

EL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS DE LABORATORIO COMO MEDIO PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS

S. Sánchez-Caballero¹; M.A. Selles²; J.E. Crespo¹; F.Parres¹; E. Perez-Bernabeu. E.²,

¹*Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales*

²*Departamento de Estadística en Investigación operativa*

*Universidad Politécnica de Valencia
Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n 3801 Alcoy*

RESUMEN (ABSTRACT)

Los recursos de los que disponen las universidades y/o los profesores suelen ser muy limitados por lo que la mejora de los laboratorios en muchos casos es una cuestión de imaginación e ingenio. En el presente artículo se muestra como pueden suplirse estas carencias mediante el desarrollo completo de prototipos, logrando a su vez una mayor implicación y motivación en las asignaturas. El desarrollo de proyectos hasta su fase de fabricación va mucho más allá supone un verdadero desarrollo de competencias por parte del alumno. En el presente trabajo se analizan los siguientes equipos existentes que fueron proyectados total o parcialmente por alumnos: máquina de ensayos de perfiles a flexo-torsión, máquina de ensayos a la tracción de materiales compuestos, máquina de ensayos de compresión volumétrica, manipulador tridimensional cartesiano así como un conjunto de maquetas de mecanismos.

Palabras clave: Prototipo, maqueta, laboratorio, competencias.

1. INTRODUCCIÓN

Los recursos de que disponemos los profesores tanto para la enseñanza como la investigación suelen ser bastante limitados, aún más cuando se trata de campus periféricos al gran campus, donde los recursos vienen con cuentagotas.

Tras más de ocho años en la docencia de la asignatura de Diseño de Máquinas, y tras haber visitado varias universidades extranjeras con sus modernos y dotados laboratorios, pensamos que tal vez no fuera tan difícil conseguir mejorar los recursos de nuestros laboratorios con un poco de ingenio, salvando claro está, las distancias.

Es por esto que decidimos empezar a proponer pequeños proyectos en los que los alumnos se involucrasen en su completo desarrollo con el fin de dotar nuestros laboratorios de un conjunto de maquetas y prototipos que están siendo empleados tanto en docencia, e incluso en investigación alguno de ellos.

La participación de los alumnos ha sido de diferente tipo. Algunos han diseñado y calculado estructuras, componentes, etc... como proyectos finales de carrera. Otros han participado en el mecanizado de piezas, en la realización de soldaduras, montaje, etc.... hasta lograr tener finalizados algunos de estos prototipos y maquetas. Otras se encuentran actualmente en proceso de finalización, y en breve dispondremos de ellas.

La tipología del alumnado que ha participado ha sido muy diferente. Aunque la mayoría de ellos ha sido de tercer curso de la especialidad mecánica, también han participado algún alumno de segundo, varios alumnos de materiales, un alumno telemático y dos alumnos ERASMUS.

El hecho de que cada uno de ellos contribuyese de forma diferente, lejos de perjudicar el desarrollo de las tareas, ha sido beneficioso ya que los alumnos se han interesado por tanto el trabajo previo y como el posterior.

Desde el punto de vista docente, el desarrollo de estos proyectos ha sido enriquecedor porque los alumnos se han sentido mucho más motivados al poder palpar muchas de las cosas que estaban viendo en sus asignaturas, en concreto en las de Diseño de Máquinas I y II.

Seguidamente se detallan algunos de estos prototipos así como la participación de los alumnos.

2. DESARROLLO

2.1 MÁQUINA DE ENSAYOS DE PERFILES A FLEXO-TORSIÓN

Se trata de una máquina desarrollada con fines investigadores y docentes donde se ensayan perfiles de semirremolque, aunque se puede acoplar cualquier tipo de perfil a la misma. Para su construcción se partió de la bancada de una limadora de la que se deshizo el taller mecánico, sobre cuya bancada se montó el soporte de dichos perfiles.

Dado que la bancada era de fundición, se realizaron las simulaciones correspondientes para asegurar su resistencia. Para ello se empleó el programa de simulación por elementos finitos Ansys 5.6.

Como resultados a estos trabajos, se logró la construcción de la misma (por parte de una empresa externa), consiguiéndose como resultado no solo una máquina de laboratorio, sino también dos tesis doctorales relacionadas con el estudio de este tipo de perfiles.



Figura 1. Máquina de ensayos a flexotorsión

Dada la relación de parte del profesorado con la escuela con el sector pesquero, la experiencia en materiales compuestos dentro de nuestro grupo es bastante importante, sobre todo en los compuestos de fibra de vidrio y de carbono. Desafortunadamente, en los laboratorios de nuestro departamento no podíamos realizar ensayos a la tracción con este tipo de materiales ya que la máquina de ensayo de polímeros se quedaba corta, y la de metales ejercía demasiada fuerza y la resolución del ensayo era deficiente. Además, dentro de estos ensayos se pretendía medir de forma simultánea tanto la fuerza ejercida como la deformación

unitaria por medio de galgas extensométricas con el fin de determinar de un modo mucho más exacto que con el ensayo de flexión el módulo de elasticidad, límite de elasticidad y coeficiente de Poisson de estos materiales.

Dado que para el desarrollo de la máquina de flexotorsión hizo falta la compra de un equipo de adquisición, que en su momento se decidió fuera de propósito general, no hizo falta realizar la compra de un nuevo equipo por lo que el desarrollo de la nueva máquina tuvo un coste muy reducido. Además para su fabricación, se empleó uno de los cilindros de la máquina anterior cuyo montaje y desmontaje se realiza de un modo muy rápido, reduciendo los costes a la propia estructura.

Una vez definido el rango de fuerzas que tenía que realizar se procedió al diseño y simulación por elementos finitos. Una vez diseñada, la fabricación fue llevada a cabo por el propio alumno encargado del proyecto y varios profesores del departamento.

Como resultado del desarrollo de la máquina, se han conseguido desarrollar varias carcasas fabricadas en fibra de vidrio y de carbono para coches que han competido en la Shell Ecomarathon. Además se han realizado varios trabajos para empresas del sector náutico-pesquero, así como numerosos proyectos final de carrera relacionados en el estudio de materiales compuestos y de los adhesivos empleados para la unión de estos.

2.2 MÁQUINA DE ENSAYOS DE TRACCIÓN PARA MATERIALES COMPUESTOS

La necesidad de ensayar materiales compuestos que quedaban en una zona intermedia entre la máquina de tracción de polímeros y la de metálicos nos planteó la necesidad de adquirir o desarrollar una máquina de tracción de este tipo. Finalmente y a partir de la experiencia adquirida con el primer banco de ensayos se decide construir una pequeña máquina de tracción con una capacidad de 100 kN controlada mediante el propio equipo de adquisición de datos. Se dotó a la misma de un sistema hidráulico de control proporcional de la presión y el caudal con lo cual y mediante los correspondientes bucles de retroalimentación, a partir de la señal proporcionada por los sensores de fuerza y desplazamiento, se consiguió controlar de forma precisa tanto la fuerza como la velocidad. Gracias a esto es posible realizar ensayos tanto a velocidad de deformación constante como a velocidad de tensión constante, dependiendo del tipo de material a realizar.

La ejecución de los bucles de control no fue sencilla ya que la implementación de controladores de PID mediante el sistema de adquisición no proporcionaba resultados satisfactorios ya que se debían reprogramar los parámetros del control si el comportamiento a

la tracción del material variaba. Para conseguir un control robusto se optó por emplear un control fuzzy para regular tanto la fuerza a través de la presión de la bomba, como la velocidad a través del caudal de paso de las reguladoras de caudal.

El desarrollo de la máquina ha permitido realizar numerosos proyectos de final de carrera no sólo de caracterización de diferentes materiales compuestos, sino también de ensayos de pegado diferentes uniones entre compuestos.



Figura 2. Máquina de ensayos para materiales compuestos

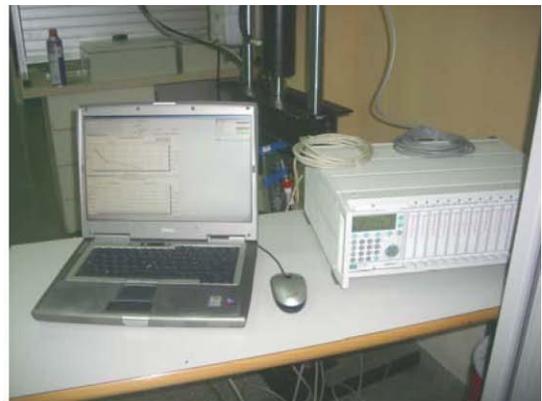
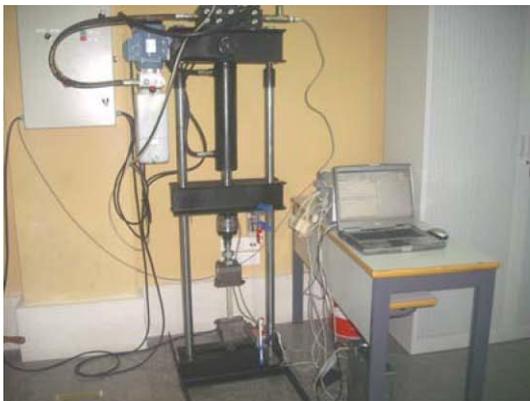


Figura 3. Equipo de adquisición y ensayo de pegado

2.3 MÁQUINA DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN VOLUMÉTRICA

A de la máquina de tracción desarrollada anteriormente, se ha desarrollado un conjunto de útiles que permiten transformarla en una prensa de compresión volumétrica con el fin de estudiar el comportamiento bajo este estado de cargas de diferentes materiales. Para ello se ha partido de la estructura de la máquina anterior y se le han añadido un plato de prensado y una cámara de prensado convenientemente reforzada. Las labores de desarrollo de los utillajes, la simulación y la fabricación de varios componentes han fueron llevados a cabo por el propio alumno que desarrolló el proyecto.

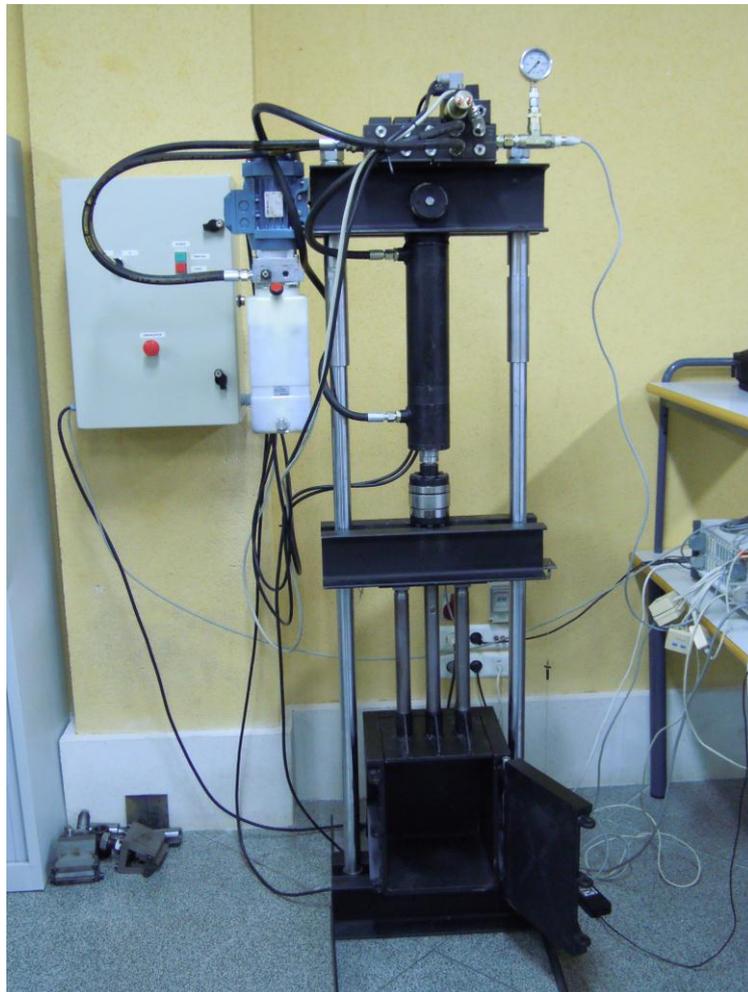


Figura 4. Máquina de ensayos a compresión volumétrica

2.4 EL MANIPULADOR TRIDIMENSIONAL CARTESIANO

La necesidad de mecanizar moldes de espuma de poliuretano para poder realizar las carcasas para los coches que compiten en la Shell Ecomarathon, nos llevó a plantearnos la

posibilidad de realizar una fresadora de control numérico para estas labores. Tal proyecto sigue en nuestras mentes y esperamos sea llevado a cabo en un futuro.

Como paso previo al mismo se planteó la fabricación de un manipulador tridimensional, lo suficientemente rígido como para poder substituir la piza por una pequeña fresa y un pequeño hilo de incandescencia en un futuro.

Este ha sido tal vez el proyecto donde más alumnos están participando. El desarrollo de la estructura, sistemas de guiado y selección de los accionamientos fue llevado a cabo por un alumno en su proyecto fin de carrera. El montaje, mecanizado de algunos componentes ha sido llevado a cabo por varios alumnos de forma desinteresada. La fabricación del cuadro eléctrico así como el control de los servos mediante un PLC está siendo realizado en la actualidad por otro alumno, en colaboración con dos estudiantes de ERASMUS alemanes. En un futuro se espera poder programar las trayectorias desde un fichero de CAD, como paso previo al mecanizado 3D para lo cual se cuenta con la colaboración de un alumno de la especialidad de Telemática.

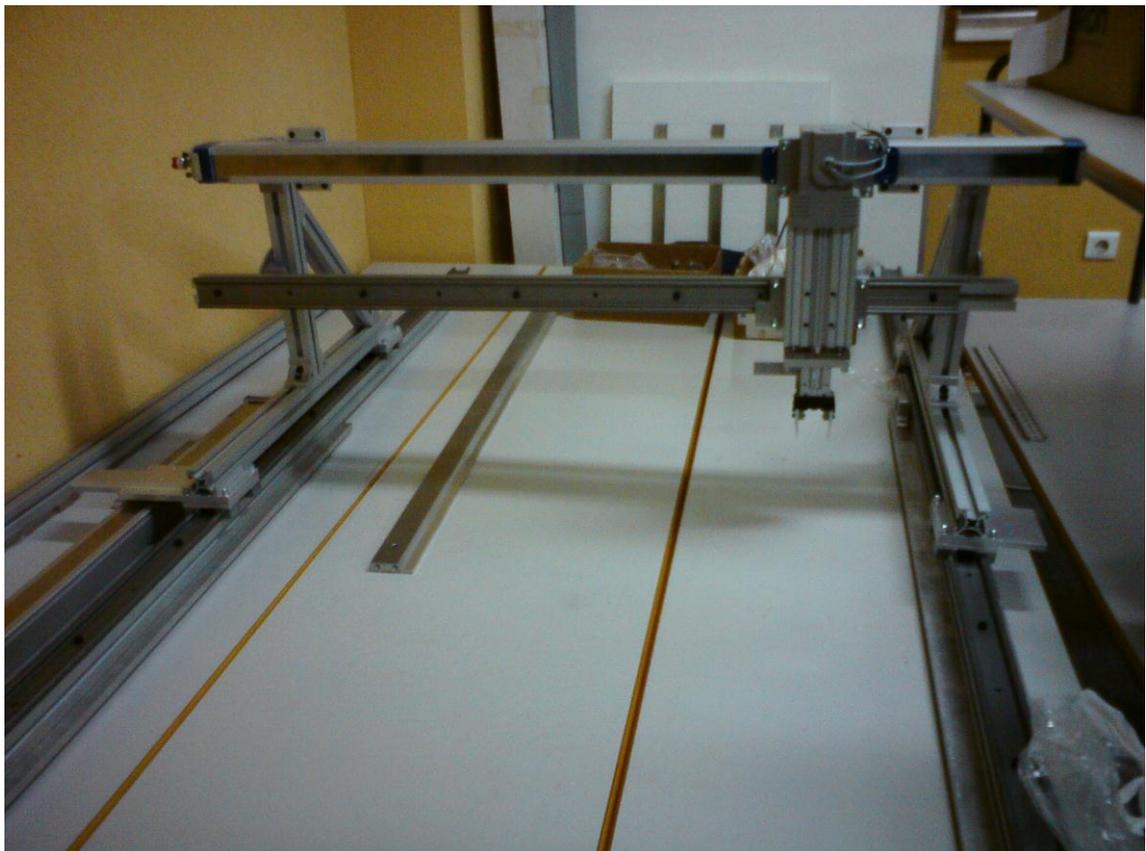


Figura 5. Manipulador cartesiano

2.5 MAQUETAS CON DIFERENTES TIPOS DE MECANISMOS

Tras producirse la rotura por el uso de las diferentes maquetas empleadas en la asignatura de mecanismos, se decidió pedir presupuestos para maquetas similares a los fabricantes de productos didácticos. Las cantidades de dichos presupuestos fueron tan desorbitadas que hubiéramos necesitado de varios años para poder renovarlas todas.

Como alternativa se planteó la sustitución de las dañadas por otras equivalentes diseñadas y realizadas por los alumnos, así como la incorporación de nuevas maquetas incorporando servomotores así como transductores de fuerza, par y desplazamiento.

Con esta medida se ha logrado, no solo renovar las maquetas existentes, sino añadir otras nuevas de elevado interés docente y mucho más aproximadas al tipo de accionamientos existentes en la actualidad, a un precio mucho más ajustado a nuestras modestas posibilidades.

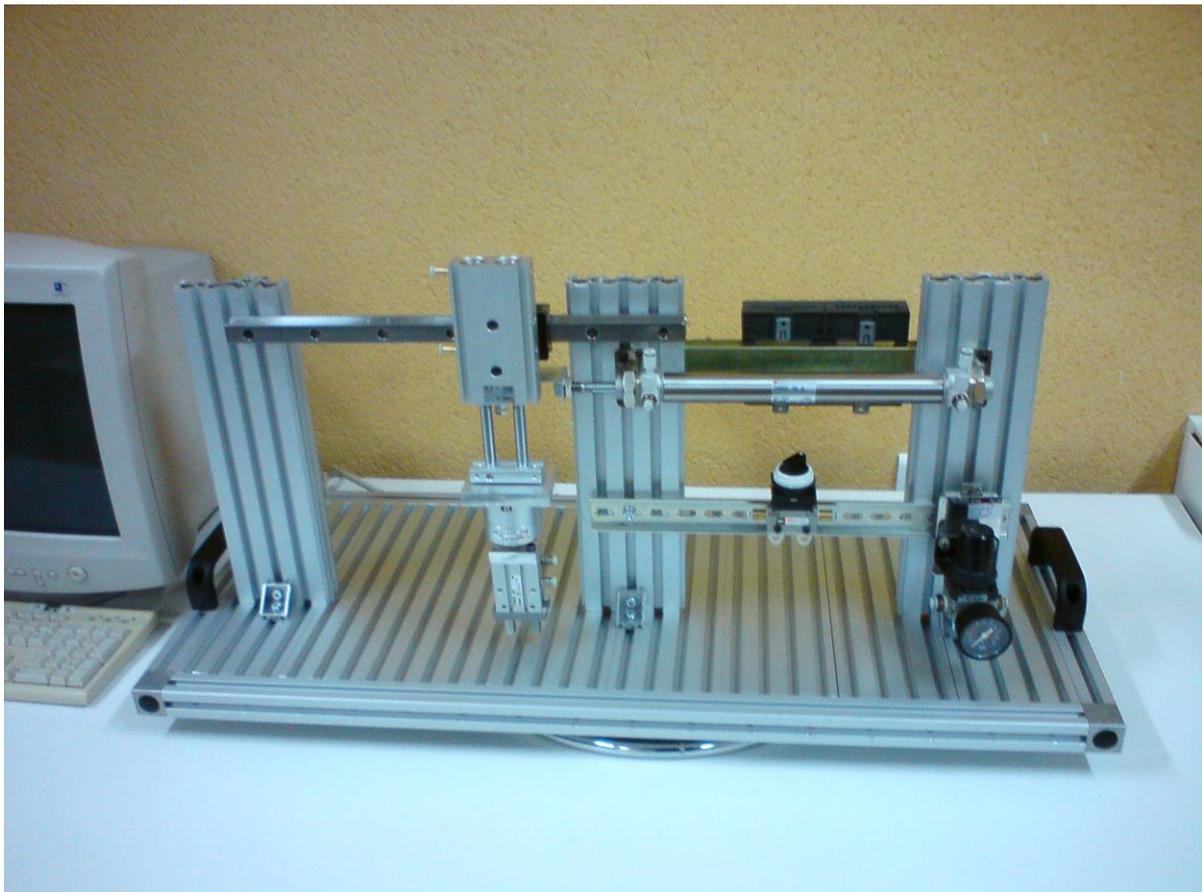


Figura 6. Manipulador neumático

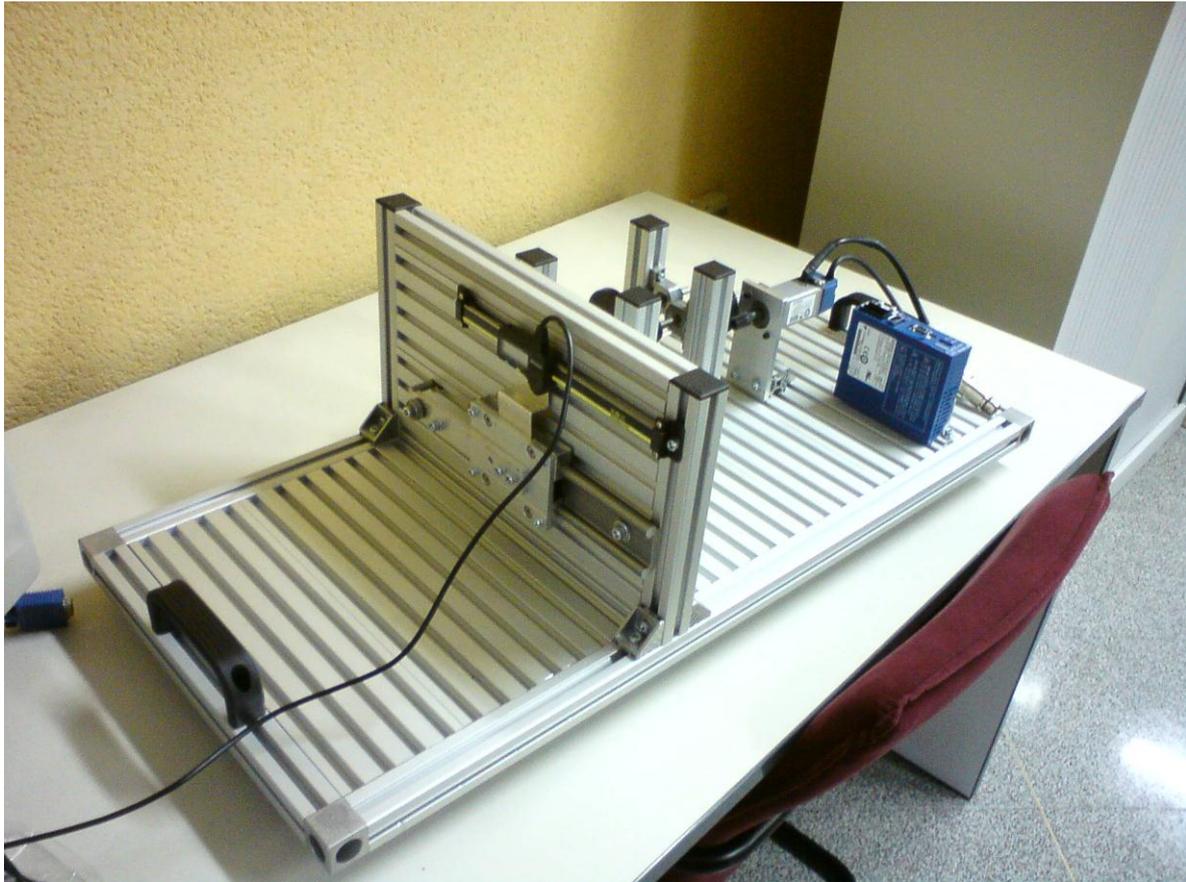


Figura 7. Tren de engranajes

3. CONCLUSIONES

Como conclusiones presente trabajo cabría destacar:

Reducidísimo coste en comparación a los precios de mercado.

El alumno ha estado mucho más involucrado, no solo en el desarrollo de los proyectos, sino también en clase, con lo que se logra esté más motivado.

La cercanía alumno profesor y el logro de resultados también motiva al profesor y logra mitigar los efectos del burn-out.

El desarrollo de los prototipos también ha contribuido en el desarrollo de las carreras docentes e investigadoras del profesorado.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Robert L. Norton. *Diseño de Máquinas*. Prentice Hall

Joseph Edward Shigley, Charles R. Mischke. *Diseño en Ingeniería Mecánica*. Mc Graw Hill

ASM *Engineered Materials Handbook. Composites. Volume 1 & 2*. ASM International Handbook Committee.

Antonio Miravete. *Materiales compuestos I*. Antonio Miravete.

Antonio Miravete. *Materiales compuestos II*. Antonio Miravete

D.Merkle. B.Schrader (1998). M. Thomes. **Manual de Hidráulica**. Nivel básico. Festo Didactic.

A. Zimmermann. *Sistemas de Automatización y Comunicaciones*. Festo Didactic.

Shehu S. Farinwata. *Fuzzy Control: Synthesis and Analysis*. Wiley