



Universidad Técnica F. Santa María
Departamento de Electrónica
Departamento de Ing. Mecánica

CASIM

Centro de Automatización y Supervisión
para la Industria Minera

Visión por Computador y Sistemas de Robótica Industrial

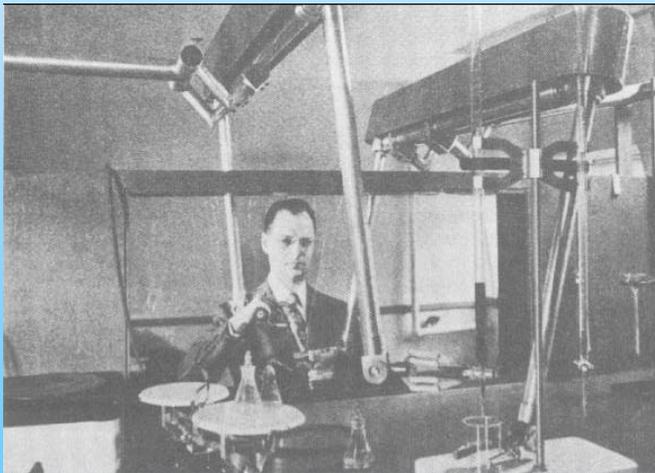
Manuel Olivares S., Pedro Sarriego P. y Jorge Pontt O.
manuel.olivares@usm.cl

5º Seminario de Acercamiento Tecnológico, 04-Junio-2010

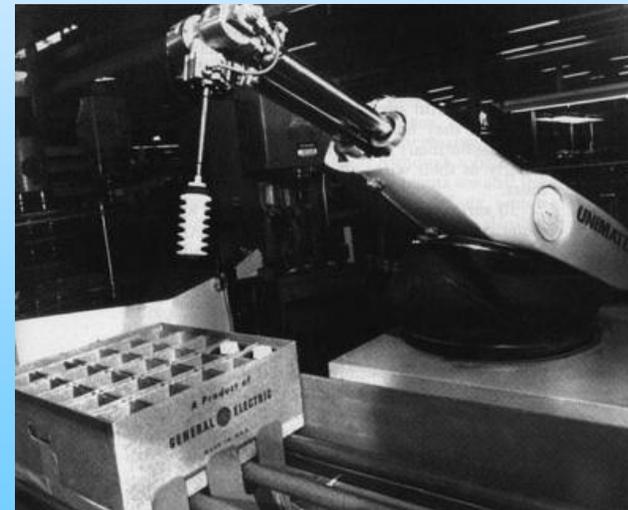


□ Robot Industrial – ISO 8373 (1994)

- Manipulador programable multipropósito, automáticamente controlado, reprogramable, de tres o más ejes, el cuál puede permanecer fijo en un lugar o moverse, para uso en aplicaciones de automatización industrial



The first mechanical master - slave manipulator (1950) R. Goertz



The first industrial robot (1959), G.C. Devol & J.F. Engelberger



□ Robótica (RIA, IFR)

- **Diseño** de dispositivos manipuladores reprogramables multifuncionales para mover partes, materiales, herramientas o aparatos especializados mediante movimientos programados y su **aplicación** en tareas industriales



Característica común: Tareas repetitivas que se ejecutan en ambientes peligrosos para el ser humano, y/o que exceden sus capacidades (velocidad, precisión, fuerza, visión, etc.)



□ Clasificación

- Robots industriales, de servicio, autónomos, de campo, de investigación, entretenimiento, educativos ...

• Robots Industriales

* Primera Generación

- Telemanipuladores (1950),
Brazos articulados (1960)

* Segunda Generación

- Robots con sistemas sensoriales avanzados: tacto, visión, etc.

* Tercera Generación

- Robots con capacidad de toma de decisiones (en desarrollo)

**Spot/arc
welding
robot**



**Material
handling
robot**



**SCARA
assembly
robot**



**Asimo
humanoid
robot
2000**



**AIBO
entertainment
robot
2004**



**Robocup
soccer
challenge
2050**



**AGV
DARPA
challenge
2004**



**Fujitsu
service
robot
2005**



**AUV
Virginia Tech
2007**



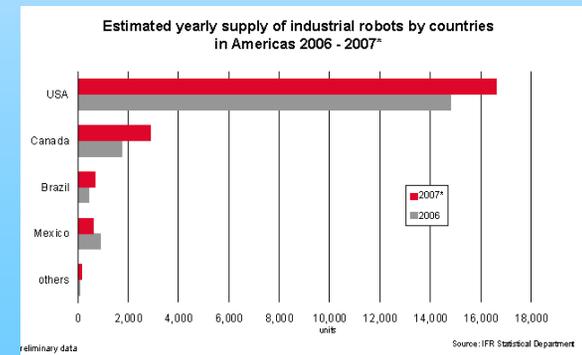
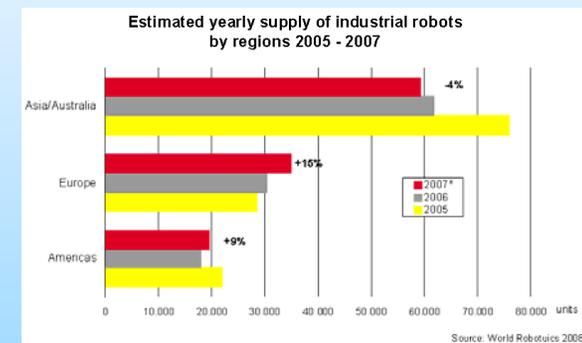
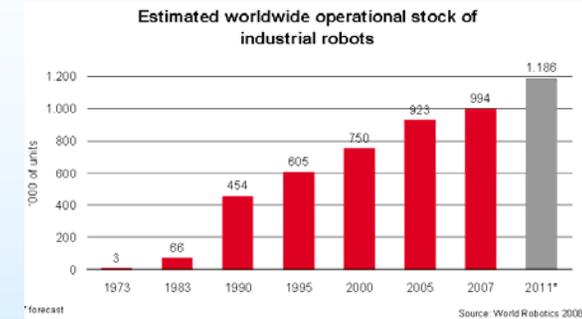
**Lego
Mindstorms
2005**





Estadísticas - Abastecimiento (IFR)

- Población mundial acumulada de robots industriales operativos a 2007
 - * ~1.000.000
- Distribución mundial de robots industriales suministrados en 2007 (111.000)
 - * Asia/Australia: 52%
 - * Europa: 31%
 - * América: 17%
- Distribución en América de robots industriales suministrados en 2007 (21.000)
 - * USA: 77%
 - * Canadá: 14%
 - * México: 4%
 - * Brasil: 4%
 - * Otros: 1%
- ¿Cuál es la población de robots industriales operativos en Chile?



Fuente: IFR - World Robotics, June 2008

Estadísticas – por Industria (Europa)

● Robótica Industrial

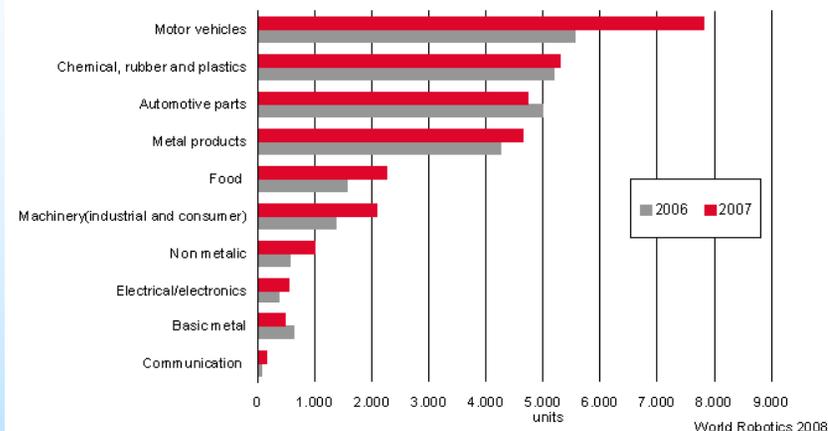
- * Vehículos motorizados
- * Ind. Química, gomas, plásticos
- * Partes de automóviles
- * Producción metalúrgica
- * Alimentos
- * Maquinaria industrial y de consumo
- * Ind. no metálica
- * Eléctrica, electrónica
- * Metalurgia básica
- * Molienda

● Robótica de Servicio

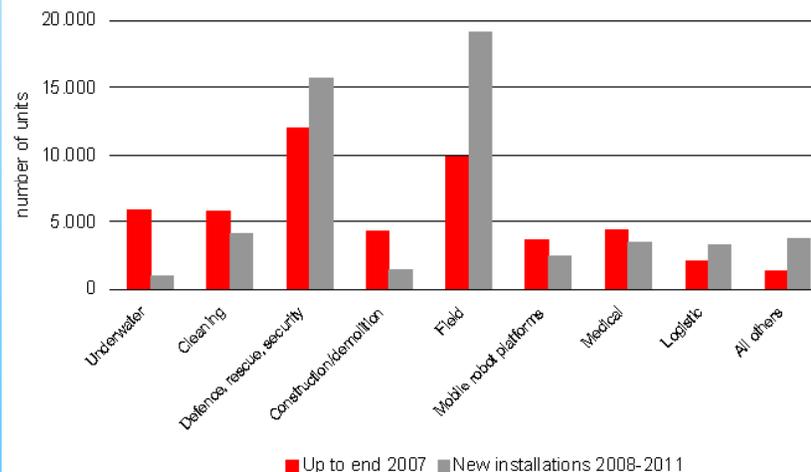
- * Defensa, rescate, seguridad
- * Campo (navegación terrestre)
- * Navegación submarina
- * Limpieza
- * Medicina
- * Plataformas de robótica móvil



Estimated yearly supply of industrial robots at year-end in Europe by main industries 2006 - 2007



Service robots for professional use. Stock at the end of 2007 and projected installations in 2008-2011





□ ¿Cuándo se justifica usar un robot industrial?

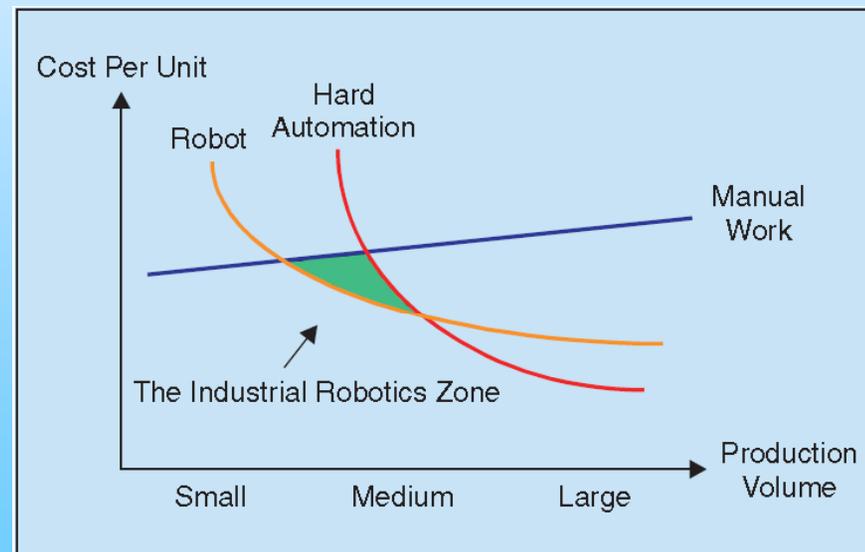
- Se debe tener en cuenta el volumen de producción. Hay una zona donde los sistemas de robótica industrial pueden presentar los **menores costos de fabricación por unidad**, en comparación con el trabajo humano y los sistemas de automatización dura

* Beneficios adicionales

- Calidad uniforme
- Continuidad de la producción
- Disminución de riesgos laborales
- Flexibilidad, escalabilidad

* Dificultades de aplicación

- Variabilidad de materiales y procesos
- Estructuración de la producción
- Necesidad de equipamiento auxiliar



Fuente: IEEE Robotics & Automation Magazine, June 2003



- La integración de robots con sistemas de automatización permite ampliar la zona de aplicación de la robótica industrial
- Instrumentación industrial (sensores, actuadores)
 - Sistemas de transmisión y recolección de datos (redes industriales)
 - Sistemas de control: DCS, PLC, PAC
 - Software para supervisión en tiempo real
 - Técnicas avanzadas de control automático
 - **Visión por computador**



□ Proyecto CORFO – INNOVA

- Ingeniería conceptual para la automatización de la manufactura de tolvas para camiones mineros



Carga nominal 290 [ton]

Dimensiones de la tolva

piso 8.5x9 [m²]

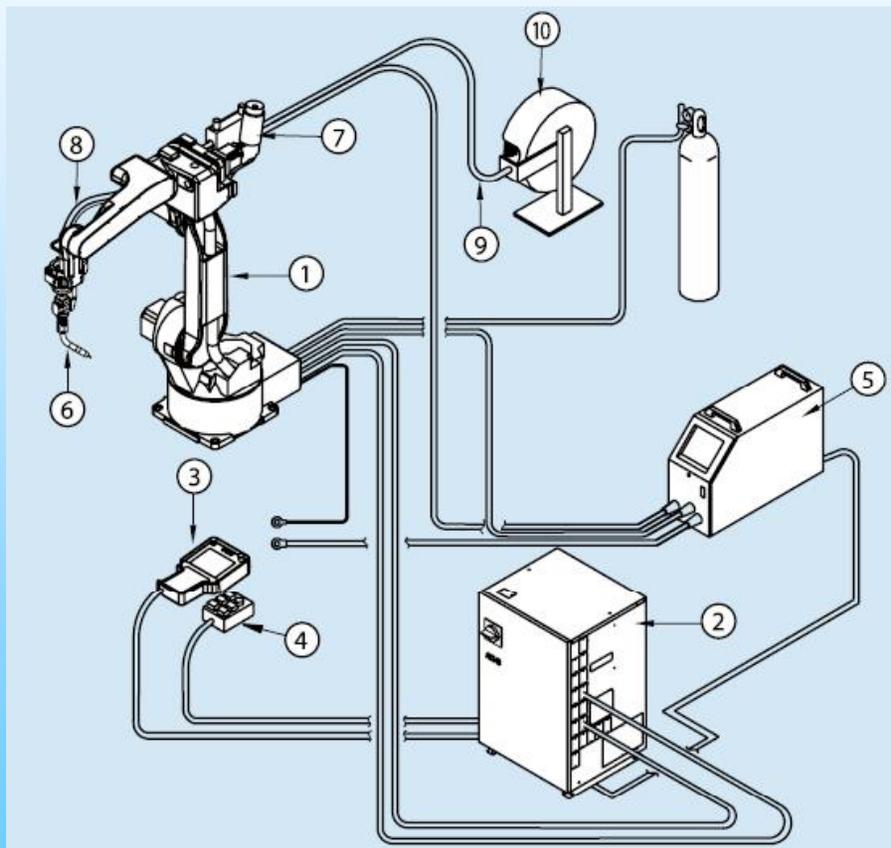
2 laterales 8.5x3.5 [m²]

frente 9x3.5 [m²]

visera 9x4 [m²]

- Se requiere de un equipo de soldadores GMAW certificados
 - * Exposición a condiciones ambientales adversas
 - * Estrés físico por mala postura y limitado alcance (cordones de gran longitud)
 - * Escases de personal calificado

□ Componentes de un robot para soldadura



1. Manipulador
2. Controlador
3. Teach pendant
4. Panel de operador
5. Fuente de soldadura
6. Antorcha
7. Alimentador de alambre
8. Cable de potencia
9. Conduit de alambre
10. Soporte de carrete de alambre



□ Requerimiento operacional

- Proveer una rápida respuesta a demanda por repuestos, reparaciones y/o reemplazos

□ Requerimientos para la utilización de robots

- Estandarizar la línea de producción, y las materias primas
- Utilizar tecnologías de automatización complementarias para lograr que el robot se adapte a cambios en los materiales y sea tolerante a errores de posicionamiento y de manufactura de piezas

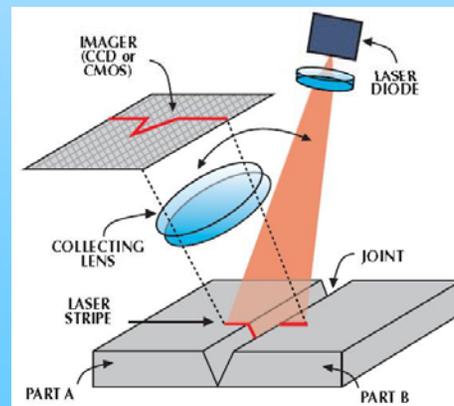
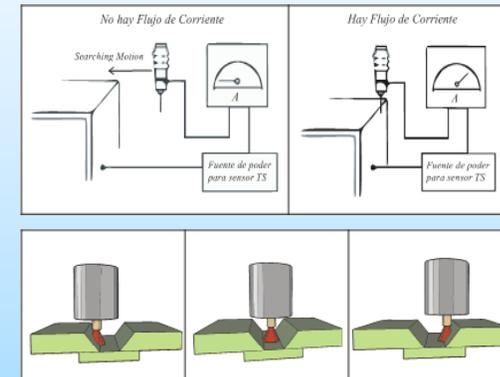
❑ Soldadura robótica adaptable

- Funciones de soldadura provistas por los fabricantes

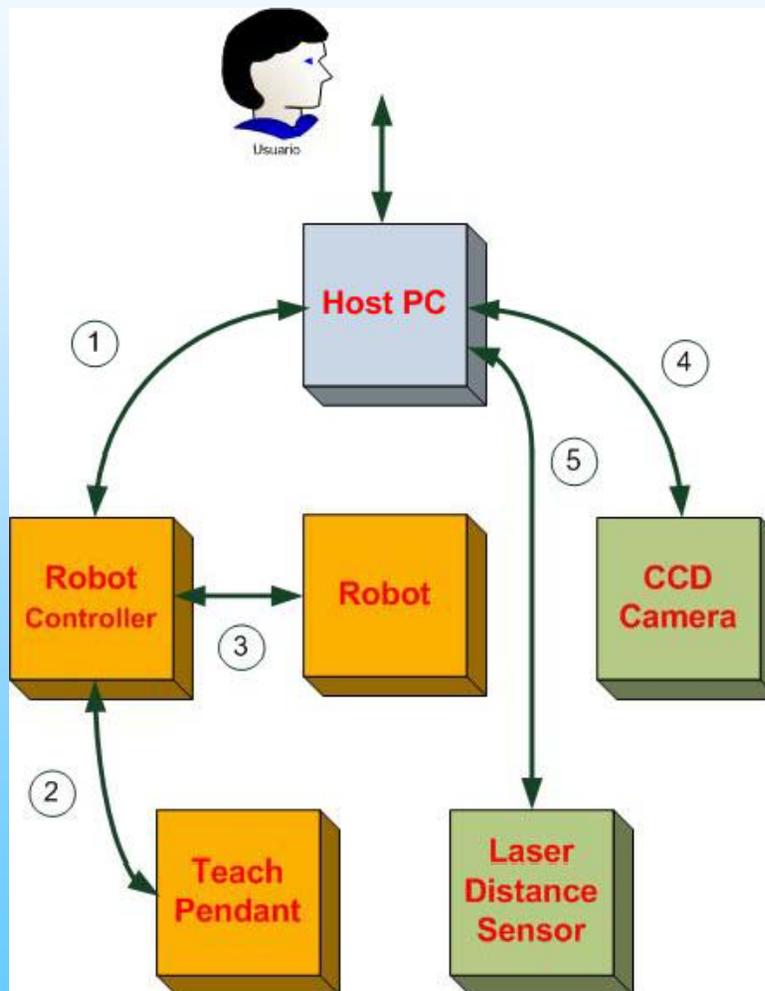
- * Touch sensing (TS)
- * Through arc seam tracking (TAST)
- * Root pass memorization (RPM)

- Soluciones de terceros

- * Visión Laser para seguimiento de cordón “on-line”



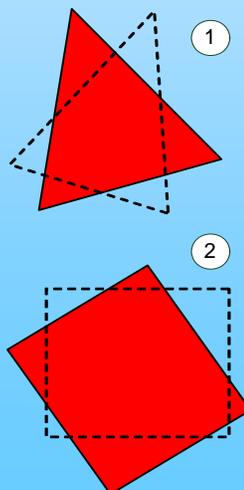
□ Sistema propuesto



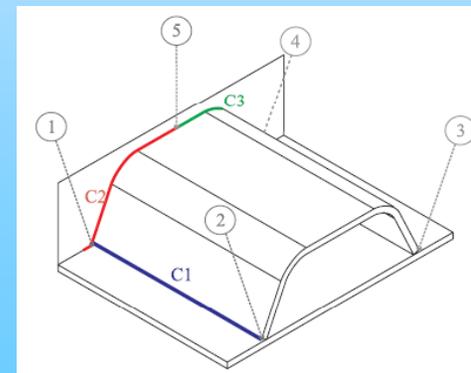
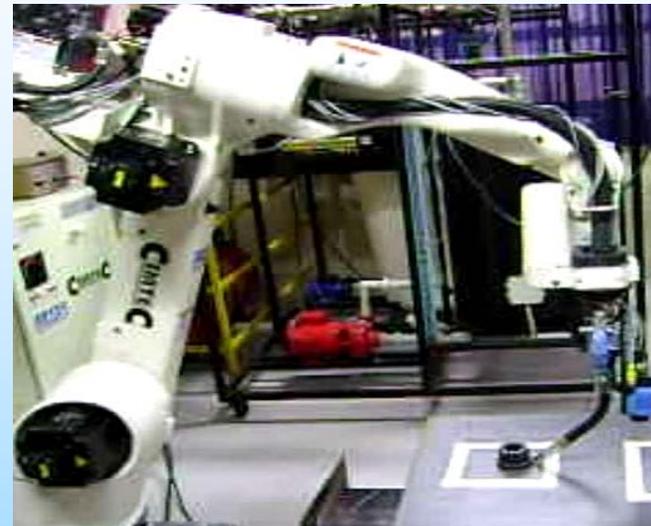
Combinar las funciones de seguimiento de cordón provistas por los fabricantes con sistema de visión por computador para la actualización de la ruta de soldadura, previo a realizar la soldadura



□ Pruebas 2D

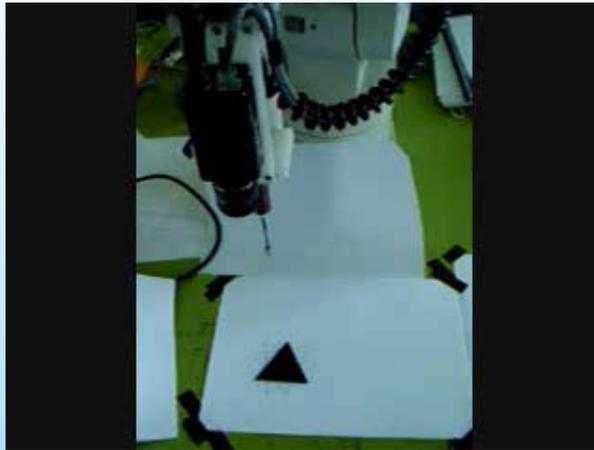


□ Pruebas 3D



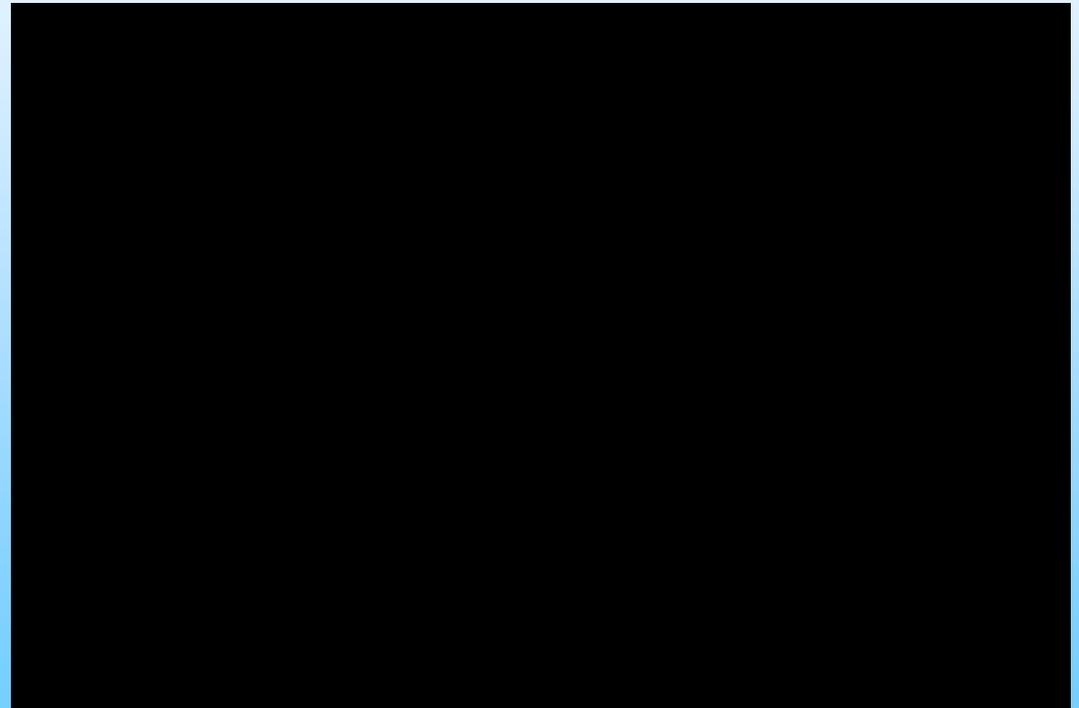


□ Resultados 2D



Corrección de Trayectoria

□ Resultados 3D





□ Conclusiones

- Se ha avanzado en el desarrollo de una herramienta para aumentar la productividad, y uniformar la calidad
- Requiere supervisión y mantención especializada multidisciplinaria: ingeniero electrónico – mecánico
- Integrar automatización con robótica industrial es una gran oportunidad de desarrollo
- El éxito de la aplicación dependerá de sus usuarios, principalmente soldadores

□ Trabajo Futuro

- Diseño de la celda de soldadura adaptiva robotizada
- Modelo de negocios, spin-off
- Soldadura colaborativa multi-robots





□ Agradecimientos

- Proyecto CORFO-INNOVA 208-7235 dirigido por Claudio Zamorano y Pedro Caviedes, y colaboradores de CAINSA Jaime Errázuriz y Eduardo Vásquez
- Grupo I+D de robótica para soldadura automatizada GID-RSA
 - * Pablo Salazar
 - * Gino Torres
 - * Felix Pizarro
 - * Claudio Olguín
 - * Christopher Nikulin
 - * Eric Maldonado
 - * Simón Ortiz
 - * Fabián Rubilar
- Colaboración de empresas
 - * CIMTEC
 - * SEIMAN
 - * ETT



□ Referencias

- ISO 8373 (1994) Manipulating industrial robots – Vocabulary. International Organization for Standardisation.
- World Robotics (2008) Statistics, Market Analysis, Forecasts, Case Studies and Profitability of Robot Investment. International Federation of Robotics.
- Pires, J. N. & Loureiro, A. & Godinho, T. & Ferreira, P. & Fernando, B. & Morgado, J. (2003) Welding Robots. IEEE Robotics & Automation Magazine June 2003, pp. 45-55.
- Myhr, M. (1999) Industrial new trends: ABB view of the future. Proc. Int. Workshop Industrial Robotics, New Trends and Perspectives, Lisbon, Portugal, pp. 59-87
- OTC-DAIHEN Inc. (2009) AX-V4L AP Dimensions and Standard Specifications. Almega AX Series Cat. No. A464
- Kangl, M.-G. & Kim, J.-H. & Park, Y.-J. & Woo, G.-J. (2007) Laser Vision System for Automatic Seam Tracking of Stainless Steel Pipe Welding Machine. International Conference on Control, Automation and Systems, Oct. 17-20, 2007 in COEX, Seoul, Korea, pp. 1046-1051
- Noruk, J. & Boillot J.-P. (2006). Laser Vision Technology Ensures Six Sigma-level Quality is Achieved in Robotic Welding. Canadian Welding Association Journal, Summer 2006, Canada, pp. 8-12
- FANUC (2008) R30iA Integrated Robot Vision. FANUC Ltd., Japan
- SERVO-ROBOT (2009) Smart Seam Finding Solutions for Robotic Arc Welding Applications. Servo-Robot Inc., Canada