

Resumen del proyecto:

“Development of a module for qualification requirements of working persons in a versatile production system using the example of welding processes with cooperating robots”

Realizado, presentado y calificado en la Universidad RWTH, Aachen Noviembre 2012

Realizado por: Ana Paula Mateo Garrido
Universidad: Carlos III de Madrid
Titulación: Ingeniería Industrial
Tutor: Simon Heinen

Leganés, 1 de Enero de 2013.

Índice

Inicio

Resumen	2
1. Introducción y objetivos	2

Modelo teórico

2. Proceso de trabajo	3
3. Aptitudes necesarias basadas en la soldadura con robots cooperantes	5
4. Modelo conceptual aplicado a la célula de soldadura ProAktiW	7
4.1 Célula de soldadura ProAktiW	7
4.2 Modelo conceptual aplicado	9

Referencias

5. Referencias	10
----------------	----

Resumen. En este documento se presenta un módulo con los requisitos de cualificación para trabajadores que forman parte de sistemas de producción versátil usando el ejemplo de procesos de soldadura con robots cooperantes. Este módulo pretende facilitar la transición de las habilidades necesarias para trabajar en los sistemas de producción habituales hacia sistemas de producción automáticos mediante el uso de robots industriales soldadores.

1. Introducción y objetivos

Hoy en día cada vez son más los retos que las empresas necesitan para adaptarse al mercado. Es por eso por lo que las empresas dedican grandes esfuerzos en inversiones para desarrollar e implementar nuevas tecnologías, nuevos sistemas de producción, nuevos métodos en formación, etc., siendo uno de los principales retos de los sistemas de producción y procesos de trabajo la compensación de las fluctuaciones del mercado. Pero, ¿Cuáles son los principales factores externos que afectan a estos sistemas de producción?

Los cambios demográficos como migraciones o redistribuciones en la población, crisis económicas, cambios políticos, cambios en las competencias laborales, el precio de la energía y materias primas que están muy influenciados por el precio del petróleo son algunos de los factores más importantes que afectan al mercado. Pero, ¿Están todas las empresas preparadas para las continuas fluctuaciones del mercado? Por supuesto que no, sólo las empresas que invierten en asuntos de tecnología, economía, política y sociología podrán sobrevivir y en algunos casos, liderar el mercado.

Pero una respuesta eficaz y eficiente hacia estos cambios no es suficiente. Día a día, los mercados, políticas de empresa y en definitiva la gente que forma parte de una empresa debe estar abierta a nuevos retos sobre la naturaleza cambiante de las cosas. Por eso, los sistemas de producción deben estar listos para estos cambios, entendiendo la tecnología y la gestión con poco esfuerzo y gran versatilidad en todo momento [14]. Teniendo en cuenta que los sistemas de producción al fin y al cabo consisten en personas, son las personas las responsables de llevar a cabo los procesos, controlar equipos de trabajo, toma de decisiones, etc. Siendo indispensable una reacción rápida y anticipada. Una vez llegado a este punto, es posible mencionar dos palabras claves en este trabajo: **Versatilidad y Proactividad.**

Cuando se habla de versatilidad en un sistema de producción, se puede definir como la habilidad de reaccionar rápidamente y económicamente a los cambios inesperados del mercado. Pero cuando versatilidad se refiere a las personas, la palabra correcta sería Proactividad, que es tomar la iniciativa para mejorar las circunstancias actuales, implicando una actitud de esfuerzo en vez de adaptarse pasivamente a las condiciones actuales [38]. Si ambas definiciones se enlazan, es posible afirmar que un comportamiento proactivo en los empleados en un sistema de producción versátil genera un una carrera brillante en los trabajadores y al mismo tiempo más ingresos y beneficios para la organización [37].

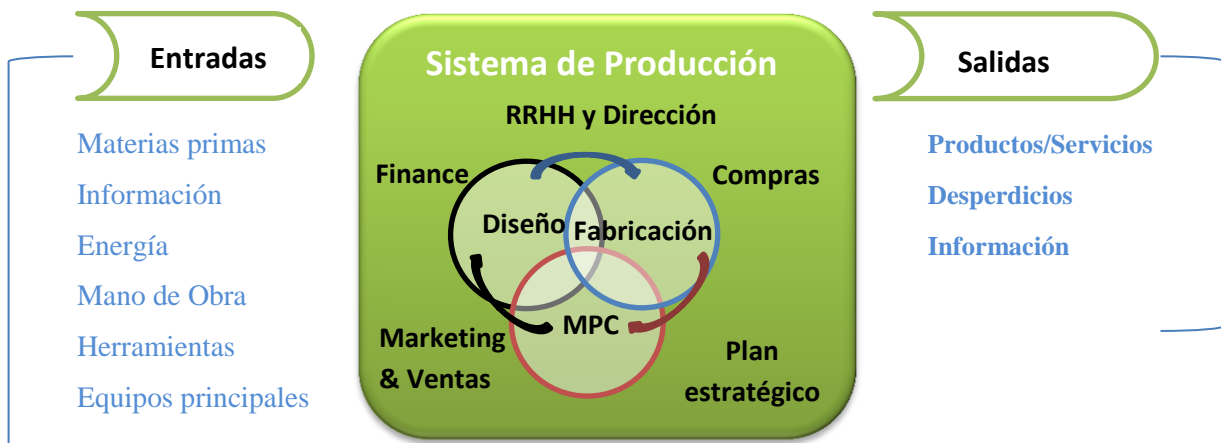
Pero desafortunadamente aún son necesarias muchas mejoras en el comportamiento de muchos empleados. Aspectos como la tecnología, trabajo en equipo, gestión... son aún desconocidos para muchos trabajadores y más aún en el campo de la fabricación.

Actualmente han sido muchas las investigaciones que se han hecho sobre el comportamiento de los trabajadores en diferentes organizaciones [38], análisis de las diferentes competencias necesarias según los diferentes sectores [36] siendo posible clasificar las competencias y sus efectos, como es el caso de [35] donde se hace una clasificación de las distintas competencias y sus efectos en el sector de la manufactura, para finalmente hacer un modelo sobre el comportamiento reactivo y proactivo en los trabajadores [39, 41]. Es bien sabido que los procesos de fabricación han sido desarrollados muchos años manualmente. La soldadura, empaquetamiento, pintado, montaje, etc. Normalmente han sido llevados a cabo manualmente por los trabajadores, pero con la introducción de la automatización, la forma de trabajar se ha cambiado completamente. Sin embargo, para la pequeña y la mediana empresa, la automatización supone un gran reto. Los costes iniciales, la formación de los empleados, y la creación de una filosofía proactiva son algunas de las dificultades a las que se someten cuando la automatización se quiere introducir para conseguir una posición competitiva en el mercado. Para poder superar estas dificultades, es necesario realizar previamente numerosas investigaciones.

Este proyecto está basado en desarrollar un modelo conceptual para caracterizar a trabajadores cualificados en los distintos sistemas automáticos de fabricación. Se centra en sistemas de producción versátiles con el ejemplo de procesos de soldadura con robots cooperantes. Se analizan todos los factores que toman parte en el sistema de producción, centrándose en las competencias necesarias en los trabajadores. Primero, mediante un análisis morfológico se desarrolla un modelo conceptual relacionado con las consecuencias según la estructura jerárquica de la empresa y el plan de formación de la compañía. Como este modelo se basa en módulos de soldadura con robots cooperantes, se desarrolla un modelo específico para un proyecto específico llamado, ProAktiW. Este proyecto consiste en una célula de soldadura de robots cooperantes, está situada en la universidad RWTH de Aachen (Alemania) y está preparada para trabajar en sistemas versátiles ya sea en pequeña o mediana empresa.

2. Proceso de Trabajo

La evolución de la informática y el alto grado de automatización en los últimos años ha hecho que la forma de trabajar de los empleados en un sistema haya cambiado drásticamente. Hablando en general, se puede decir que los sistemas están cambiando continuamente. Para poder explicar estos cambios es necesario definir lo que es un sistema. Se puede definir un sistema con tres grupos: entradas, transformaciones y productos.



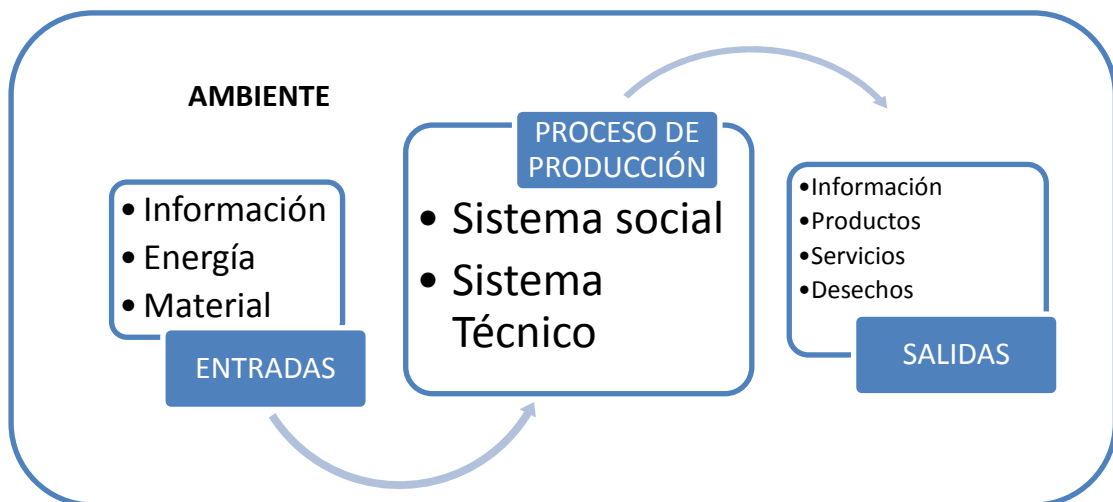
El objetivo de un sistema de producción es proporcionar bienes o servicios que cubran las necesidades de los clientes. Estas necesidades deben ser cubiertas eficientemente, en el momento adecuado y a un precio competitivo.

El sistema de producción mostrado en la Ilustración 1 es la manera que tienen las empresas para realizar productos y debe ser revisado y analizado frecuentemente para realizar mejoras en costes, tiempos y calidad.

Un sistema de trabajo puede definirse como: Sistema que incluye el trabajo de uno o varios empleados incluyendo la tecnología para poder alcanzar el objetivo del sistema en un área determinada. Un ejemplo de un sistema de trabajo puede ser una célula de soldadura con robots cooperantes y un operador de control. Para completar la definición de un sistema podemos desplegar el concepto a su vez en dos sistemas independientes pero que interactúan correlativamente, estos son el técnico y el social.

- Sistema técnico: Se refiere a los procesos, tareas y a la tecnología que se ocupan de transformar las entradas en salidas (productos).
- Sistema social: actitudes, habilidades, valores personales, relaciones profesionales...

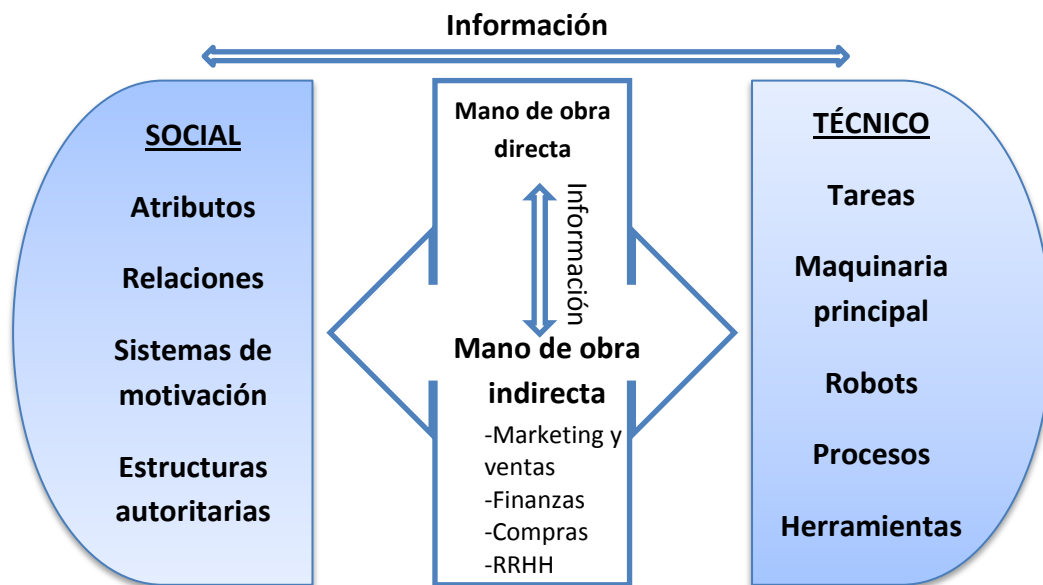
Se asume que las salidas correspondientes al sistema de trabajo antes mencionado son el resultado de la interacción del sistema social y técnico.



La estructura mostrada en la figura consta de tres grandes grupos correspondientes al sistema de producción descrito previamente, estando inmersa en el ambiente.

1. Entradas: Se considera todo lo que entra en el sistema de producción llevado a cabo por el proceso de fabricación. Esto incluye información, materia prima y energía.
2. Salidas: Las salidas corresponden con todo lo obtenido del proceso de producción. Estos elementos son los productos o servicios que corresponden con las necesidades de los clientes, información obtenida importante que puede ser recolectada como por ejemplo feedback, soluciones aplicadas, etc., finalmente los desechos obtenidos tienen que ser reutilizados, en segundo lugar reciclados y si no es posible desechados.

3. Proceso de producción: El proceso de producción consta de dos sistemas, técnico y social. Estos dos sistemas incluyen Mano de obra, Herramientas y equipos. Este se muestra en el siguiente esquema:



Es importante tener en cuenta que la información fluye por todo el sistema interconectando a todos los componentes del sistema de trabajo.

El ambiente también juega un papel importante en el que sus distintos sistemas influyen directamente en el proceso de producción, en los trabajadores e incluso en la maquinaria.

3. Aptitudes necesarias basadas en la soldadura con robots cooperantes

Para que un empleado pueda considerarse un buen soldador en un ambiente versátil donde se usan robots cooperantes es muy importante tener algunas aptitudes, valores, comportamientos de trabajo, etc.

Palabras como proactividad y flexibilidad deben estar presentes en cualquier sistema, siendo el único modo de trabajo en ambientes actuales donde robots, especificaciones del cliente, tecnología, etc. cambian diariamente.

Hay que tener en cuenta también que las competencias necesarias para trabajador en su puesto del trabajo dependerán del sector, grado de automatización y muchos otros factores.

A continuación, se enumeran en tres grandes bloques algunas de las características principales para que un soldador en ambientes versátiles ejerza adecuadamente su profesión:

1. Competencias
 - a. Control

- b. Escucha activa
- c. Pensamiento crítico
- d. Competencias lingüísticas
- e. Tolerancia
- f. Responsabilidad
- g. Etc.

2. Conocimientos

- a. Mecánicos
- b. De producción
- c. Seguridad y salud
- d. Administración y Dirección
- e. Atención al cliente
- f. Idiomas
- g. Electrónica e informática
- h. Tecnología
- i. Control de personal y recursos humanos

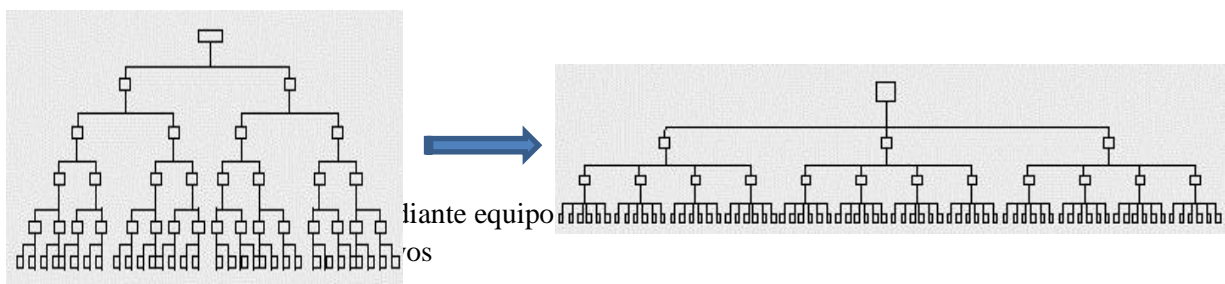
3. Aptitudes

- a. Cooperación
- b. Iniciativa
- c. Tolerancia al estrés
- d. Estar alerta
- e. Sensibilidad
- f. Integridad
- g. Proactividad
- h. Auto control
- i. Pensamiento racional
- j. Independencia
- k. Ser ambicioso
- l. Liderazgo
- m. Social

Por supuesto entran en juego otros muchos factores que forman parte más de la organización y tipo de empresa que del trabajador.

Estos factores pueden ser:

1. Si la empresa lleva una jerarquía plana o no.



4. Tipo de selección y formación al inicio y durante la trayectoria profesional
5. Si los trabajadores están involucrados en las decisiones de la empresa.
6. Seguridad y salud
7. Motivación: Comunicación, Igualdad, Desempeño de tareas, Reconocimiento,...

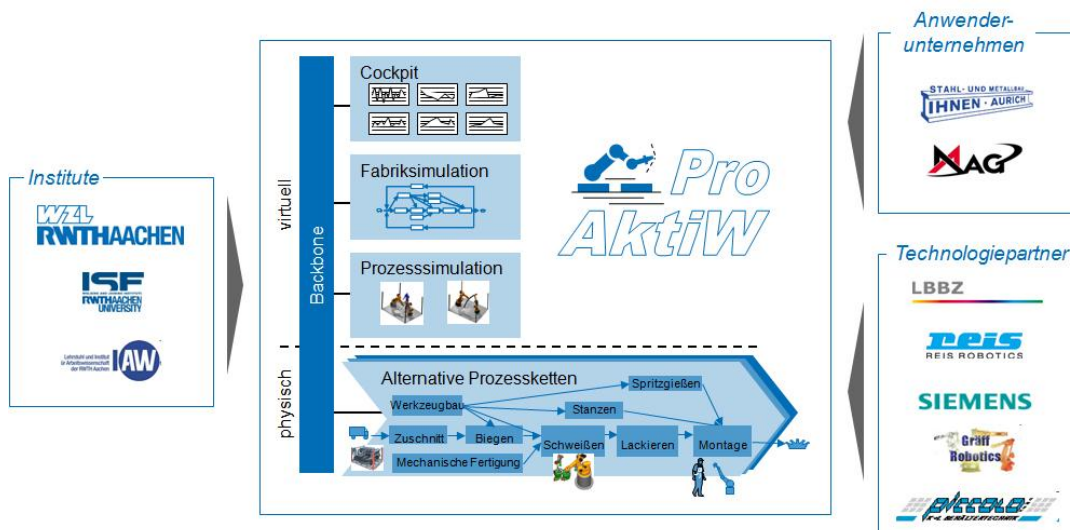
4. Modelo conceptual aplicado a la célula de soldadura ProAktiW

4.1 Célula de soldadura ProAktiW

ProAktiW es un proyecto que su meta es el desarrollo y el diseño de un sistema de soldadura versátil mediante el uso de robots cooperantes, para pequeñas y medianas empresas donde la tecnología, organización y la instalación están integradas.

En esta célula hay varios elementos que interactúan constantemente, por lo que es imprescindible su análisis para determinar el grado de versatilidad y encontrar los posibles cuellos de botella del sistema. También se intenta que el sistema sea eficiente tecnológicamente y económicamente.

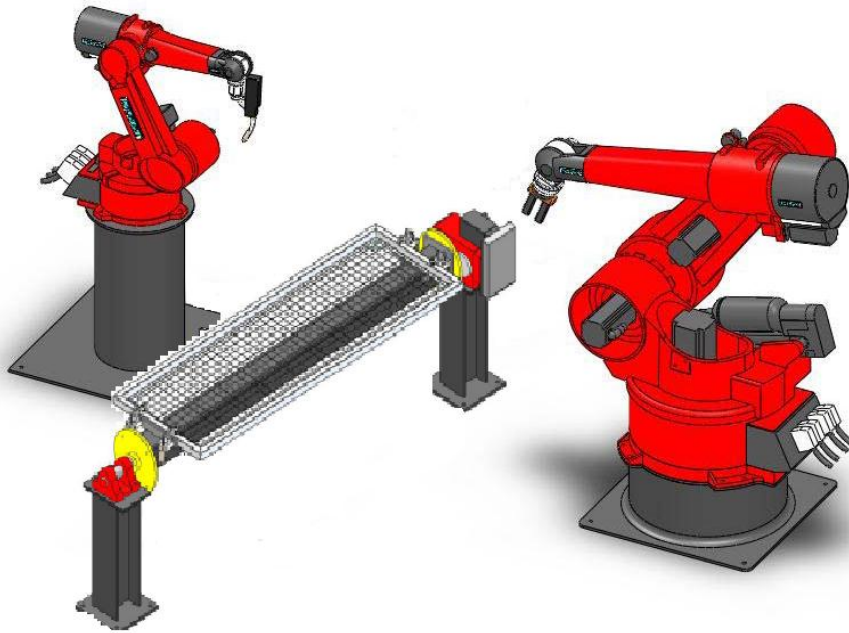
Para el desarrollo de este sistema están participando institutos diferentes de la universidad RWTH de Aachen (WZL, IAW e ISF), así como siete empresas. La universidad es la responsable del desarrollo de la tecnología, soluciones y coordinación de tareas; y las empresas aportan tecnologías innovadoras y procesos al proyecto.



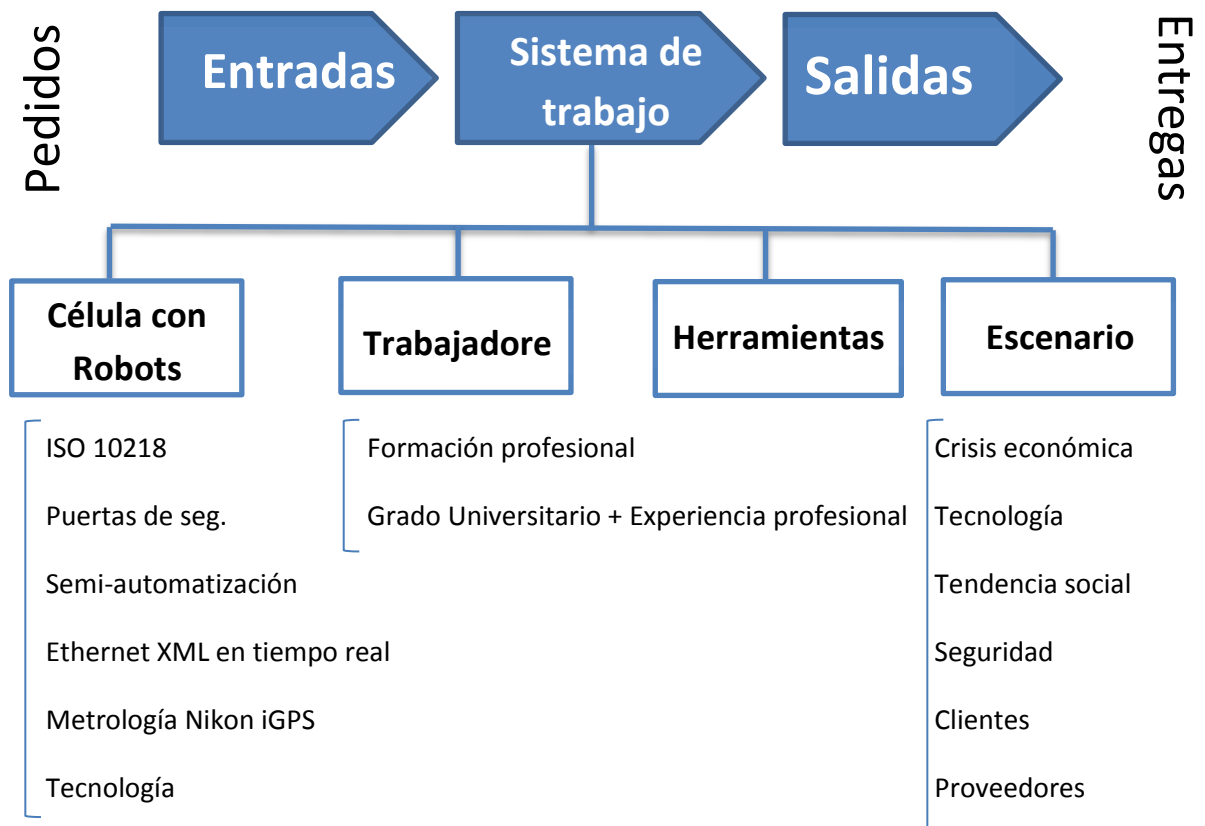
La celda de soldadura ProAktiW consiste en una combinación de distintos elementos:

- Robot KUKA KR60 y KR16 para ensamblaje

- Robot Reis RV 2130-60 y RV20-16 para la fijación de la pieza
- Celda de protección diseñada acorde al Standard ISO10218.



4.2 Modelo conceptual aplicado:



5. Referencias

- [1] Catalog: http://www.motoman.es/uploads/tx_catalogrobot/VS50_E_03.pdf
Consulted in 30/07/2012
- [2] Catalog: <http://www.motoman.com/datasheets/VA1400.pdf>
Consulted in 30/07/2012
- [3] Yanling Xu , Huanwei Yu, Jiyong Zhong, Tao Lin, Shanben Chen: Real-time seam tracking control technology during welding robot GTAW process based on passive vision sensor, School of Materials Science and Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China 2012.
- [4] AWL Techniek Web Page: <http://en.awl.nl/Default.aspx?tabid=1767>
Consulted in 31/07/2012
- [5] L. De Giovanni, F. Pezzella: An Improved Genetic Algorithm for the Distributed and Flexible Job-shop Scheduling problem, Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata, Università degli studi di Padova, Italy 2007
- [6] Denis Silva, David Cavallin, Corey Dabrowski, Andre Paseschnikoff: Robotic Welding Cell Design Final Report: Lincoln Electric's System 50 HP Platform, University of Manitoba, Dec 2011.
- [7] Industrial News posted in 2011: <http://www.welding-robots.com/blog.php?tag=184>
Consulted in 1/08/2012
- [8] AWL Techniek news: <http://en.awl.nl/Default.aspx?tabid=2899>
Consulted in 1/08/2012
- [9] Chudakov, A. D.; Shchetinin, D. D.: Flexible production systems, Moscow, USSR Nov. 1985.
- [10] Nissan – SHATAI: <http://www.nissan-shatai.co.jp/new/eng01/technology/flexible.htm>
Consulted in 8/8/2012
- [11] Toyota Web Page:
http://www.toyotaglobal.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/
Consulted in 9/08/2012
- [12] Transversal Analysis on the Evolution of Skills Needs in 19 Economic Sectors, Report prepared by Oxford Research for DG Employment, Social Affairs and Equal Opportunities, January 2010.

- [13] Robert Booth, Education and skills have long-term effect on cities' economic well being, Guardian.co.uk 12/07/2012
- [14] R. Schmitt, A. Schönberg, C. Lamers and F. Demeester, Global referencing systems and their contribution to a versatile production, September 2011.
- [15] Robotic adaptive gripper, two finger model, ROBOTIQ.
- [16] Robotic adaptive gripper S model instruction manual, ROBOTIQ 2012.
- [17] Martinš Sarkans and Lembit Roosimölder: Implementation of robot welding cells using modular approach, University of Technology Estonia 2007.
- [18] IRC5 Industrial Robot Controller Data Sheet, ABB.
- [19] Operating manual RobotStudio, ABB.
- [20] Making Information Work, Machine-Information-Systems.com
- Consulted on 20/08/2012
- [21] Bostrom, R. P. and J. S. Heinen,:"MIS Problems and Failures: A Socio-Technical Perspective. MIS Quarterly, 1977.
- [22] Walter J. Sperko, P. E., Sperko Engineering Services, Inc., Understanding "Position" in Welding.
- [23] Cary, Howard B. and Scott C. Helzer: Modern Welding Technology. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, 2005.
- [24] Guixiu Qiao, Roberto Lu, and Charles McLean: Flexible Manufacturing System for Mass Customization Manufacturing.
- [25] T. Tolio, "Design of Flexible Manufacturing Systems", Methodologies and Tools. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009.
- [26] H.J. Warnecke, R. Steinhilper, "Flexible Manufacturing Systems", IFS Publications Limited and Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1985.
- [27] Jim Browne, Didier Dubois, Keith Rathmill, Suresh P. Sethi, Kathryn E. Stecke: Types of flexibilities and classification of flexible manufacturing systems, Working paper n° 367 Feb. 1984.
- [28] Maldenbaum, Marvin: Flexibility in Decision-Making, and exploration and unification. Department of industrial Engineering, university of Toronto, Canada 1978.

- [29] Stecke, Kathryn E.: Formulation and solution of nonlinear integer production planning problems for flexible manufacturing systems. *Management Science* Vol.29 N°3 March 1983.
- [30] ASME section IX, Welding and Brazing qualifications.
- [31] The Dream Team, *IET Computing & Control Engineering*, August/September 2006.
- [32] Y. Uny Cao, Alex S. Fukunaga, Andrew B. Kahng: Cooperative Mobile Robotics: Antecedents and Directions, *Autonomous Robots*, 4, 1–23, 1997.
- [33] Stefan Schlott: Team work between Humans and Robots, ATZ production worldwide Edition: 2008-02.
- [34] Mikell P. Groover, Nicholas G. Odrey, Mitchel Weiss: *Industrial Robotics*
- [35] Niven Winchester, David Greenaway and Geoffrey V. Reed: Skill Classification and the Effects of Trade on Wage Inequality, Dec 2005.
- [36] Kenneth J. F. Johnson, M.Ed.: An examination of common skills lexicon in the manufacturing sector.
- [37] Mazlina Abdul Majid: Human Behavior Modeling: An investigation using traditional discrete event and combined discrete event and agent-based simulation. University of Nottingham, March 2011
- [38] Crant, J. M.: "Proactive Behaviour in Organizations, In Proceedings of Journal of Management.", 26(3): 435-462, 2000.
- [39] Halpin, T. and G. Wagner: Modeling Reactive Behavior in ORM Conceptual Modeling - ER 2003 Springer Berlin / Heidelberg.
- [40] Kendall, E. A., et al.: Patterns of Intelligent and Mobile Agents. In the Proceedings of International Conference on Autonomous Agents 92-99, 1998.
- [41] Parker, S. K., et al.: "Modeling the Antecedents of Proactive Behavior at Work." *Journal of Applied Psychology* 91(3): 636-652, 2006.
- [42] Ferber, J. and A. Drogoul: Using Reactive Multi-Agents Systems in Simulation and Problem Solving. *Distributed Artificial Intelligence: Theory and Praxis*. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1991.
- [43] Russ Wood: Design considerations for robotic welding cell safety.

[44] FROMMELT safety products Web Page: www.frommeltsafety.com

Consulted on 15/10/2012

[45] R.Schmitt, A.Schönberg, C. Lamers and F.Demeester: Global referencing systems and their contribution to a versatile production, 2011.

[46] <http://www.proaktiv.de>

Consulted on 13/11/12

[47] RV10-6_RV20-6_RV20-16_5110721_.pdf

[48] RV130-xx_5171757_.pdf