

# La telepresencia, la teleoperación y la generación de competencias en el Marco de Sistemas CIM (Computer Integrated Manufacturing).

Marcelo Estayno<sup>1</sup> ([mestayno@fibertel.com.ar](mailto:mestayno@fibertel.com.ar))  
Jorge Bauer<sup>2</sup> ([jbauer@ingenieria.unlz.edu.ar](mailto:jbauer@ingenieria.unlz.edu.ar))  
Corina Guardiola<sup>3</sup> ([corinaguardiola@gmail.com](mailto:corinaguardiola@gmail.com))  
Diego Serra<sup>1</sup> ([serradiego@ciudad.com.ar](mailto:serradiego@ciudad.com.ar))

<sup>1</sup> Secretaría de Investigación /Facultad de Ingeniería/Universidad Nacional de Lomas de Zamora

<sup>2</sup> Laboratorio CIM/Sec. de Investigación /Facultad de Ingeniería/Universidad Nacional de Lomas de Zamora

<sup>3</sup> Universidad CAECE

## CONTEXTO

El Laboratorio CIM-Robótica de la FI-UNLZ trabaja hace años con modernos equipos de robótica industrial, en un ambiente CIM (Manufactura Integrada por Computadora). Preocupado por experimentar con conceptos organizativos y tecnologías asociadas al concepto "MFIF" (Multi-Function Intelligent Factory) [1] en todos los planos y direcciones posibles, investiga necesidades y posibles formas de telepresencia y teleoperación en la problemática de la manufactura moderna. Busca permanentemente interconectarse, lógica, física y organizativamente con industrias y laboratorios académicos colegas para potenciar el desarrollo conjunto en tiempo real de aplicaciones concretas. En ese camino desarrolla en forma modular herramientas y sistemas constructivos de manera de flexibilizar y agilizar los desarrollos para viabilizar diferentes experiencias.



Figura 1. Laboratorio CIM FI-UNLZ.

Las primeras construcciones específicas elaboradas operan generando en las articulaciones (en pocos grados de libertad) control sobre el ángulo direccional. Por ejemplo en una cámara de video estacionaria o manipuladores sencillos. Con esta construcción mecánica se trabaja en la experimentación y ampliación de los distintos módulos de software para generar variadas aplicaciones. Hoy estos elementos ya nos permiten

operar a distancia, vía Internet, servomecanismos en forma y tiempo compatible con la imagen de video y las necesidades específicas del proceso.

Siendo la telepresencia total [4] la utopía motora, los sistemas y desarrollos permiten, sobre la base de aplicaciones concretas, acumular experiencia tanto en aspectos fuertemente tecnológicos como metodológicos, ya sean estos organizativos o bien didáctico – pedagógicos.

## RESUMEN

El presente trabajo se concentra en presentar desarrollos y, fundamentalmente, experiencias educativas realizadas en el marco de la principal línea de investigación del Laboratorio-Áulico-Experimental CIM-Robótica-FI-UNLZ, la cual busca integrar equipamiento y unidades de automatización robótica con un sistema de gestión no solo a nivel local, sino avanzando en un esquema de geografía global, por intermedio de Internet. En este marco se experimenta y se vuelven realidad las posibilidades de la telepresencia y la teleoperación ya sea en el entorno industrial productivo o en el ámbito académico, para la enseñanza de la robótica industrial y sus tecnologías asociadas. La posibilidad de compartir información e imagen en tiempo real adquiere con la operación total de robots a distancia, un nuevo impulso que genera un cambio cualitativo tanto en la organización y la gestión industrial en su conjunto, como en la actividad académica de los laboratorios de ingeniería, ayudando a transformar el paradigma de "dónde" se trabaja o se aprende. [6]

Independientemente de trabajos puntuales en tecnologías duras desarrollados por el equipo de investigación aplicada, necesarios para darle vida y entorno a las ideas organizativas, el presente escrito se centra en el aprovechamiento del concepto CIM y de las formas de organización modernas que apuntan al MFIF como modelo organizacional – productivo, con el objeto fundamental de aprovechar sus potencialidades para el desarrollo de programas para la formación de recursos humanos con competencias específicas en la temática.

**Palabras clave:** Teleoperación. Telepresencia. CIM. MFIF. Competencias. Aprendizaje a distancia.

## 1. INTRODUCCION

Las redes informáticas locales siempre han jugado un papel destacado en la construcción y evolución de sistemas CIM (Computer Integrated Manufacturing) e IMS (Intelligent Manufacturing Systems). Internet ha modificado radicalmente en forma cuantitativa y cualitativa las comunicaciones, permitiendo generar también profundas transformaciones en los sistemas productivos del tipo CIM-IMS. Los distintos componentes de la fabricación flexible y sus operadores humanos ya no necesariamente está concentrado físicamente en una planta productiva de geografía localizada actuando los trabajadores / operadores en forma directa sobre los equipos, sino que cada vez en mayor medida se incorporan formas de teletrabajo y telepresencia a las distintas tareas industriales. En este acelerado proceso, la teleoperación aplicada en los diferentes entornos se vuelve una poderosa herramienta para monitorear, controlar e intervenir activamente en los diversos procesos de diseño, fabricación, gestión o capacitación. El incremento de la velocidad de transferencia de datos y los adelantos en sistemas de procesamiento distribuido generan herramientas y aplicaciones que nos permiten participar activamente de procesos industriales que se desarrollan al otro lado del mundo.

Las soluciones de las dificultades tecnológicas evolucionan a ritmos vertiginosos abriendo nuevas posibilidades cuyo aprovechamiento real implica cambios radicales en las formas organizativas de los recursos humanos que integran el sistema productivo. Ello implica muchas veces cambios de paradigma en los esquemas organizativos y las formas en que los distintos trabajadores y actores se vinculan en las empresas. En especial para las pequeñas y medianas empresas PyMEs que incorporaron automatización flexible y tecnologías de la información en su proceso productivo se les abre una enorme oportunidad de compartir unidades y laboratorios de equipamiento costosos [3] que resultan cada día mas importantes en sus sistemas de calidad / metrológicos, avanzando paso a paso al concepto de empresa denominado MFIF (Multifunction Intelligent Factorys) [1].

MFIF (fig.2) es el concepto innovador cuyo modelo genera una colaboración entre las empresas con el objetivo diseñar y producir en forma cada día mas eficiente, haciendo uso intensivo y compartido de las tecnologías de la información, inteligencia artificial de telepresencia y teletrabajo.

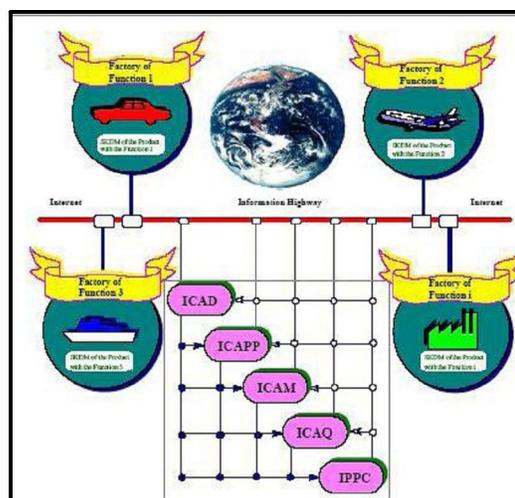


Figura 2. Multifunction Intelligent Factorys.

En base a lo expuesto, es obvio que el mundo académico no puede permanecer ajeno a este avance tecnológico, no sólo en lo que respecta al dictado de los contenidos de la temática, sino su utilización para maximizar el uso de los laboratorios específicos.

## 2. LÍNEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

En el marco del concepto CIM-IMS, el grupo se encuentra actualmente abocado al diseño de una metodología de formación por competencias [11][12] que permita un máximo aprovechamiento de los recursos de hardware existentes en el laboratorio CIM para la formación de recursos humanos en las áreas específicas de robótica y robótica industrial.

Esta actividad implica, por el un lado el desarrollo de un metodología pedagógico-didáctica basada en el concepto de formación por competencias y enmarcada dentro de la teoría constructivista [9] [10] y, por otro, el diseño de material y dispositivos didácticos que permitan su implementación efectiva en el laboratorio CIM, permitiendo el uso de éste de manera remota, y, por lo tanto, potenciando la utilización de un recurso escaso como éste a través del aprovechamiento de las herramientas de la telepresencia y teleoperación vía Internet. Sintéticamente, esto implica:

-El diseño y construcción de "pseudo grippers" mecánicos, cuyo objetivo será familiarizar al alumno con el uso de coordenadas espaciales y otros elementos básicos utilizados en robótica, como, por ejemplo, volumen de trabajo y volumen útil de trabajo.

-El desarrollo de un software simulación robótica plano o bidimensional.

-El desarrollo de un software de simulación robótica espacial o tridimensional capaz de simular

situaciones de uso reales idénticas a las de los equipos robóticos del laboratorio CIM de la FI-UNLZ. En dicho simulador, a diferencia de los simuladores de uso comercial existentes en el mercado, el alumno tendrá las mismas funciones y percepciones como si trabajara en el robot real ER IX del laboratorio CIM (fig.3).



**Figura 3. Robot Antropomórfico ER9.**

-El diseño y desarrollo de un mini-robot transportable, capaz de ser fácilmente trasladado, temporariamente, a los distintos centros de capacitación proyectados, siendo comandado desde una PC estándar, en cada centro de capacitación. Esta Herramienta, tiene como objeto lograr un fuerte contacto operacional real de los alumnos con un equipo robótico real.

- El desarrollo de un sistema de operación a distancia vía Internet mediante el uso de cámaras IP instaladas en el laboratorio CIM, en donde el alumno puede elegir no sólo entre tres posiciones de observación, sino también el ángulo y sector que desea observar en tiempo real, generando una percepción de participación a partir de las técnicas de tele-presencia y tele-operación.

-Desarrollar la posibilidad de operación del brazo robótico real (ER IX del CIM) vía tele-operación, en una primera etapa, y en una segunda, el resto de los recursos existentes en el laboratorio CIM como un todo.

### **3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS**

Como resultado final se prevé el diseño de una metodología de capacitación eficaz, junto con el diseño de herramientas didácticas, físicas y virtuales, asociadas a la misma, a los fines de proyectar las actividades del laboratorio CIM – FI-UNLZ hacia alumnos de otras instituciones a través de un entorno

de telepresencia y teleoperación, capaz de generar competencias específicas en robótica y robótica industrial.

Se experimentó con diversas herramientas para los modelos de simulación, se realizaron actividades de personalización, adaptándolos a las características de los modelos ER IX y ER XIV. Se desarrolló un circuito electrónico para controlar a través del Puerto Paralelo de la PC los servomotores de las cámaras WEB y Robots.

Asimismo se ha desarrollado una investigación sobre como operar el software de base Visual Basic para generar software específico que manejen vía IP aplicaciones y comunicaciones, controlándose los servomotores asociados a las cámaras Web a través de comunicaciones vía Internet IP.

Por otra parte, se han desarrollado los primeros prototipos de simuladores bidimensionales: Prototipo Orientación Torre de Hanoi y Prototipo Orientación Brazo Antropomórfico, junto con el diseño preliminar del pseudogriper y el mecanizado del prototipo

### **4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS**

El Grupo del Laboratorio CIM FI-UNLZ es un grupo con fuertes raíces en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Lomas de Zamora, al que sin embargo adhieren investigadores de la Universidad Nacional de La Matanza y la Universidad CAECE.

El grupo no solo posee investigadores formados sino que recluta permanentemente y forma jóvenes investigadores los cuales colaboran como docentes en las diversas cátedras que integrantes del grupo conducen.

Por otra parte, se han desarrollado experiencias de capacitación, como así también trabajos conjuntos con otras instituciones del sistema universitario, como la Universidad Autónoma de Entre Ríos y las Regionales de Concepción del Uruguay, Buenos Aires y Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional.

En el plano internacional, el laboratorio CIM trabaja en distintas actividades conjuntas junto con el Departamento de Metrología Aplicada, de la Universidad Técnica de Viena, Austria – (TU-Wien – AuM) y a través de este nexo con los colegas de todo el mundo nucleados alrededor de ICPM (International Congress of Precision Machining) y CIRAS International Conference (Computational Intelligence, Robotics and Autonomous Systems)

Entendiendo que la integración es mucho más que las suma de las partes, aún cuando el equipo cuenta para este proyecto inter- y trans-disciplinario con diferentes especialistas, la dirección del proyecto y todos sus integrantes manifiestan su interés y promueven aumentar cuantitativamente y

cualitativamente la red de especialistas para multiplicar y profundizar experiencias, tanto en los planos de tecnologías duras como mecatrónica (mecánica, electrónica e informática) como en los planos de gestión organizativa, de la calidad, de la logística y ,por supuesto, pedagógica.

## 5. BIBLIOGRAFIA

1. P.H. Osanna, L. Si. "Multi-Functions Integrated Factory MFIF – a Model of the Future Enterprise". ## 2000. Enterprise. Conference Proceedings: Internet Device Builder Conference, Sta. Clara, May 2000
2. J.M.Bauer; R. Schmit; J.U. da Silva Gillig. "Constructive systems of robotic and Telerobotic like contributions in inspection, control, monitoring or other industrial tasks, generating telepresence". IPCM2005- Austria. Available: <http://www.multiplo.com.ar>.
3. Global International, Cooperation of collaborating, Small and Medium size Enterprises to achieve Total Quality Management. P.H.Osanna, N.M.Durakbasa, J.M.Bauer, L.Kraeuter. Vienna University of Technologie – Tu-Wien, Vienna Austria
4. Tzyh-Jong Internet Based Manufacturing technologie: intelligent remote teleoperation.
5. Proceeding of the "000 IEEE/RSJ International conference on Intelligent Robots and Systems 2000" (IROS 2000)
6. M.Bauer "Sociedad del conocimiento, robótica, derechos humanos y transformaciones en el mundo del trabajo", Plenario: KCTOS - Viena 2007 Knowledge, Creativity and Transformations of Societies.
7. Schmit, Rubén; da Silva Gillig, Julián; del Rio, Hernán (2004) "Desarrollo de una arquitectura para prototipado de robots, XiOR, Grupo de Investigación en Robótica", Workshop CAFR2004
8. A. Afjehi-Sadat, N.M. Durakbasa, P.H. Osanna, J. M. Bauer , Modern Intelligent Production Under Special Consideration Of Metrology, Nanotechnology, Quality Management And Artificial Intelligence. Vienna University Of Technologie – Austria.
9. Carretero, M. "Constructivismo y educación" Aique. Buenos Aires. 2004
10. Solbes, J.; Vilches, Amparo. "El modelo constructivista y las relaciones ciencia/ técnica/ sociedad". Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas [en línea], 1992, Vol. 10 Núm. 2, p. 181-186. <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39819/0> [Consulta: 01/02/09].
11. Vargas, F. "Formación por competencias". Notas de capacitación. OIT/Turín. 1996.
12. Albergucci, Roberto. "La transformación de la educación técnica en la República Argentina". En el Boletín 141. Cinterfor/OIT. Montevideo. 1997.
13. Estayno, M. y Grinsztajn, F. "Hacia un nuevo paradigma en la formación de profesionales de informática y TIC'S.". JEITICS 2005 - Primeras Jornadas de Educación en Informática y TICS en Argentina.
14. Santángelo, Horacio Nestor. "Un modelo de enseñanza no presencial, basado en nuevas tecnologías y redes de comunicación para la Universidad Tecnológica Nacional". Centro de Planeamiento Tecnológico y Teleeducación "El Centro". Rectorado U.T.N. Año 2000.