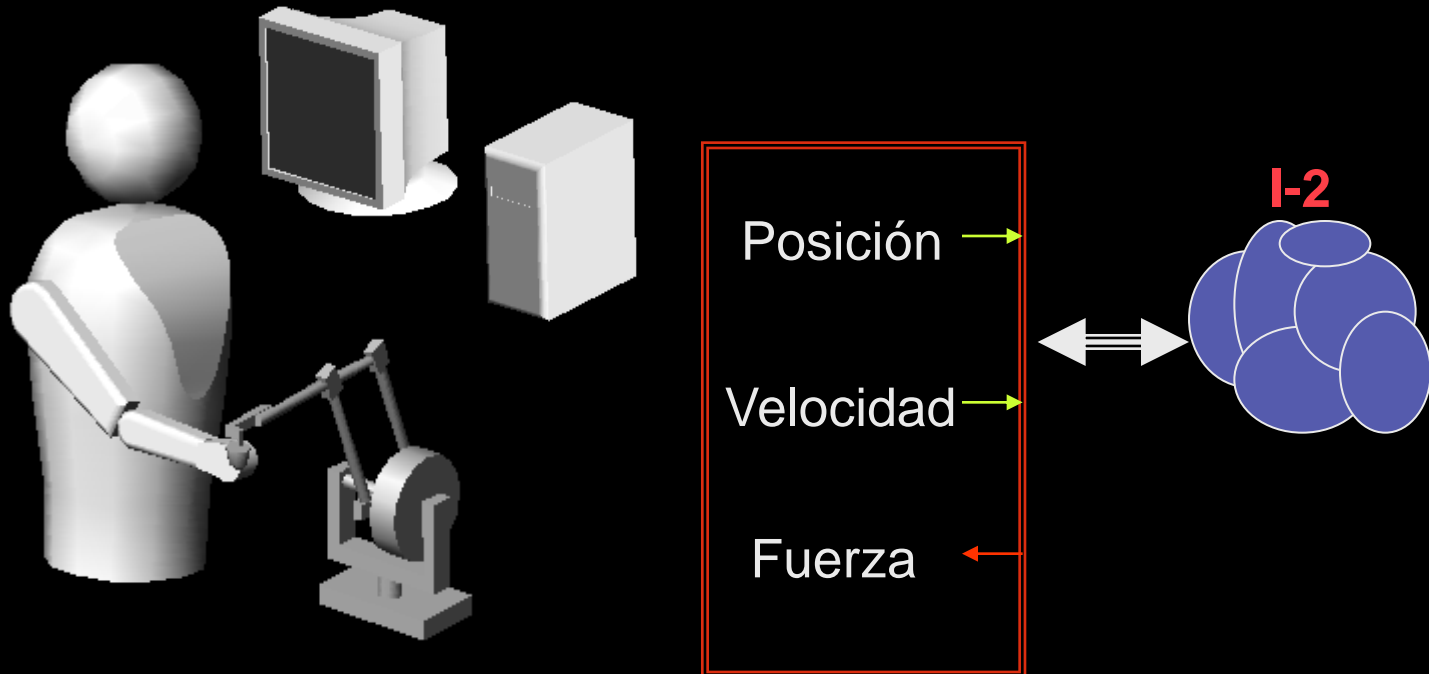
2. Estación de tele-presencia CINVESTAV.

- 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

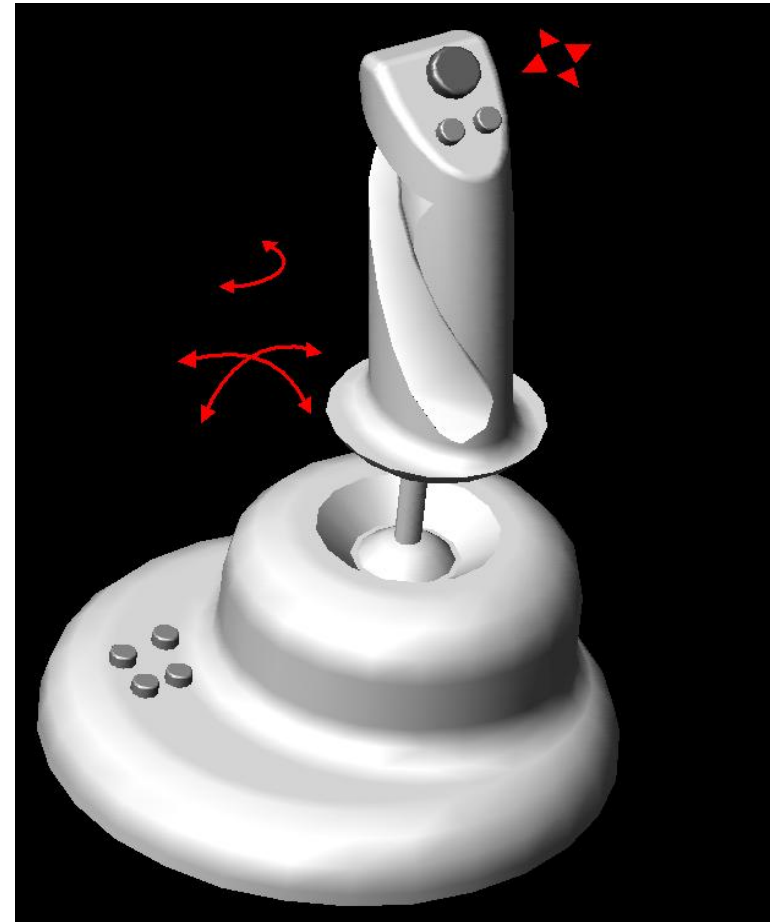
Funcionamiento: Comunicación bidireccional usuario- PHANToM



3. Sistemas desarrollados

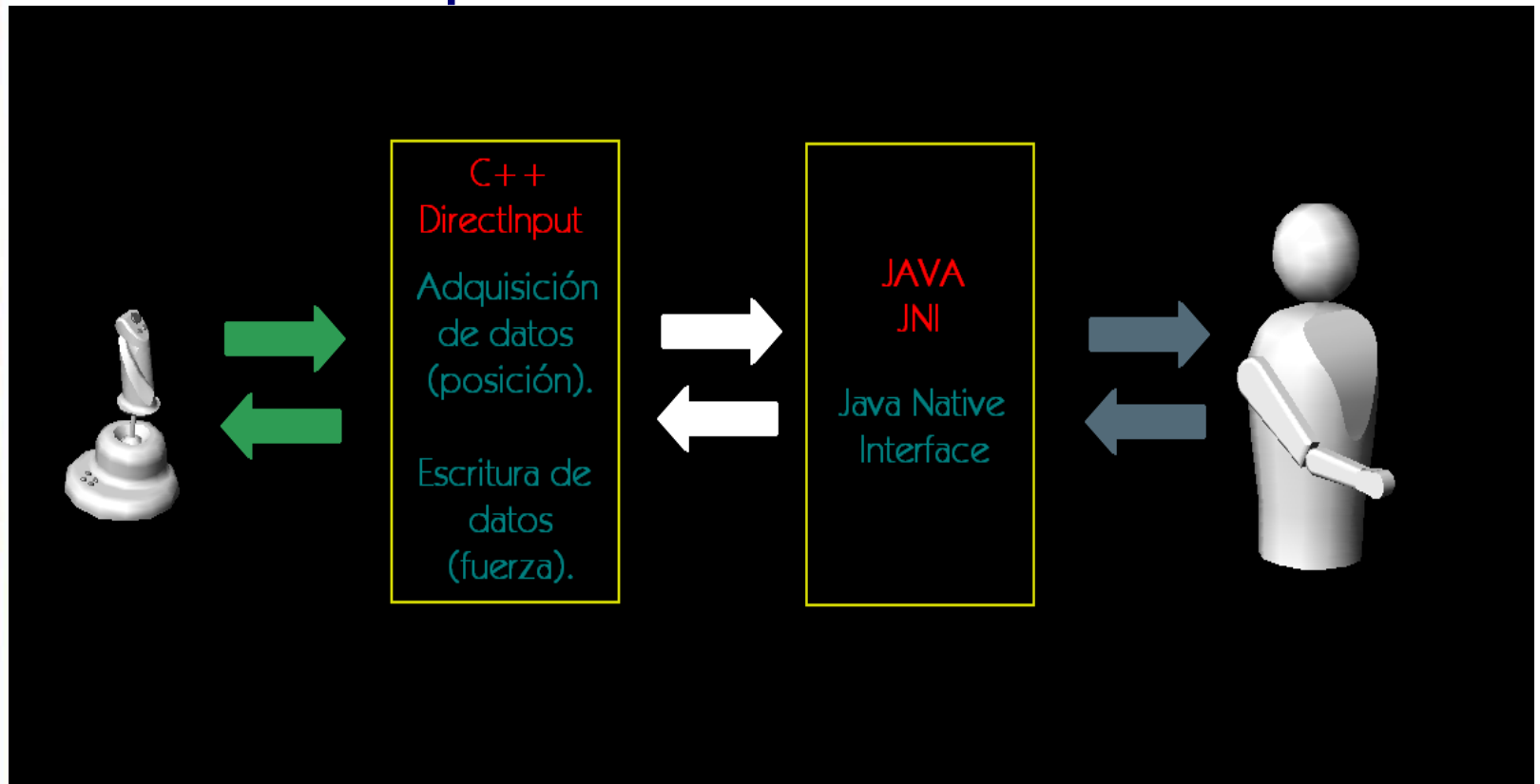
3. Estación de teleoperación UdG

- 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.



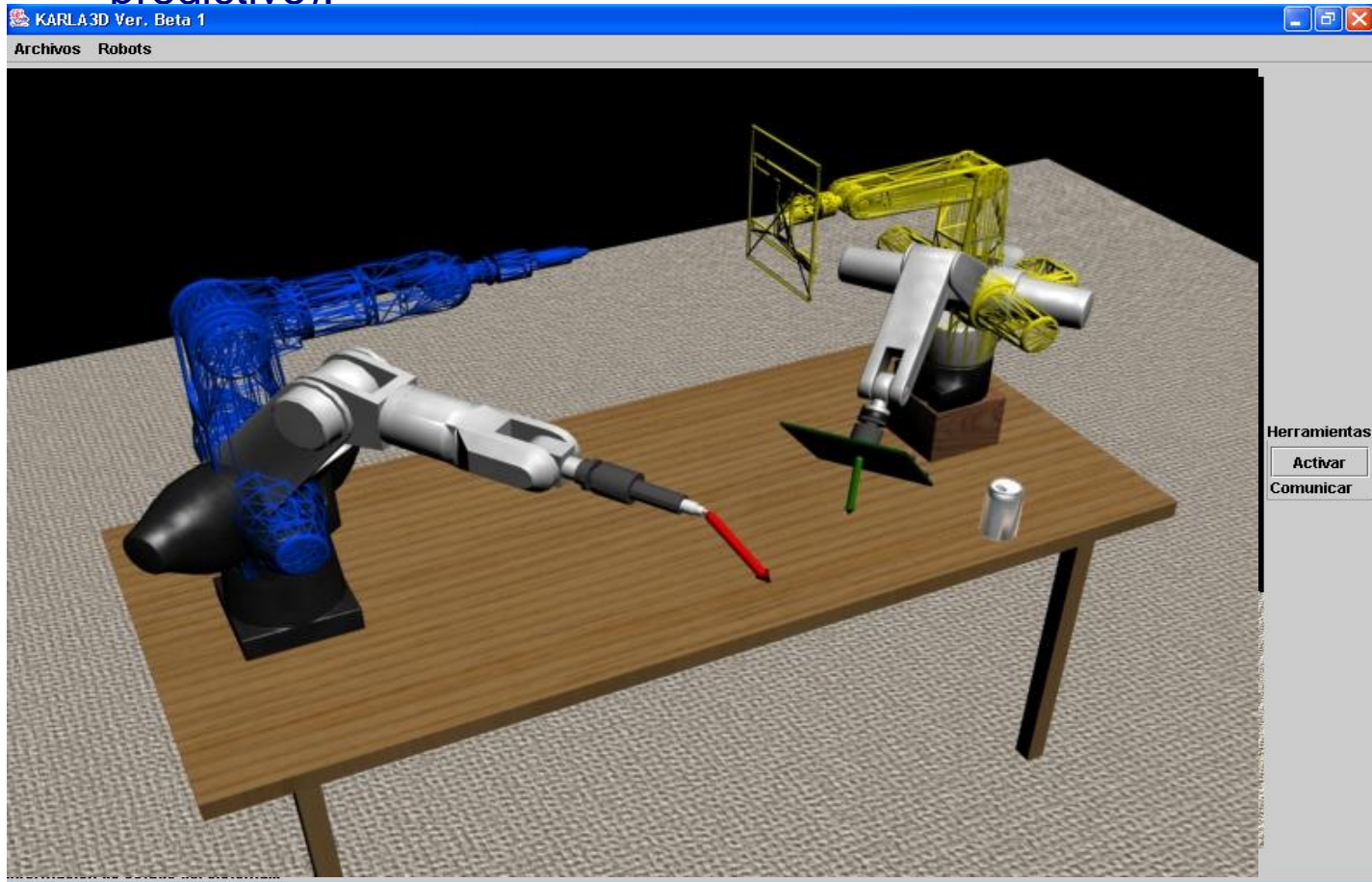
3. Sistemas desarrollados

Estación de teleoperación UdG



3. Sistemas desarrollados

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



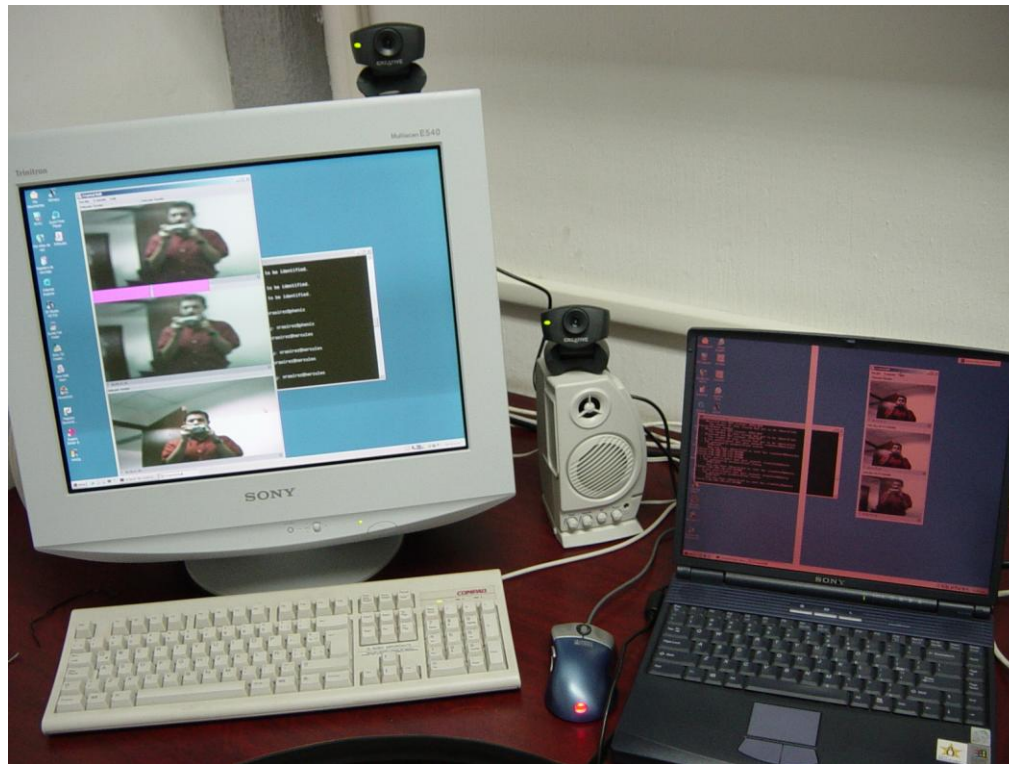
3. Sistemas desarrollados

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

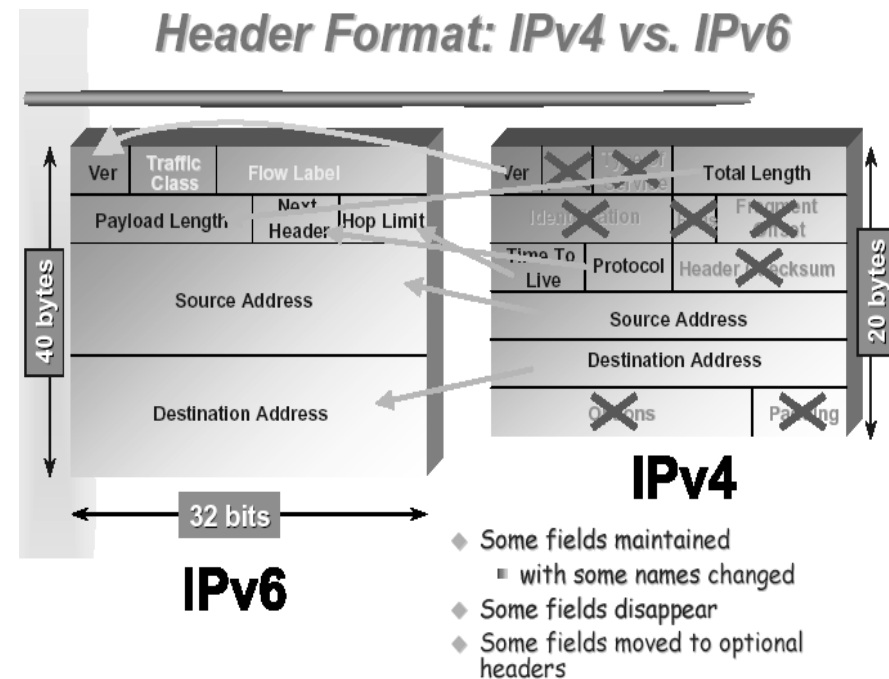
5. Soporte operativo de IPV4 a IPV6 (flexibilidad)
6. Monitoreo del trafico multi usuario
7. QoS
8. Análisis de tráfico y latencia
9. Síntesis de la topología y manejo de conflictos con Redes de Petri y DES



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

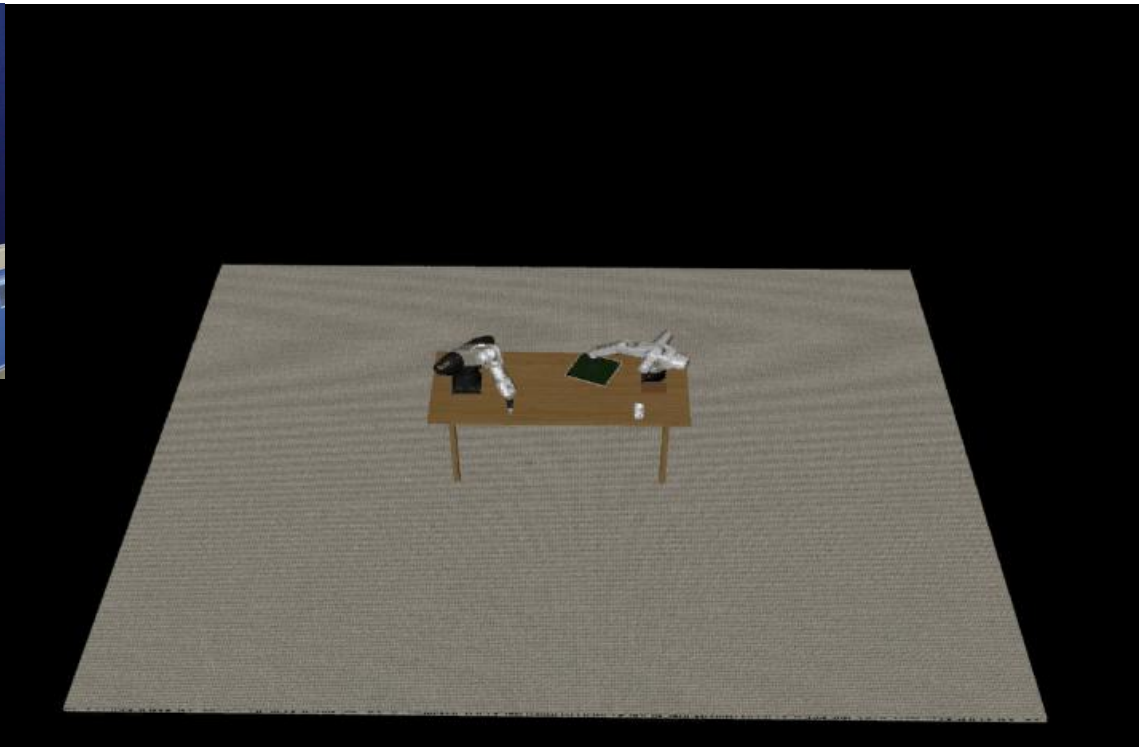
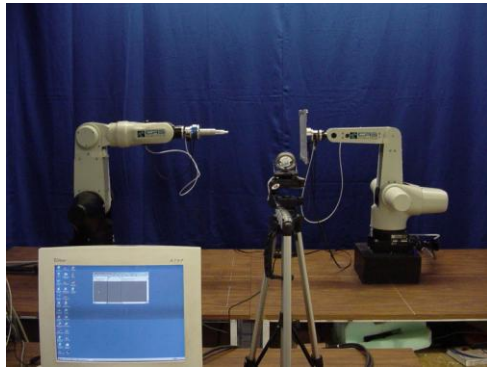
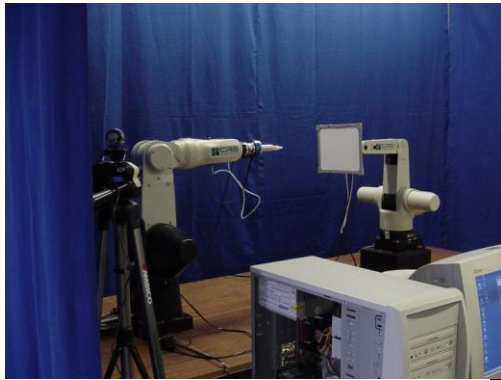
Servo control

- ✓ 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
- ✓ Interfaz Háptica
 - Método de penalización
 - Lagrangiano restringido



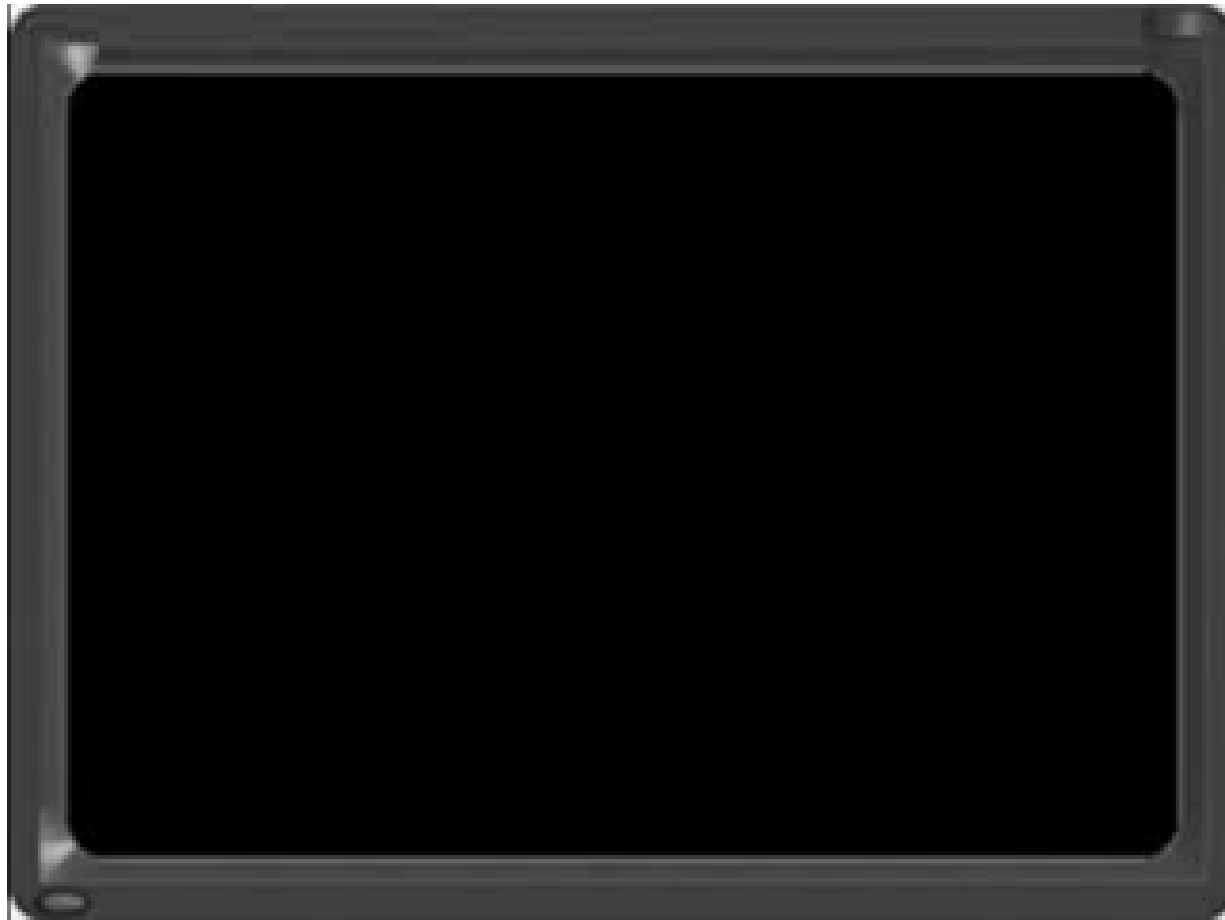
4. Primeros resultados

Sistema de visión sintética dinámico trilateral (Display predictivo).



4. Primeros resultados

Experimento: Teleoperación local



4. Primeros resultados

1. La tarea se realizó localmente con éxito
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

Beneficios del proyecto

- Estudia las propiedades de Internet II
 - Ancho de banda
 - Retardos
- Enfrenta 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, Internet2 y control de Calidad de Servicio.



5. Comentarios finales

- Los módulos están en validación para realizar las pruebas finales vía Internet2.
- Dificultades normales para la integración del equipo multidisciplinario.
- Respuesta de CUDI
 - Expedita administración de recursos
 - Apoyo eficiente



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 – DEPMI
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. Maria 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. Francisco José Ruiz Sánchez

Profesor Adjunto - 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. Victor M. Larios Rosillo

Profesor Titular - Director del CIIA
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 Martinez Vargas Maestrante MTI
CUCEA UdeG

Martha Elena Zavala Maestrante MTI CUCEA UdeG