



XI Congreso Mexicano de Robótica 2009

Celaya Guanajuato, México

29 de Septiembre al 2 de Octubre, 2009

Bienvenida
Fechas Importantes
Información Autores
Inscripciones
Programa Técnico
Talleres
Concursos
Comités
Premio Rafael Kelly
Programa Social
Hotel Sede

Bienvenida > Comités



Comités

COMITÉ EVALUADOR:

- Dr. Rafael Kelly
- Dr. Emilio Jorge González Galván
- Dr. Víctor Santibáñez Dávila
- Dr. Juan Manuel Ibarra Zannatha
- Dr. Alfonso Pámanes García

COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL:

- Dr. Horacio Orozco Mendoza [horacio@itc.mx]
- Dra. Karla A. Camarillo Gómez [karla@itc.mx]
- M.C. José Guadalupe Zavala
- M.I. Martín Caudillo
- M.C. José I. Núñez Varela

MESA DIRECTIVA AMRob:

- Dr. Rubén Garrido Moctezuma (Presidente)
- Javier Campos Manríquez (Vicepresidente)
- Dra. Karla A. Camarillo Gómez (Secretario)
- Dr. Ambrocio Loredo Flores (Tesorero)
- M.C. José I. Núñez Varela (Editor)



Enseñanza de la Administración y Desarrollo de Proyectos Mecatrónicos

Vargas-Soto E. y Chávez-Velázquez R.

Abstract—The present paper shows an original idea about the engineering project management in the field of Mechatronics, which is presented as an information process and strategy to drive any system or business in its fait to survive, reproduction or coexistence. A reflection about the traditional teaching process of electromechanical engineering projects is done. It is a fact, that in the shadow of each product there are production lines, and technology that engineers design to make possible that products, from the concept to the market. Special mention should be given to a multidisciplinary approach called "Mechatronics". Engineers on Mechatronics are educated to apply methods and technology with integral point of view by using the mechanics engineering, electronics engineering and information systems. An engineer with integral vision and expertise will be in very good conditions to develop original solutions with a good perspective to make new business.

Resumen— El presente artículo muestra una idea original asociada a la administración de proyectos en el área de mecatrónica, la cual es presentada como un como un proceso de información y estrategia para dirigir cualquier sistema o negocio en su lucha por la sobrevivencia, la reproducción y la convivencia [1]. Se efectúa una reflexión sobre el proceso de enseñanza tradicional de proyectos de ingeniería en el área de sistemas electromecánicos. Es un hecho, bajo la sombra de cualquier producto existen líneas de producción y tecnología que los ingenieros diseñan para hacer posible esos productos, desde el concepto hasta el mercado. Especial mención se refiere al enfoque multidisciplinario llamado "Mecatrónica". Los ingenieros mecatrónicos son educados para aplicar métodos y tecnología desde un punto de vista integral, utilizando la ingeniería mecánica, la electrónica y los sistemas computacionales. Un ingeniero con una visión integral y experiencia estará en muy buenas condiciones para desarrollar soluciones originales con una buena perspectiva para hacer nuevos negocios [2].

I. INTRODUCCIÓN

EL proceso de enseñanza tradicional de la mecatrónica, la Electrónica y a la robótica se ha orientado por varias décadas a conocer aspectos técnicos de cada disciplina en la gran mayoría de las escuelas de Ingeniería. Integrando de

forma aislada las asignaturas de cada área en proyectos académicos, cuando se tiene alguna posibilidad de realizarlos. Como complemento a estos conocimientos, en ocasiones los alumnos reciben también clases de algunas disciplinas de áreas diferentes a la Ingeniería como: humanidades, administración o filosofía. No obstante, la integración de dichas asignaturas dentro de su ejercicio profesional en ocasiones no están del todo asimilada por los estudiantes, quienes por su inexperiencia y falta de juicio profesional aún no desarrollado desmerecen los contenidos de dichas asignaturas. El resultado bajo este enfoque de enseñanza es un egresado con un gran conocimiento técnico pero con escasa sensibilidad para administrar de forma exitosa un proyecto de corte tecnológico. De aquí la importancia de este trabajo en proponer un nuevo enfoque en la enseñanza de la ingeniería mecatrónica.

II. ENSEÑANZA TRADICIONAL

Los programas académicos tradicionales de ingeniería están basados esencialmente en la enseñanza de la ingeniería bajo un proceso secuencial. Durante los primeros años, los estudiantes aprenden acerca de las matemáticas, la física, la electricidad, electrónica y algunos tópicos relacionados con su programa específico de ingeniería. En los siguientes años, desarrollan cursos sobre diseño, manufactura o producción como base de su educación. Al final, algunas asignaturas de tipo integrador son desarrolladas por el estudiante: proyectos, pruebas, control, administración, entre otras. En donde se pretenden lograr habilidades que le serán de utilidad en su trabajo futuro. El resultado es un profesional con un limitado enfoque para visualizar oportunidades, y soluciones tecnológicas en términos interdisciplinarios [3]. En la última década, algunas Universidades han reportado cambios en su proceso educativo. Algunos de estos cambios incluyen experimentación, proyectos académicos e investigaciones de tipo industrial, así como participación en competencias, entre otras. El objetivo de estas acciones fue mejorar la educación de los estudiantes con la clara idea de que los estudiantes "pongan las manos" en la realización de proyectos reales y útiles [4], [5] y [6].

Artículo enviado con autorización excepcional el 7 de septiembre del 2009.

Vargas-Soto José Emilio. Se desempeña como Director de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Anáhuac México Sur. Investigador en el área de Mecatrónica. Consultor de empresas del bajo (e-mail: emilio.vargas@anahuac.mx).

Chávez-Velázquez Raúl, Se desempeña como Coordinador Académico de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Anáhuac México Sur. Actualmente se encuentra realizando estudios de Doctorado en Administración en la misma Universidad. (Tel. 5628 8800 ext 431; e-mail: raul.chavez@anahuac.mx).

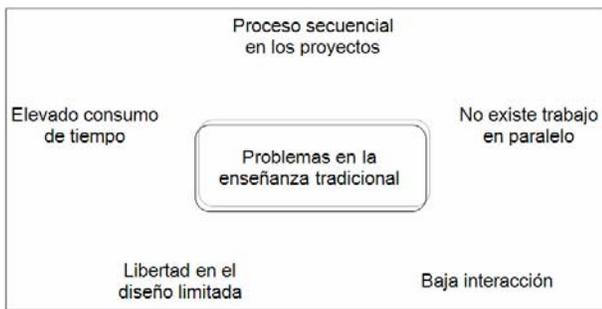


Fig 1. Algunos problemas en la enseñanza tradicional de la Ingeniería Mecatrónica.

III. PROPUESTA A LA ENSEÑANZA DE LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS

Primeramente se introduce el concepto de saga. La Real Académica de la Lengua Española define saga como un relato novelesco que abarca las vicisitudes de dos o más generaciones de una familia [7]. En este artículo se aprovechará este concepto y se redefinirá que una saga es un relato de un fenómeno que abarca los sucesos de sus componentes y los muestra de forma secuencial para facilitar la administración de un proyecto de tipo mecatrónico. En algunos fenómenos la saga funciona en ciclos: el estado de tensión crece, toca el clímax (del suceso), decrece, entra en recesión, cambia de dirección, avanza, retrocede, se desliza, explota [1]. La Fig. 2 ilustra el comportamiento de la saga para lograr objetivos estratégicos, con base en el lograr objetivos específicos en un periodo de tiempo determinado.

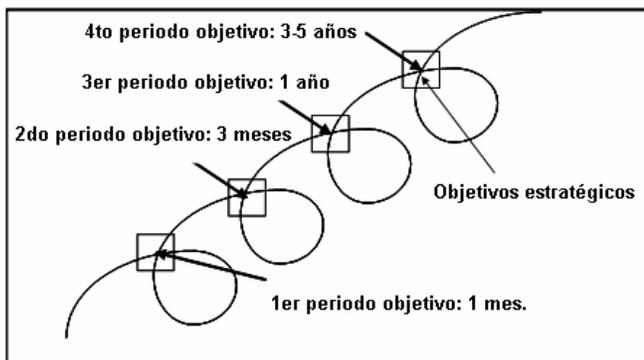


Fig. 2. Representación gráfica de la saga

Bajo este enfoque, los autores proponen una representación gráfica que permita enseñar a estudiantes de ingeniería la forma en cómo se puede administrar un proyecto de ingeniería mecatrónica, propiciando la consecución de objetivos específicos de tal forma que facilite su comprensión y aplicación de manera práctica. La Fig. 3 muestra las sagas que se proponen en este trabajo para lograr la administración del proyecto mecatrónico. La saga 1 se refiere al Tema, esto es el asunto de análisis que da origen al proyecto mecatrónico. La saga 2. Se refiere a la colecta de

datos, es decir: el proceso de levantamiento de datos del fenómeno a estudiar. La saga 3, denominada Procesamiento de información, se orienta principalmente al tratamiento de los datos mediante técnicas y métodos que los organicen y presenten – a los mismos datos o los resultados de operarlos – de manera útil y comprensible. La saga 4, denominada: Diagnóstico, tiene como propósito emitir una calificación del fenómeno analizado a través de la información generada. La saga 5, llamada: Alternativas de solución, es un proceso creativo de; a) Definición de criterios de selección y la escala de evaluación de cada uno de dichos criterios, y b) Propuesta de diferentes alternativas que satisfagan la posible necesidad generada por el fenómeno. La saga 6, denominada: Decisión, so orienta en lograr una calificación de cada alternativa con base en los criterios y las escalas definidas para su comparación y la elección de aquella alternativa que sea encontrada como la más conveniente. La saga 7, llamada: Planeación, es un proceso mediante el que se desarrolla la estrategia a seguir para lograr la visión propuesta por la alternativa seleccionada. La saga 8, definida como: Implementación y administración, se refiere a la ejecución del plan definido para realizar el proyecto. La saga 9, denominada: Supervisión, se enfoca a la verificación del logro de los hitos establecidos en el plan mediante la medición del logro de la estrategia y la identificación y definición de las posibles desviaciones encontradas. Finalmente la saga 10, llamada: Retroalimentación, no es otra cosa sino en análisis de la información del avance y logro de la estrategia y sus desviaciones, a fin de dar inicio a un nuevo ciclo.

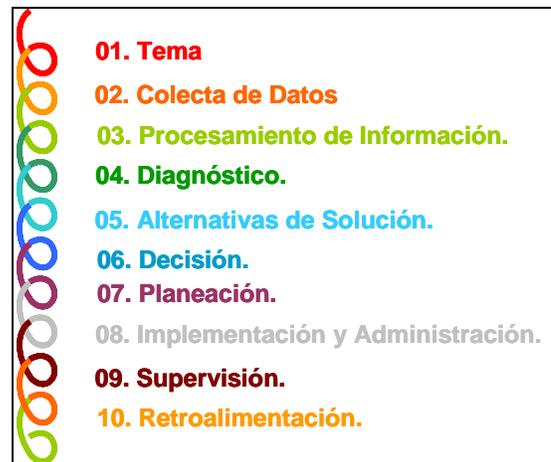


Fig.3. Representación gráfica de la saga para Administrar Proyectos de tipo Mecatrónico

IV. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Como parte del conocimiento necesario para administrar las actividades asociadas al desarrollo de proyectos mecatrónicos, en este trabajo se presenta una metodología que los autores han utilizado con éxito para gestionar las actividades de desarrollo de proyectos de éste tipo. Esto ha permitido lograr reducciones considerables de tiempo de desarrollo del proyecto, así como facilitar la interacción entre los participantes del trabajo. El método utilizado se ha

aplicado anteriormente para desarrollar las máquinas industriales, así como diversos proyectos de investigación [8], [9] y [10]. Sin embargo, por la naturaleza de los proyectos industriales, estos presentan características diferentes a proyectos académicos, principalmente en tiempo y aplicación. El proyecto industrial requiere una interacción rápida y dinámica orientada para reducir el tiempo del proyecto y para conseguir resultados inmediatos. La Fig. 4 demuestra un mapa conceptual del método utilizado.

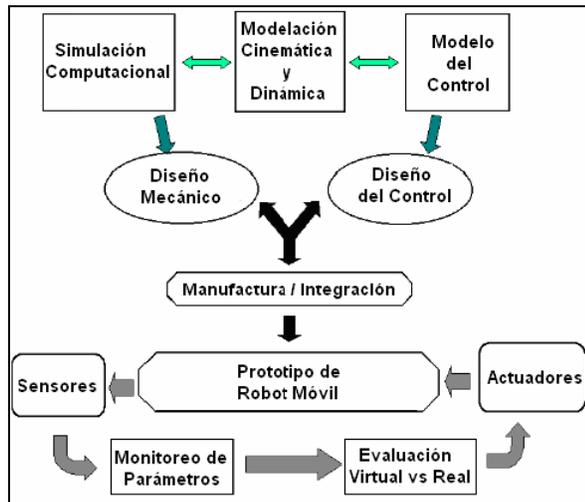


Fig. 4. Mapa conceptual del proceso de desarrollo del proyecto mecatrónico.

Una vez conceptualizado el diseño del prototipo, se recomienda dividir actividades por grupos de trabajo. Dependiendo del tipo de proyecto, perfil de participantes del proyecto y número de integrantes se podrán formar tantos equipos como se requiera. Sin embargo, se recomienda la formación de un equipo dedicado a la modelación y simulación de las ecuaciones matemáticas del sistema a desarrollar, otro equipo para realizar el diseño mecánico y otro equipo para realizar el diseño del sistema de control. Como se podrá observar de la Fig. 4, el método consiste primero en determinar las ecuaciones de la física que modelan el comportamiento cinemático de estructura del robot o máquina mecatrónica, a fin de evaluar la disposición y sus dimensiones. El modelo de la cinemática una vez obtenido, pasa a ser evaluado en simulación a fin de asegurar su definición. De esta forma se evalúan los parámetros cinemáticos y las dimensiones del robot mediante simulación computacional. De esta forma se determinan las características funcionales y dimensionales del prototipo. El paso siguiente de esta metodología consiste para en diseñar y construir los sistemas que componen al robot. En esta parte, por lo general, es posible también realizar el diseño del control. Durante la fabricación y ensamble se determinan principalmente la necesidad de efectuar algunos cambios en los diseños originales, por lo que es común modificar algunos parámetros y dimensiones de los componentes del prototipo de robot o máquina mecatrónica. Dichos cambios pueden ser ocasionados, entre otros factores por las características de los materiales utilizados, las condiciones

de trabajo, la fricción o condiciones inerciales no consideradas en el modelo. Se recomienda, para mejorar los modelos

físicos analizar dichos cambios mediante simulación computacional con programas especializados. Así mismo, es importante documentar cualquier cambio en el prototipo.

Una vez lograda la primera versión del prototipo de robot el paso siguiente de la metodología consiste en evaluar el comportamiento real del robot y comparar su funcionamiento con los modelos matemáticos. Esta última tarea tiene como

finalidad modificar y mejorar los modelos usados para diseñar el robot y de esta forma conseguir un mejor entendimiento del comportamiento real que presentan este tipo de máquinas.

V. PROPUESTA DE CAMBIOS EN PROGRAMAS ACADÉMICOS

El incremento impacto de la tecnología y la dinámica del mercado global nos muestra una gran oportunidad para incorporar nuevas estrategias de enseñanza en los programas académicos de Ingeniería Mecatrónica o carreras afines a Robótica. La interacción sinérgica entre varias disciplinas de la Ingeniería son necesarias para encontrar la técnica con los cambios tecnológicos que se presentan en el futuro. En este contexto, merece especial consideración la “Mecatrónica”, ya que su fundamento se basa en la combinación sinérgica de la ingeniería mecánica, la electrónica y los sistemas computacionales. Por otra parte, recientemente una educación con visión integral que provee habilidades de negocios a estudiantes de ingeniería ha mostrado buenos resultados en corto tiempo. En esta nueva forma de enseñanza, estudiantes y profesores crean nuevos potenciales negocios con la intención de colocar en el mercado nuevos productos con valor tecnológico. Pocas Universidades en el mundo han adoptado esta nueva estrategia en sus procesos educativos [11] y [12].

La renovación de los programas académicos de ingeniería en la Universidad Anáhuac México Sur ha adoptado este enfoque a partir de los últimos dos años. Específicamente el programa de Ingeniería Mecatrónica ha sido renovado tomando en cuenta un importante componente de enseñanza hacia la administración de proyectos de ingeniería, sin olvidar los aspectos técnicos de la profesión. Así mismo se han considerado asignaturas asociadas con la formación humana y ética del ingeniero, como un elemento fundamental que todo profesionista debe aprender. La Fig. 5 muestra de forma esquemática los aspectos de enseñanza que el ingeniero mecatrónico se encuentra desarrollando bajo este enfoque integrador.

VI. RESULTADOS

Diversos proyectos de tipo académico han sido realizados siguiendo las metodologías aquí expuestas. Tanto a nivel licenciatura como postgrado. Durante los últimos tres años se ha notado un desarrollo creciente de los estudiantes. Sobre todo la interacción de alumnos de semestres avanzados de licenciatura con alumnos de los primeros semestres fomenta el desarrollo del juicio profesional y la concesión de una seriedad en el trabajo profesional. Algunos de los trabajos han sido presentados en congresos nacionales e internacionales por los propios alumnos, lo que les motiva para lograr una formación más completa que les permita afrontar con éxito su desarrollo profesional.

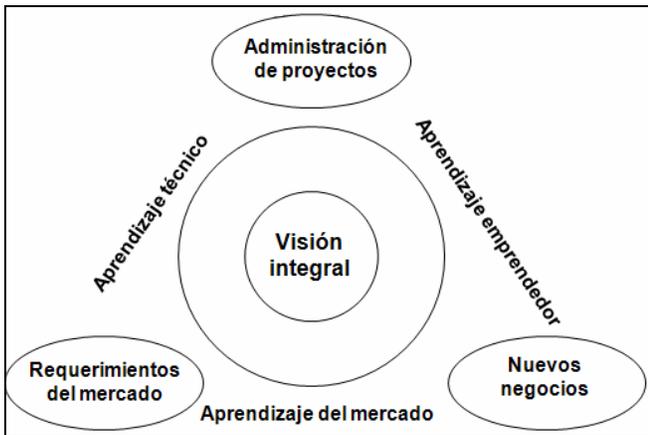


Fig. 5. Modelo educativo de visión integral.

La visión de enseñar ingeniería mecatrónica considerando una formación interdisciplinaria no es una nueva idea. Existen diferentes Universidades que han desarrollado métodos didácticos con buenos resultados [13] y [14]. La Ingeniería Mecatrónica presenta excelentes condiciones para propiciar en los estudiantes el desarrollo de habilidades de diseño, control, manufactura y negocios. Los robots son un ejemplo esencial como máquinas mecatrónicas, pero también pueden ser procesos industriales altamente automatizados, o incluso un servicio puede ser considerado como un producto mecatrónico. En los últimos tres años, se han desarrollado diversos proyectos de corte mecatrónico por alumnos que anteriormente no habían sido formados con esta metodología, ni tampoco habían desarrollado cursos en donde se les enseñaran algunas áreas del conocimiento como:

- Requerimientos del Mercado
- Desarrollo de producción
- Administración de proyectos
- Cadena de suministros
- Valores humanos y éticos
- Financiamiento de proyectos

La idea ha sido desarrollar proyectos con un claro enfoque hacia lograr beneficios reales. Los proyectos de la vida real inducen a los estudiantes a formular y resolver problemas en equipo, a diseñar estrategias de solución y pulir una visión de comercialización de sus proyectos.



Fig. 6 Robot todo terreno (2007)

La Fig. 6 ilustra el robot todo terreno desarrollado por alumnos de licenciatura, bajo la dirección de un alumno de Maestría [15].

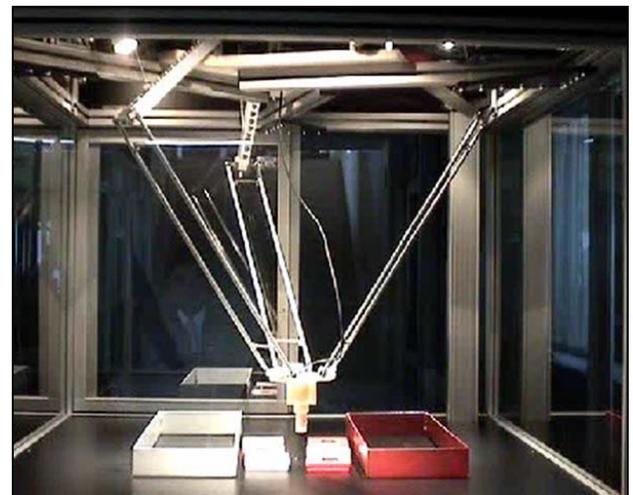


Fig. 7 Robot todo terreno (2008)

La Fig. 7 ilustra el robot paralelo para manufactura ágil desarrollado por alumnos de licenciatura, bajo la dirección de un profesor de la carrera de Ingeniería Mecatrónica [16].

- Congreso Nacional de Mecatrónica, Instituto Tecnológico de San Luis Potosí – Asociación Mexicana de Mecatrónica A.C. México, 2007.
- [16] Méndez Canseco Mauricio C., Cado Robledo Carlos A., y Vargas Soto Emilio “Desarrollo de un Robot Paralelo para Manufactura Ágil”, Memorias del 10 Congreso Mexicano de Robótica. Facultad de Ingeniería, Universidad Anáhuac México Sur- Asociación Mexicana de Robótica A.C., 2008

VII. CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado una propuesta que permita la Administración de proyectos de tipo mecatrónico basado en sagas. Así mismo mostrado una metodología que facilita el desarrollo de proyectos mecatrónicos. Se ha realizado una reflexión sobre la enseñanza de la ingeniería mecatrónica, y se ha propuesto un modelo educativo considerando tres pilares considerados esenciales: a) Aprendizaje Técnico; b) Aprendizaje del mercado y c) Aprendizaje emprendedor. Finalmente, se han comentado los resultados obtenidos y se ilustrado algunos proyectos realizados en los últimos dos años.

REFERENCES

- [1] De Gregori Waldemart, “Capital Intelectual” Ed. New York: McGraw-Hill, 2002.
- [2] Vargas-Soto E. , “Teaching Mechatronics with Real Projects and Integral Vision”, Clute Institute for Academic Research, Proc. of the Teaching and Learning Conference, ISSN 1539-8757, Salzburg, Austria, Junio 23-26, 2008.
- [3] Ann Greeneval, “Olin Colleague Back Traditional Engineering Education”, Boston Business Journal, January 24, 2003.
- [4] Sylvie Ursulet and Denis Gillet, “Introducing flexibility in traditional engineering education by providing dedicated on-line experimentation and tutoring resources”, International Conference on Engineering Education 2002.
- [5] Gillet, D., Latchman, H.A., Salzmann, Ch. and Crisalle, O.D., “Hands-On Laboratory Experiments in Flexible and Distance Learning”, Journal of Engineering Education, 2001.
- [6] Drews, P., and Starke, G , “Welding in the Century of Information Technology”, Welding World. Vol. 34, 1994.
- [7] <http://www.rae.es/rae.html> (28/10/2008). Real Academia Española.
- [8] Vargas E., Reynoso G., Villarreal L, Mier R., “Diseño de un Robot Industrial para Aplicaciones de Limpieza en Subestaciones Eléctricas”, Memorias del 3er. Congreso Mexicano de Robótica, Asociación Mexicana de Robótica. Septiembre 2001, Querétaro.
- [9] Gorrostieta E., y Vargas E. , “Locomoción Libre para un Robot de Seis Patas”, 3er. WSEAS Conferencia internacional sobre el proceso de señal, la robótica y la automatización, ISPRA 2004, ISBN 960-8052-95-5, del 13 al 15 de febrero, Salzburg, Austria. 2004.
- [10] Vargas E, Rodríguez W., “Diseño de Mecatrónico de una máquina automática para manipular la hoja de la cartulina”, Memorias del International Congress on Mechatronics and Robotics, MECH&ROB 2004, IEEE, Centro Europeo de Mechatronica, ISBN 3-938153-30-X, Del 13 al 15 de septiembre de 2004, Alemania.
- [11] Sankai, Y. , “Leading Edge of Cybernics: Robot Suit HAL”, SICE-ICASE, 2006. International Joint Conference Volume , Issue , 2006.
- [12] “MIT Media Laboratory. inventing a better future”, The Media Lab at a Glance, <http://www.media.mit.edu> , 2008.
- [13] D.R. Woods, J.E. Stice, and A. Rugarcia, “The Future of Engineering Education: II. Teaching Methods that Work”, Felder, R.M., Chemical Engineering Education. 2000.
- [14] Eric Asa, “Incorporating a Real World Project into an Engineering Course”, 9th International Conference on Engineering Education, 2006.
- [15] Ortíz Sánchez Navarro David Alfredo, Méndez Canseco, Mauricio Cirilo y Vargas Soto José Emilio, “Robot Móvil todo Terreno”, 6to.