

39  
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

# **M E C A T R O N I C A**

## **T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
(AREA ELECTRONICA)**

**P R E S E N T A:  
MARIA DEL PILAR CORONA LIRA**

**DIRECTOR, M. en I. ALEJANDRO C. RAMIREZ REIVICH**

**MEXICO, D. F.**

**1992**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

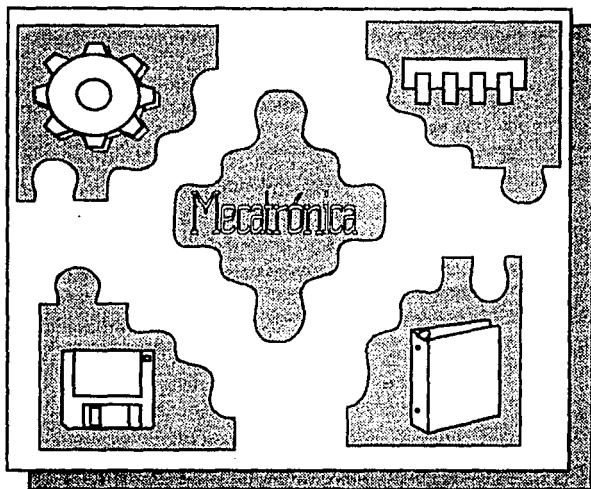
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. INTRODUCCION.....	1
1.1. MOTIVOS DEL TRABAJO.....	2
1.2. OBJETIVOS DEL TRABAJO.....	2
1.3. ESTRUCTURA DEL TRABAJO.....	3
2. ANTECEDENTES.....	4
2.1. ESQUEMA HISTORICO DE LA MECATRONICA.....	5
2.2. LA EVOLUCION DE UN PRODUCTO .....	6
2.3. DEFINICIONES DE MECATRONICA .....	8
2.3.1. Ishii 1983:.....	9
2.3.2. Yamazaki 1985:.....	9
2.3.3. Kajitani 1986:.....	9
2.3.4. IRDAC 1986 (Comisión de la Comunidad Europea):.....	9
2.3.5. Takeuchi 1986:.....	9
2.3.6. Itao 1986:.....	9
2.3.7. Salmien y Verho 1989:.....	9
2.3.8. Hurst y James 1990:.....	10
2.3.9. Preston, Vitals y Murphy 1990:.....	10
2.3.10. Burr 1990:.....	10
3. DESARROLLO DEL TRABAJO.....	11
3.1. ETAPAS PRINCIPALES DEL DESARROLLO DEL TRABAJO.....	12
3.2. BUSQUEDA DE INFORMACION.....	12
3.3. RECOPIACION DE INFORMACION.....	14
3.3.1 Contacto con especialistas en mecatrónica.....	15
3.3.2 Contacto por medio de carta .....	16
3.4. CLASIFICACION DE LA INFORMACION.....	18
3.5. DESCRIPCION DE LA INFORMACION.....	25

3.5.1.	LA MECATRÓNICA EN EL CONTEXTO DE LA EMPRESA .....	25
3.5.2.	INGENIERÍA CONCURRENTE Y PRINCIPIOS DE LA PARTICIPACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO .....	27
3.5.3.	MANUFACTURA EN PRODUCTOS MECATRÓNICOS. ....	28
3.5.4.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS Y MODELADO.....	28
3.5.5.	INGENIERÍA DE SISTEMAS.....	28
3.5.6.	DISEÑO AUXILIADO POR COMPUTADORA.....	29
3.5.7.	TEORÍA Y METODOLOGÍA DE DISEÑO MECATRÓNICO.....	29
3.5.8.	DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE COMPONENTES Y SISTEMAS MECATRÓNICOS. ....	30
3.5.9.	LA ENSEÑANZA DE LA MECATRÓNICA. ....	32
3.5.10.	PRODUCTOS INDUSTRIALES ÚTILES Y DE INTERÉS PARA LA MECATRÓNICA. ....	33
3.5.11.	TRABAJOS MISCELÁNEOS.....	34
4.	PRESENTACION DE CASOS ESPECIFICOS .....	35
4.1.	LA ENSEÑANZA DE LA MECATRONICA .....	35
4.1.1.	BÉLGICA.....	39
4.1.2.	DINAMARCA .....	40
4.1.3.	FINLANDIA.....	41
4.1.4.	REINO UNIDO.....	42
1.	Universidad de Lancaster .....	42
..2.	Universidad de Hull .....	45
..3.	Universidad Abierta .....	46
..4.	Universidad de Dundee .....	47
4.1.5.	POLITÉCNICO DE SINGAPUR .....	48

4.2.	LIBROS ESPECIALIZADOS EN MECATRONICA .....	48
4.2.1.	MECHATRONICS. ELECTRONICS IN PRODUCTS AND PROCESSES .....	48
4.2.2.	A THEORETICAL APPROACH TO MECHATRONICS DESIGN .....	49
4.2.3.	MECHATRONICS DESIGN IN JAPAN .....	49
4.2.4.	MECHATRONICS DEVELOPMENTS IN JAPAN AND EUROPE .....	50
4.2.5.	MECHATRONICS: JAPAN'S NEWEST THREAT .....	50
4.2.6.	JAPANESE TECHNOLOGY ASSESSMENT.....	51
4.2.7.	INSIDE THE ROBOT KINGDOM .....	51
4.3.	COMPRESION Y DEFINICION DE LAS ETAPAS ESENCIALES PARA LA REALIZACION DE UN SISTEMA MECATRONICO.....	52
4.4.	EJEMPLOS .....	52
4.5.	LA INVESTIGACION EN MECATRONICA.....	65
4.5.1.	EDC LANCASTER .....	65
...1.	Proyecto "Schemebuilder".....	66
...2.	Proyecto "Function-Costing".....	71
4.5.2.	E. U. A.....	74
4.6.	MECATRONICA EN LA INDUSTRIA.....	75
	Lucas Automotive LTD.....	75
5.	RESULTADOS DEL TRABAJO .....	78
5.1.	RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA .....	78
5.1.1.	Distribución de referencias sobre mecatrónica .....	78
5.1.2.	Cursos de mecatrónica .....	83
5.2.	RESULTADOS GENERALES .....	90
6.	CONCLUSIONES.....	92
	BIBLIOGRAFIA .....	94
	ANEXOS.....	111

<b>DIRECCIONES DE INSTITUCIONES DE INVESTIGACION .....</b>	<b>111</b>
<b>ASIGNATURAS .....</b>	<b>118</b>
<b>BASE DE DATOS .....</b>	<b>130</b>



## 1. INTRODUCCION

Aquellos que aplican una nueva tecnología o un método en el tiempo correcto obtienen ventajas sobre sus competidores en funcionamiento, calidad y costo.

Mecatrónica ha llegado a ser en los últimos años la clave a esa nueva tecnología. En la mecatrónica, los puntos fuertes de la mecánica, la electrónica y la computación están fundidos en una nueva filosofía para el desarrollo de sistemas tecnológicos. Esta se refiere a diseño integrado de productos y sistemas que poseen elementos mecánicos y control electrónico; lo que significa el romper con las fronteras de las disciplinas más importantes de la ingeniería tradicional.

En Japón y Europa, esta actitud del sector industrial ha propiciado, en los últimos cinco años, la creación de nuevas áreas de investigación y métodos de enseñanza que se han extendido rápidamente dentro del diseño y ciclos de producción. Los usuarios demandan "flexibilidad" e "inteligencia" dentro de un producto específico y también en el sistema de producción.

Las tecnologías de punta como el diseño mecatrónico, mecanismos de posicionamiento, servo sistemas y sus componentes, opto mecatrónica, interfases, rodamientos activos y manufactura de semiconductores son un ejemplo del desarrollo de la mecatrónica.

En este trabajo de tesis se presentan los resultados de una investigación cuyo propósito fue el dar a conocer los avances de la mecatrónica que se están desarrollando dentro de la academia, investigación e industria. Dicha investigación se llevo a cabo en Inglaterra, donde se tuvo la oportunidad de conocer personalmente los avances y el impacto que la mecatrónica está teniendo actualmente. Así mismo se contacto a profesionales en el área y recabo información de Japón, E. U. A. y varios países de Europa.

## **1.1. MOTIVOS DEL TRABAJO**

El interés de investigar en que consiste la mecatrónica surgió al encontrar que varias instituciones de educación del Reino Unido iniciaron cambios en sus planes de estudio y crearon nuevos cursos sobre dicho tema, y de la misma forma la Facultad de Ingeniería de la UNAM se estaba formando una nueva carrera en el área.

Por lo anterior se considero útil el mostrar el estado actual del conocimiento desarrollado en mecatrónica durante los últimos años dentro de la academia, investigación e industria a nivel mundial.

## **1.2. OBJETIVOS DEL TRABAJO**

- a) Recopilar, describir y analizar información referente al conocimiento existente en mecatrónica que refleje los avances que se están desarrollando en esta tecnología.
- b) Proponer una clasificación al conocimiento existente en mecatrónica.
- c) Conocer las instituciones, académicos e investigadores que participan en el desarrollo de la mecatrónica.
- d) Desarrollar un trabajo descriptivo en donde se presenten ejemplos con los aspectos fundamentales del conocimiento en mecatrónica dentro de tres áreas: Academia, Investigación e Industria.
- e) Generar y recabar material útil que ayude a entender el concepto y desarrollo de la mecatrónica para futuros trabajos sobre el tema.



### **1.3. ESTRUCTURA DEL TRABAJO**

En el capítulo 2, se presentan los antecedentes de la mecatrónica y se ejemplifica su esquema histórico con un producto. finalmente se listan diferentes definiciones que existen para la mecatrónica.

En el capítulo 3, se presentan el desarrollo de las etapas principales del trabajo que son: Búsqueda, recopilación, clasificación y descripción de información obtenida. De acuerdo a la clasificación se realizó una breve descripción de cada uno de los temas resaltando sus aspectos más importantes.

En el capítulo 4, se describen temas específicos de las actividades que se están realizando actualmente dentro de la mecatrónica en la academia, investigación e industria.

En el capítulo 5, Se presentan los resultados del trabajo de tesis; así como los datos estadísticos de los temas obtenidos en la clasificación propuesta y las asignaturas que se imparten en los cursos de mecatrónica que se imparten en diferentes universidades.

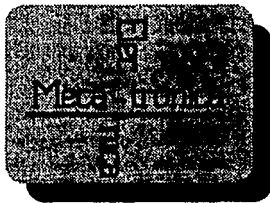
En el capítulo 6, Se describen las experiencias más importantes que se adquirieron durante el desarrollo del trabajo y las conclusiones a las que se llegó con la investigación.

En los anexos, se lista la bibliografía empleada y el material entregado a la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

## 2 ANTECEDENTES

"Mecatrónica" es un término creado en Japón, a mediados de los años setenta, el cual representa la combinación de las palabras mecánica y electrónica.

Actualmente la palabra Mecatrónica describe las prácticas japonesas de emplear grupos de ingenieros en diseño, integrados con el personal de manufactura, compras y mercadotecnia; quienes trabajan conjuntamente para crear productos y sistemas de manufactura con cualidades de "inteligencia" y "flexibilidad" [6].



Los japoneses consideran que el futuro de la innovación en la producción depende de la optimización de sistemas mecánicos y electrónicos. Así mismo han observado que la necesidad de realizar esta optimización será más intensa en la aplicación de sistemas avanzados de producción y manufactura, donde la inteligencia artificial, los sistemas expertos y los robots, constituyen una parte de la siguiente generación de herramientas que serán empleadas en la "empresa del futuro".

Desde el comienzo de nuestra era, los sistemas mecánicos se han establecido en todos los aspectos de nuestra sociedad. Los mecanismos (engranes, poleas, resortes, ruedas, etc.) han sido la base de todas las herramientas actuales. Por otro lado la tecnología electrónica pertenece al siglo veinte, todos los elementos que la constituyen han sido creados en los últimos 75 años.

En el pasado no existía ningún plan para la integración de la mecánica y la electrónica; sin embargo, recientemente los avances que ha tenido la electrónica y su capacidad de simplificar físicamente las configuraciones mecánicas, han traído como resultado la creación de instituciones de investigación con objeto de desarrollar métodos que lleven a la integración mecánica y electrónica.

## 2.1. ESQUEMA HISTORICO DE LA MECATRONICA

Con el término "Mecatrónica" se reconoce una tendencia multidisciplinaria dentro del diseño que se inició hace varios años y su uso se ha acelerado durante la década de los ochenta. Sin embargo, el incremento de actividades dentro de la ingeniería a principios de este siglo involucro solamente elementos mecánicos, ya que las tecnologías de ingeniería eléctrica y electrónica se encontraban en sus etapas iniciales.



Es desde los años cuarenta que el escenario de la ingeniería mecánica ha sido compartido con la ingeniería eléctrica y la ingeniería electrónica, representando "la primera generación de la mecatrónica". A principios de los años setenta el papel que se había adoptado previamente como "hardware electromecánico" se comienza a reemplazar por programas de computadora o "software", los cuales representan "la segunda generación de la mecatrónica". Esta tendencia continua con el constante desarrollo de computadoras y "software" cada vez más accesibles en manejo y costo. Este desarrollo dentro de las áreas de control electromecánico ha dado lugar a un "software de control" más efectivo y a un bajo costo. La introducción de "La Aplicación de Circuitos Integrados Específicos" (ASIC siglas en inglés), provee un regreso a la fabricación de circuitos integrados para aplicaciones determinadas por el usuario aunque con atributos de "software", lo anterior ha sido denominado como "la tercera generación de la mecatrónica" o "la super mecatrónica" [194].



## 2.2. LA EVOLUCION DE UN PRODUCTO

Tomando un sencillo ejemplo tal como la acción de escribir, se observa que en los últimos 125 años ha existido una gran variedad de modelos de máquinas de escribir cuyo objetivo es el de facilitar esta actividad. Históricamente estas máquinas han tenido el siguiente desarrollo:

A finales del siglo XIX la correspondencia y documentos legales eran principalmente escritos a mano; sin embargo el arte de dibujar letras sobre papel no permitía la velocidad en la escritura. Por esta razón se pensó que la escritura a mano debería sustituirse por un método mecánico, el cual permitiera reproducir letras ya existentes. Es así que en 1865 se inventó la máquina de escribir manual, quien no ofrecía ventajas considerables sobre la escritura a mano por carecer de velocidad. Posteriormente en 1880 se introdujo la máquina de escribir mecánica quien superaba dos veces la velocidad de la escritura manual.

Posteriormente se realizaron innovaciones a la máquina de escribir mecánica y en el año de 1934 entro en el mercado una máquina eléctrica, la cual presenta una esfera con todos los caracteres disponibles, siendo mayor la velocidad de escritura y permitiendo realizar mayor número de funciones. En 1970 se tiene la máquina de escribir electrónica, la cual ofrece capacidad de memoria y mayor automatización entre otras ventajas



Actualmente se cuenta con el procesador de palabra quien ofrece mayores ventajas que la máquina de escribir electrónica ya que es posible corregir ortografía y gramática, acceso de inmediato a diccionarios en varios idiomas, generar dibujos, gráficas y símbolos diversos, imprimir textos y dibujos, archivar información en sistemas compactos y en algunos casos se cuenta con la función de corregir errores mediante la simulación de la voz humana.

Por más de cien años se han utilizado elementos totalmente mecánicos en el principio de operación de las máquinas; donde la energía necesaria para su operación era principalmente suministrada por el propio usuario. Posteriormente se han utilizado motores eléctricos para realizar la impresión; sin embargo el usuario continúa suministrando la energía necesaria para activar el teclado y transmitir la señal al dispositivo de impresión.

La combinación de elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de computación han permitido disminuir el consumo de energía la cual se emplea principalmente para transformar información y mover pequeños elementos con reducidas masas. La complejidad del producto ha aumentado generando nuevos retos y problemas al industrial, pero dándole beneficios al cliente quien impone y demanda condiciones de seguridad, calidad, precio e individualidad en el producto. Así mismo, la combinación de distintas tecnologías ha permitido el crear flexibilidad y multifunciones (paso de letra, corrección de errores, reproducir copias, capacidad de producir distintos tipos de caracteres y gráficos, almacenar información, transmitir información a otros sistemas, etc). Los elementos mecánicos han tenido el propósito de soportar, proteger y guiar los demás elementos; los elementos eléctricos el de transformar energía eléctrica a mecánica generando el desplazamiento de elementos; los electrónicos el de sensar, transmitir y transformar información, por último el de los elementos de computación los cuales aportan la lógica de operación y control de la máquina.

La manufactura tradicional de estos productos se ha basado en procesos donde se desperdician grandes cantidades de energía y material. En procesos cuyo principio es el corte, la tendencia moderna de los procesos de manufactura se basan principalmente la "adición de materiales" y la utilización de "máquinas flexibles" que permiten fabricar nuevos productos evitando desperdicios y adaptarse rápidamente a las futuras demandas. Los procedimientos automáticos de ensamble han sustituido a la producción tradicional por lotes, permitiendo la producción de altos volúmenes de distintos productos en la misma línea de producción con un mínimo costo y evitando operaciones de inspección.

Principalmente estos cambios en el método tradicional de diseño y manufactura han llevado a la necesidad de integrar las distintas áreas de la ingeniería tradicional y áreas afines a la industria.

### **2.3. DEFINICIONES DE MECATRONICA**

Una definición general y única de mecatrónica no existe; pero debido a que un gran número de investigadores e instituciones de ingeniería han puesto su atención en el área, se han encontrado las siguientes propuestas.

**2.3.1. Ishii 1983:**

"En Mecatrónica, es necesaria la integración de los diferentes sistemas de diseño como son el diseño de mecanismos, circuitos y software. Esta necesidad de integración se aprecia claramente en los robots."

**2.3.2. Yamazaki 1985:**

"Mecatrónica es la combinación de mecanismos y electrónica; pero en este caso el control de mecanismos se realiza por medio de microprocesadores, donde anteriormente se empleaba mecánica."

**2.3.3. Kajitani 1986:**

"Un sistema mecatrónico, es aquel en el que su movimiento y control están combinados sistemáticamente para formar un sistema que permita ejecutar funciones específicas."

**2.3.4. IRDAC 1986 (Comisión de la Comunidad Europea):**

"Mecatrónica es una combinación sinérgica de ingeniería mecánica de precisión, control electrónico y sistemas inteligentes dentro del diseño de productos y procesos de manufactura."

**2.3.5. Takeuchi 1986:**

"Mecatrónica se caracteriza por el uso de la electrónica para el control de sistemas mecánicos y de esa forma mejora su funcionamiento."

**2.3.6. Itao 1986:**

"Mecatrónica es un sistema para transmitir, procesar, transformar y preservar energía e información."

**2.3.7. Salmien y Verho 1989:**

"Mecatrónica es la combinación de tecnología electrónica y mecánica, donde intenta alcanzar el nivel de inteligencia en máquinas y dispositivos y al mismo tiempo incrementar su flexibilidad, versatilidad, eficiencia y confiabilidad."

**2.3.8. Hurst y James 1990:**

"Mecatrónica es una actitud o filosofía que establece un enfoque multidisciplinario a la solución de problemas. Es por su naturaleza una actividad de grupo que involucra ingenieros mecánicos, electrónicos y de computación con el personal de otros departamentos dentro de la empresa. Esto pretende producir soluciones óptimas para diferentes clases de problemas. Mecatrónica no se considera una ciencia, pero sí una tecnología."

**2.3.9. Preston, Vitols y Murphy 1990:**

"Mecatrónica es una estrategia que combina ingeniería mecánica, electrónica y de software que se aplica al desarrollo y manufactura de productos para generar una solución óptima de diseño."

**2.3.10. Burr 1990:**

"Mecatrónica es una tecnología que combina mecánica con electrónica y tecnología de información para formar una interacción funcional e integración de espacio en componentes, módulos, productos y sistemas."



### **3. DESARROLLO DEL TRABAJO**

Este trabajo se desarrollo en su totalidad en el Reino Unido y está basado en la búsqueda, recopilación, clasificación y descripción de información a nivel mundial en el área de mecatrónica. Siendo esta área una nueva tecnología que se esta dando a conocer en Europa y América, se decidió mostrar un panorama general en el que se describen los aspectos más importantes del desarrollo actual de la mecatrónica clasificándose en áreas y temas en las que está involucrada; así mismo se aprovecho la oportunidad de establecer comunicación con instituciones educativas e investigadores que trabajan dentro del área en Europa.

### 3.1. ETAPAS PRINCIPALES DEL DESARROLLO DEL TRABAJO

Las etapas principales que se desarrollaron durante el trabajo de tesis fueron las siguientes:

Etapa	Objetivo
1. Búsqueda de información.	Obtener la referencia de cualquier documento escrito, autor, universidad o industria que generen, apliquen o transmitan conocimiento y experiencias relacionadas con mecatrónica
2. Recopilación de información	Obtener una copia de las referencias identificadas en la etapa anterior
3. Clasificación de la información	Ordenar de una manera clara y sencilla la información recopilada reflejando el estado actual del conocimiento en mecatrónica.
4. Descripción de la información.	Entender y explicar los aspectos más importantes de cada tema general de la clasificación.
5. Presentación de casos específicos.	Describir casos específicos de actividades actuales en mecatrónica dentro de la industria, la investigación y la academia.
6. Resultados	Presentar los resultados más importantes del trabajo
7. Conclusiones.	Presentar las conclusiones del trabajo

### 3.2. BUSQUEDA DE INFORMACION

El método empleado para obtener las diferentes referencias en el área de mecatrónica se desarrollo en las siguientes dos actividades principales:

- a) Identificar el criterio o las palabras claves para la búsqueda.

Durante el desarrollo de esta actividad específica el criterio se fue definiendo y aplicando conforme se iba obteniendo más experiencia en el tema, ya que al principio la búsqueda se realizó limitándose a la palabra "mecatrónica" encontrándose un número muy pequeño de referencias; posteriormente se amplió el criterio de búsqueda a distintos temas afines a la mecatrónica, esto se puede observar en el material recopilado que se entregó al Departamento de Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

b) Interactuar con los distintos medios para lograr obtener las referencias.

Después de conocer y entender los procedimientos para tener acceso a las fuentes de información, se logró interactuar con los diferentes medios disponibles.

Las fuentes de información a las que se tuvo acceso se presentan en la siguiente tabla.

#### FUENTES DE INFORMACION

Visitas	
1.	Exhibiciones
1.1	The Which Computer ? Show, Birmingham ,Reino Unido 1991.
1.2	The New Automan Exhibition, Birmingham, Reino Unido 1991.
1.3	Multimedia Exhibition, Londres Reino Unido 1991.
1.4	Eurochem, Birmingham, Reino Unido 1992.
2.	Conferencias
	"Métodos japoneses para el desarrollo de productos". Daniel Whitney.
3.	Seminario
	"Modelling Product"; Engineering Design Centre, Universidad de Lancaster.

Gobierno	
5.	Department of Trade and Industry, Reino Unido.

Servicios de Computo	
1.	Bases de Datos
1.1	Eric Data Base
1.2.	Whitake's Bookbank
2.	Catálogos dentro de una red computarizada
2.1	Bath ISI Data Service Science index Social Science index Arts and Humanities Index
2.2	Join Academic Network (JANET).

Catálogos	
1.	Catálogos de productos comerciales.

Instituciones	
1.	Académicas  Universidades dentro del Reino Unido, Finlandia Dinamarca, Suiza y Bélgica.
2.	Investigación  Centros de investigación dentro del Reino Unido, Finlandia, Dinamarca, Suiza y Bélgica.

Personal	
1.	Entrevistas a estudiantes y profesores.
2.	Correspondencia  Envío de cartas a Investigadores e instituciones académicas.

Bibliotecas	
1.	Universidad de Lancaster, Reino Unido
2.	Instituto Tecnológico de Cranfield, Reino Unido
3.	Biblioteca Británica (British Library Document Supply Centre), Reino Unido

Publicaciones	
1.	Revistas Técnicas Periódicas
2.	Indices  2.1 Indices de ingeniería. 2.2 Indices Técnicos
3.	Memorias de conferencias

### 3.3. RECOPIACION DE INFORMACION

A partir de las referencias obtenidas se prosiguió a obtener una copia o si era posible el original del trabajo publicado; dependiendo del tipo de referencia se concertarían entrevistas o se enviaría un comunicado solicitando información sobre actividades académicas y de investigación.

Las referencias que se obtuvieron se presentan dentro de una base de datos para su manejo eficiente, el formato que se siguió para almacenar los datos es el que se presenta.

Título: _____	
Autor(es): _____	
Fuente: _____	
Volumen: _____	Número: _____ Páginas: _____
Fecha: / / Editor(origen): _____	
Lugar de publicación: _____	Edición: _____ año: _____
Area General de Interés: _____ Tema específico que cubre: _____	
Num.ref: _____	ISBN: _____
Ficha-Num: _____	Clasificación _____ Clave: _____

Se localizaron siete libros de mecatrónica; además se presenta información referente a instituciones e investigadores que desarrollan actividades en el área.

Cabe hacer notar que la etapa de recopilación de información de este trabajo de tesis se concluyo a mediados de 1992 por lo que no se incluyen nuevos cursos y conferencias que se han realizado recientemente.

Toda la información recopilada se presenta en cuatro carpetas anexas al trabajo escrito que se entregaron a la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

### 3.3.1 Contacto con especialistas en mecatrónica

Se obtuvieron entrevistas con los siguientes investigadores que trabajan en el área de mecatrónica:

- |   |                       |   |                        |
|---|-----------------------|---|------------------------|
| 1 | M. en I. David Dawson | 5 | Dr. Robert Chaplin     |
| 2 | Dr. Robert Bracewell  | 6 | M. en I. Martin Widdon |
| 3 | M. en I. Vincent Oh   |   |                        |
| 4 | Dr. Li Man            |   |                        |

Se anexan dos cassettes con las entrevistas originales, donde contestaron las preguntas del siguiente cuestionario (las preguntas se presentan en idioma inglés por ser este el utilizado en las entrevistas).

1. Which are the procedures to create a new engineering course?
2. How did the engineering department decide to adopt Mechatronics as a course at Lancaster University?
3. Which have been the difficulties in the process to create the new Mechatronics course?
4. What type of laboratories and equipment do you have to develop Mechatronic practices?
5. Which equipment do you think is the best for those activities?
6. Which have been the response of the students?
7. Which is the difference between a student who takes an engineering career and the one who takes Mechatronics?
8. Do you have external supervisors? How do they participate in the development of the Mechatronics course?
9. Which is the purpose having relation between school and industry?
10. Which are the most common problems to develop industrial problems?
11. Which has been the mechatronic project with most success?

12. Which has been the mechatronic project with less success? And Why?
13. Does the industry have identified the Mechatronics technology or Mechatronics is just an academic concept?
14. Is Mechatronics just a fashion? If not ,Where is it going?
15. What do you think about a Mexican career plan? (3hrs/week, 5 subjects/semester, 50 subjects, 5 years + thesis)
16. Which is your advice to the group of people who are trying to create a new Mechatronics career at the National University of Mexico?
17. Could you explain a mechatronic project where you are participating?

### 3.3.2 Contacto por medio de carta

Dentro de esta etapa se enviaron comunicados a investigadores e instituciones que realizan actividades en mecatrónica. (La información obtenida , los nombres y direcciones de las personas e instituciones se incluye en las carpetas anexas No.1 y No.2).

<i>Tipo de Información Recibida</i>	<i>Institución</i>	<i>Tipo de Información Recibida</i>	<i>Institución</i>
<input checked="" type="checkbox"/> Carta <input checked="" type="checkbox"/> Folletos <input checked="" type="checkbox"/> Plan de Estudios <input checked="" type="checkbox"/> No Respondió	School of Engineering & Manufacture	<input checked="" type="checkbox"/> Carta <input checked="" type="checkbox"/> Folletos <input checked="" type="checkbox"/> Plan de Estudios <input checked="" type="checkbox"/> No Respondió	Department of Mechanical Engineering Katholieke Universiteit Leuven
<input checked="" type="checkbox"/>	Oxford Orthopaedic Engineering Centre	<input checked="" type="checkbox"/>	Institute of Robotics and Mechatronics Lab.
<input checked="" type="checkbox"/>	Department of Mechanical Engineering Katholieke Universiteit Leuven	<input checked="" type="checkbox"/>	Department of Mechanical Engineering Loughborough University of Technology
<input checked="" type="checkbox"/>	Department of Mechanical Engineering University of Southampton	<input checked="" type="checkbox"/>	Department APFME The University Dundee

DESARROLLO DEL TRABAJO

<input checked="" type="checkbox"/>	Intelligent System Research Group University of Wales College of Cardiff	<input type="checkbox"/>	Institute of Engineering Design Technical University of Denmark
<input checked="" type="checkbox"/>	Department of Mechanical Engineering Katholieke Universiteit Leuven	<input checked="" type="checkbox"/>	Federation of Finish Metal, Engineering and Electrotechnical Industries, FIMBIT
<input checked="" type="checkbox"/>	Lappeenranta University of Technology	<input checked="" type="checkbox"/>	Advanced Manufacturing and Automation Research Centre; University of Bristol
<input checked="" type="checkbox"/>	Department of Mechanical Engineering Heriot-Watt University	<input checked="" type="checkbox"/>	School of Engineering and Applied Science University of Durham
<input checked="" type="checkbox"/>	School of Engineering Thames Polytechnic	<input checked="" type="checkbox"/>	Department of control Engineering The University of Sheffield
<input checked="" type="checkbox"/>	School of Mechanical and Production Engineering	<input checked="" type="checkbox"/>	Department of Mechanical and Production Engineering University of Ashton Birmingham
<input checked="" type="checkbox"/>	Department of Electronic Engineering Robotics Research Unit The University of Hull	<input checked="" type="checkbox"/>	Department of Mathematics, Statistics and Operational Research Nottingham Polytechnic
<input checked="" type="checkbox"/>	The CIM Institute Cranfield Institute of Technology	<input checked="" type="checkbox"/>	Department of Engineering Science University of Oxford
<input checked="" type="checkbox"/>	Institute of Product Development The Technical University of Denmark	<input checked="" type="checkbox"/>	School of Mechanical Engineering University of Bath
<input checked="" type="checkbox"/>	Institute of Product Development The Technical University of Denmark	<input checked="" type="checkbox"/>	School of Engineering Glasgow College
<input checked="" type="checkbox"/>	The University of Hull Department of Engineering Design and Manufacture	<input checked="" type="checkbox"/>	Department of Mechanical Engineering Helsinki University of Technology
<input checked="" type="checkbox"/>	Dansk Teknologi Ostre Teglvearkevej 24	<input checked="" type="checkbox"/>	Department of Mechanical Elements Royal Institute of Technology
<input checked="" type="checkbox"/>	Institute of Transducer Technology University of Southampton	<input checked="" type="checkbox"/>	Robotics and Control Group AFRC Institute of Engineering Research
<input checked="" type="checkbox"/>	Department of Mechanical Engineering University of Newcastle Upon Tyne		

### 3.4. CLASIFICACION DE LA INFORMACION

A continuación se describen las distintas alternativas que se propusieron para definir el método para la clasificación de la información.

#### Alternativa 1:

Emplear un método existente que clasifique las distintas áreas de mecatrónica.

#### Resultado:

Esta alternativa se desechó al no encontrarse ningún método que defina una clasificación sobre el tema.

#### Alternativa 2.

Utilizar algún método de clasificación basado en el orden en que se presenten los trabajos en las conferencias de mecatrónica.

#### Resultado:

Se observó que en no se maneja ninguna clasificación dentro de conferencias que se consultaron.

#### Alternativa 3

Ordenar de manera secuencial o generar combinaciones en la base de datos.

#### Resultado:

Se obtuvo como resultado que no existe una secuencia en los datos obtenidos, por ejemplo si se ordenan las referencias obtenidas con las siguientes palabras claves como: Microprocessors, Mechatronic Design, y Sensor; y se analizan sus contenidos se encontraron que es difícil lograr una relación y secuencia lógica entre los documentos.

- Ⓢ Microprocessors on co-ordinate measuring machines
- Ⓢ Investigation Into Microprocessors Control of a Stepping Motor
- Ⓢ Mechatronic Design Concept for Intelligent Robot Grippers
- Ⓢ Review: Mechatronics Design in Japan and Mochatronic Design
- Ⓢ The mechatronic design concept and its application on robot gripper design
- Ⓢ Mechatronic Design of a Belt Tensioning System
- Ⓢ Sensor Selection Procedure
- Ⓢ Sensors - What's Hot , What's Not
- Ⓢ Design and a self- referencing temperature sensor for the process industries
- Ⓢ Design and development of a multitasking low cost Laser sensor for manufacturing applications
- Ⓢ Biosensors
- Ⓢ Sensors for the '90s
- Ⓢ Sensors in Automatic Inspections
- Ⓢ A Sensor Classification Scheme



- Ⓢ New generation of automotive sensors to fulfil the requirements of fuel economy and emission control
- Ⓢ Mechatronic sensors in integrated vehicle architecture
- Ⓢ The Future of sensors, materials science or software engineering?

Ⓢ referencias de la base de datos generada

#### Alternativa 4

Generar una analogía con una clasificación existente de otra área afín a la mecatrónica.

#### Resultado 1:

Se recurrió a la clasificación de la referencia [131] para los sistemas tecnológicos, la cual fue muy difícil de aplicar y no cumplía con los requerimientos por ser una clasificación general.

#### Resultado 2:

Se decidió emplear la clasificación que se presenta en la referencia [107] para la ingeniería de diseño, esta clasificación cubre el conocimiento basándose en las mejores prácticas de empresas líderes en la realización de productos, los principios en los que se basan y en la investigación para mejorar dichas prácticas.

Los puntos en los que clasifica al conocimiento en ingeniería de diseño son los siguientes:

1. La Ingeniería de Diseño en el Contexto de la Empresa.
2. Ingeniería Concurrente y Principios de la Participación de Grupos de Trabajo.
3. Manufactura.
4. Análisis y Modelado.
5. Estadística.
6. Sistemas.
7. Diseño Auxiliado por Computadora.
8. Teoría y Metodología de Diseño.
9. Diseño y Optimización de Componentes.
10. Diseño de Ensamble y Tolerancias.
11. Información Nueva y Aprendizaje.

Se realizaron modificaciones a los puntos de la clasificación anterior, ya que se considero una clasificación que ordena las referencias por temas y áreas. Los temas tienen por objeto clasificar las referencias en función al tipo de conocimiento que utilizan, y las áreas se refieren al uso de conocimiento que se maneja; siendo el área de academia la que trata la enseñanza del conocimiento; la investigación es el área que genera el conocimiento; y la industria el área que aplica el conocimiento.

Como resultado se obtuvieron los puntos siguientes:

1. La Mecatrónica en el Contexto de la Empresa.
2. Ingeniería Concurrente y Principios de la Participación de Grupos de Trabajo.
3. Manufactura en Productos Mecatrónicos.
4. Técnicas de Análisis y Modelado.
5. Ingeniería de Sistemas.
6. Diseño Auxiliado por Computadora.
7. Teoría y Metodología de Diseño Mecatrónico.
8. Diseño y Optimización de Componentes Mecatrónicos.
9. La Enseñanza de la Mecatrónica.
10. Productos Industriales Útiles y de Interés para la Mecatrónica.
11. Trabajos Misceláneos.

A continuación se presenta la lista de temas con el título de las referencia clasificadas.

**Tema:1.- La mecatrónica en el contexto de la empresa**

**Subtema:1.1.-** Relación entre mercadotecnia, finanzas, manufactura, y estrategia de la empresa durante la realización de un sistema mecatrónico

**Referencias:**

- |     |   |
|-----|---|
| 6   | Mechatronics designs meet changing needs  |
| 14  | Training & Education : What do you need, & How do you know?                                       |
| 23  | The Future for manufacturing in the UK  |
| 42  | Mechatronics in Japan-strategies and practice in product development                              |
| 61  | Design Methods in Japan: Research, Education and Industrial Application from a European Viewpoint |
| 77  | Mechatronics is for everyone  |
| 91  | Forward Engineering - A Strategic link Between Design and Profit                                  |
| 136 | Engineering in the 90's; Design for success   |

**Subtema:1.2.-** Estrategias de procesos competitivos (ejemplos de empresas )

**Referencias:**

- |     |   |
|-----|---|
| 139 | U.S. must put R&D to work                     |
| 145 | Fresh approach reduces product time-to-market |
| 147 | View point News                               |

**Tema:2.- Ingeniería concurrente y principios de la participación del equipo de trabajo**

**Referencias:**

- |     |  |
|-----|--|
| 35  | Feasibility study of an automated materials testing facility for British Steel of Scunthorpe |
| 67  | Integrated Product Development   |
| 126 | Concurrent Design of Products and Processes  |
| 155 | Work group computing for competitive manufacturing   |
| 156 | Laying the foundation  |
| 158 | Team work Pays off   |
| 159 | Software for Concurrent Engineering  |
| 161 | Mechatronics a key player in concurrent engineering  |

- 162 Product Design for Manufacturing: The Use of Knowledge Based Systems in Concurrent Engineering
- 163 Concurrent design of automated manufacturing systems using knowledge processing technology
- 140 Managing complexity in automated systems: an information measure and its application

### **Tema:3.-Manufactura en productos mecánicos**

#### **Referencias:**

- 13 Design for Assembly in Action
- 18 The Myth of the Super Engineer
- 29 Modular production system
- 66 Flexible Assembly Systems
- 68 Design for Assembly
- 108 Eco Design: Design and the response to the greening of the international market
- 138 Design for environmentability

### **Tema:4.- Técnicas de análisis y modelado**

#### **Referencias:**

- 36 Estimation method for hardware requirements in embedded systems
- 22 A Design Model to Minimise Electronic Product Design Failures
- 54 Non-linear modelling of robust controllers for robotic manipulators
- 55 Magnetic effects in an electro-rheological controller
- 86 Mathematical Modeling of Servo-Hydraulic Materials Testing Machines
- 98 A Solid Free form Fabrication and Selective Powder Sintering
- 157 Solid Prototypes Produced Without Postcure
- 49 A control structure for flexible high-speed machinery

### **Tema: 5.- Ingeniería de sistemas**

#### **Subtema: 5.1-Conocimiento y habilidad de emplear principios de integración y diseño de sistemas mecánicos**

#### **Referencias:**

- 8 Design Methodologies in Integrated Business
- 62 Information based strategies in design of mechatronic systems
- 73 A framework for mechatronics design methodology
- 79 Control: The Integrating Factor in Mechatronics
- 131 Editorial: International Conference on engineering Design
- 154 Design Methodology

#### **Subtema: 5.2-Desarrollo de conceptos, configuraciones y diseños paramétricos de sistemas mecánicos**

#### **Referencias:**

- 50 Mechatronics an intelligent approach in engineering design
- 72 Multi-disciplinary design problem in mechatronics and some suggestions to its methodical solution in conceptual design phase
- 74 The mechatronic design concept and its application on robot gripper design
- 153 Control System Design for a Robotic Backhoe

### **Tema: 6.- Diseño auxiliado por computadora**

#### **Referencias:**

- 15 Computer Control for the 1990s
- 93 Mechatronics of the Silicon Repeater
- 99 Integration of CAD and inspection for Mold Production and Rework

**Tema: 7.- Teorías de diseño mecatrónico y metodología****Referencias:**

- 7 Sensor Selection Procedure
- 9 Experiences of Using Metamodeling in Systematic design of Mechatronics
- 51 Taguchi methodology within mechatronics
- 52 The partition of functions in mechatronics design
- 100 Development of an in-house computer automated process planning system based on group technology concept
- 101 Mechanical Design Simplification Using Function Description Language
- 105 A Review of Research in Mechanical Engineering Design. Part I: Descriptive, Prescriptive, and Computer-Based Models of Design Processes
- 106 A Review of Research in Mechanical Engineering Design. Part II: Representations, Analysis, and Design for the Life Cycle
- 123 Mechatronics and the imitation of nature
- 132 A methodological comparison of the structures of scientific research and engineering design
- 133 The status of design theory research in the United States
- 134 Relevant features of the decade 1981-1991 for theories of design in Japan
- 152 Engineering Design and Mechatronics -The Schemebuilder Project

**Tema: 8.- Diseño y optimización de componentes y sistemas mecatrónicos****Subtema: 8.1.- Desarrollo de técnicas, procedimientos y experiencias de diseño para crear componentes mecatrónicos****Referencias:**

- 31 The development of a high-pressure, thick-film sensor
- 32 The piezoelectric cylinder gyroscope
- 33 Design and a self-referencing temperature sensor for the process industries
- 34 Design and development of a multitasking low cost laser sensor for manufacturing applications
- 47 The field-controlled liquid state: a conceptual means for the implementation of advanced mechatronics systems
- 63 Biosensors
- 97 A framework for Intelligent Robotic Assembly
- 102 Object-Slip Detection During Manipulation Using a Derived Force Vector
- 103 Algorithms for Processing Data from a Photoelastic Slip Sensor
- 104 Fast and Accurate Tracking Control of a Flexible One-Link Robot Based on Real-Time Link Deflection Measurements
- 112 On the realization of an accurate hydraulic servo through an iterative learning control
- 113 Electronics and Information Technology in High-Range Elevator Systems
- 114 Hardware Estimation Method for Embedded Systems
- 115 A Sensor Classification Scheme
- 116 A Batch-Fabricated Silicon Accelerometer
- 117 Integrated Silicon Microbeam PI-FET Accelerometer
- 118 A Force Sensing Chip Designed for Robotic and Manufacturing Automation Applications
- 119 Silicon as a Mechanical Material
- 120 Fabrication and testing of the planar magnetic micromotor
- 124 Surface micromachined mechanisms and micromotors
- 130 MEMS: Microelectromechanical Systems
- 149 Fuzzy Logic goes to market

- 171 Supression of Whirling Motion of High Speed Rotor  
 177 Dynamic Analysis of Flying Head Sliders

**Subtema: 8.2.- Desarrollo de técnicas, procedimientos y experiencias de diseño utilizando los distintos componentes que constituyen a un sistema mecatrónico**

**Referencias:**

- 1 Investigation Into Microprocessors Control of a Stepping Motor  
 25 Mechatronics in automated apparel manufacture  
 28 Mechatronic Design Concept for Intelligent Robot Grippers  
 30 Microprocessors on co-ordinate measuring machines  
 37 Automatic generation of software for microcomputer-controlled hydraulic servo system by means of the SOKRATES-SA specification language  
 40 How does one specify and design an in put device for teleoperation?  
 41 Computer vision as a sensing system for soil cultivator control  
 45 A mechatronic approach to produce grading  
 53 A digital position controller for an integrated hydraulic actuator system  
 57 Intelligent robot systems for automation in the food industry  
 58 The robot as an intelligent interactive machine  
 78 Mechatronics Technology in Modular Machines  
 82 A Distributed Architecture for Parallel Control of Advanced Production Machines  
 84 Sensors in Automatic Inspections  
 85 Torque Control in Brushless Servomotors  
 89 Micro-Based Cold Roll Forming System  
 90 An Intelligent Automatic Storage and Retrieval System  
 94 The Reliability and Design of Small Electric Actuators  
 95 Multivariable Control  
 96 Adaptive Control for Autonomous Robots  
 110 Development of a Mobile Robot Controlled by Three Motors for a Hostile Environments  
 129 Mechatronic sensors in integrated vehicle architecture  
 151 The Future of sensors, materials science or software engineering?  
 167 Dynamic Measurement of Mechanical and Optical Characteristics of Optical Disks  
 168 Research on Floating Characteristics of Burnishing Heads of Magnetic Disks  
 170 Acceleration Feedforward Control for Head Positioning in Magnetic Disk Drives  
 173 An Active Air Bearing  
 174 The Vertical Traverse Stage in Vacuum Condition  
 180 Multiturn Absolute Encoder Using Spatial Filter  
 181 Precision Automated Assembly Device Using Voice Coil Motors

**Subtema: 8.3.- Desarrollo de técnicas, procedimientos y experiencias de diseño utilizando un sistema mecatrónico**

**Referencias:**

- 26 The 'intelligent' Sawmill  
 27 Mechatronic System for Knitted Fabric Handling  
 38 Intelligent automated assembly of the upper parts of shoes  
 39 Initial development of a mechatronic mushroom harvester  
 44 Self-serving banking and mechatronics: the first twenty years  
 46 Artificial intelligence techniques applied to robotic decoration of scale models  
 48 A fully distributed real-time control system  
 75 Mechatronics For Robots  
 80 Mechatronics Applied to the Manufacture of Knitted Garments  
 81 Mechatronic Design of a Belt Tensioning System

- 83 Low Resolution Co-ordinate Measuring Machine
- 125 Where Automotive Engine Technology is Going
- 128 New generation of automotive sensors to fulfil the requirements of fuel economy and emission control
- 169 Measurement of Impulsive Forces Arising from Flying Head/Disk Collision in Magnetic Disk Storage Systems
- 172 A Laser Measurement System for Fast and Precise Positioning
- 175 Influence of Printhead Vibration in Impact Printer on Printing Quality
- 176 Noise Reduction for a Dot-Matrix Impact Printer
- 178 Development of an Ultrahigh-Speed Serial Printer
- 179 CCD Array Scanning Servomechanism for a High Resolution Camera-Type Color Image Scanner
- 182 The Role of Precision Engineering in Manufacturing of the Future
- 185 Advancements in Technology and its impact on the Future Developments of Mechatronics Concept
- 189 Developments in Automation and Robotics in Construction
- 148 Drive engineers at the cutting edge

**Tema: 9.- Aspectos académicos de la mecatrónica**

**Referencias:**

- 16 Practical Teaching in Mechatronics
- 19 Mechatronics in engineering courses
- 59 Integration of advanced microcomputer system design in mechanical engineer education
- 60 The mechatronic curriculum for the modern engineer
- 76 Mechatronics: Cross-Disciplinary Opportunities
- 87 Development of a Mechatronics Learning Facility
- 88 A Mechatronics Awareness and the Development of hands-on Training Equipment to the CIM Environment
- 107 New Goals for Engineering Education
- 109 A criticism of an undergraduate design curriculum
- 121 Achieving Integration in engineering Design Education: The Role of Mechatronics
- 122 Research in engineering design: Some proposals for improving research, teaching and practice
- 135 Engineering design education: situation report
- 137 Engineering Design Centre; Reporte visita a Finlandia y Dinamarca
- 141 School of Engineering, Computing and Mathematical Sciences: Mechatronics at Lancaster
- 142 Extending professional development
- 143 The state of education
- 144 How they pass go
- 146 Britain's New Engineering Design Centres
- 150 Methodology of Education and R&D in Mechatronics
- 160 Robotics in Japan from east to west and outer space to inner space
- 184 Action Learning in Mechatronics
- 186 Mechatronics in Switzerland Research and Education
- 190 Resumen de Experiencias en CIM
- 191 B. Eng in Mechatronics
- 192 Mechatronics- A Challenge for Education

**Tema: 10.- Productos industriales útiles y de interés para la mecatrónica**

**Referencias:**

- 64 Sensors for the 90s
- 65 Assembly Robots Built Quality
- 69 Understanding Automotive Electronics
- 10 'Pneumatic transistor' sets energy saving trend
- 20 Sensors - What's Hot , What's Not
- 21 Automatic identification: How do you choose it & Where do you use it?
- 24 Discrete-Device Applications in Automotive Electronics
- 11 Precision Vision
- 12 Voice I/O in Manufacturing
- 17 AGVS 2000: What Lies Ahead?

**Tema: 11.- Trabajos misceláneos**

**Referencias:**

- 2 Inside the Robot Kingdom
- 3 Mechatronics Design in Japan
- 4 Mechatronics: Japan's Newest Threat
- 5 Japanese Technology Assessment
- 43 The Finnish mechatronics approach-experiences in adapting to educational, research and industry purpose
- 56 Mechatronics - a concept with examples on active magnetic bearings
- 70 Mechatronics, Electronics in products and processes
- 71 A theoretical Approach to Mechatronics Design
- 92 Ten Propositions on Mechatronics
- 111 Mechatronics - a concept with examples in active magnetic bearings
- 127 Review: Mechatronics Design in Japan and Mechatronic Design
- 164 Future Trends in Mechatronics
- 165 Present Status and Future of Opto - Mechatronics
- 166 Magnetic Bearings - Applications, Concepts and Theory
- 183 Does Mechatronics Need a Special Design Attitude?
- 187 Design Models in Mechatronic Product Development
- 188 Metamethodics in the Task Definition and Conceptual Design Phases

### 3.5. DESCRIPCION DE LA INFORMACION

En esta etapa se describen los trabajos dentro de los temas y subtemas que se definieron en la clasificación de la información.

#### 3.5.1. La Mecatrónica en el Contexto de la Empresa.

A nivel mundial diferentes empresas han considerado la incorporación de nuevas tecnologías dentro de sus procesos de producción para el desarrollo de productos.

Este tema tiene como objetivo obtener la relación en la estructura de una empresa que va desde sus aspectos materiales como son maquinaria, equipo, mobiliario hasta

aspectos administrativos o estrategias para operar y organizar las diferentes actividades que intervienen en la empresa para crear o emplear productos mecatrónicos.

El tema se divide en dos partes, que se describen a continuación.

### **...1.1 Relación entre mercadotecnia, finanzas, manufactura y estrategia de empresa durante la realización de un sistema mecatrónico.**

El objetivo de este subtema es el de conocer el método de interacción de los distintos departamentos que interviene en el desarrollo de un sistemas mecatrónico, así como las corrientes o filosofías que generen el manejo exitoso de una empresa.

Para entender este subtema se tomaron los conceptos presentados en la referencia [42] donde se definen tres niveles en los que se puede conocer el método de interacción entre las distintas áreas que intervienen en el desarrollo de un sistema mecatrónico.

#### *1. Nivel de la estrategia de la empresa.*

Este nivel se refiere a los retos que se presentan en un mercado que constantemente varía en los atributos de los productos y la importancia de emplear y conocer nuevas estrategias.

Las estrategias que la mecatrónica está imponiendo van desde los aspectos relacionados con las iniciativas que se adoptan dentro de la industria, la investigación y la educación hasta el apoyo el gobierno proporciona para el desarrollo de dichas iniciativas [23] [77][139].

#### *2. Nivel de la organización de la empresa.*

Se destaca, la necesidad de una organización que permita la interacción de todos los sus departamentos de la empresa simultáneamente, y aunque no se defina de manera precisa como debe ser esta interacción, se presentan algunos ejemplos concretos que muestran los cambios que la organización de las empresas está sufriendo con el uso de mejores métodos para manejo de información, sistemas de manufactura flexible, entrenamiento y enseñanza para personal, así como técnicas y herramientas que permitan predecir el comportamiento que el producto mecatrónico va a tener desde sus aspectos comerciales, de manufactura, de ensamble, de operación o servicio hasta su reciclamiento, es decir durante el ciclo de vida del producto [6] [42] [61] [91] [136].



### *3. Nivel del desarrollo del producto.*

Este nivel tiene como objetivo entender las actividades que van desde estudiar o reconocer las necesidades del cliente hasta las que garantizan los aspectos de calidad del producto durante su operación. En todos los trabajos que se presentan dentro del tema se habla de las distintas actividades que caracterizan a un producto mecatrónico como son la flexibilidad, la inteligencia, la multifuncionalidad, el desempeño de funciones invisibles y la capacidad de evolucionar rápidamente cuando las demandas del mercado requieren de un producto que supere a su antecesor.

#### **...1.2 Estrategias de procesos competitivos (ejemplos de empresas).**

Algunas empresas como: Rolls Royce, Digital Equipment, Percis Group y Dowty Group han tenido un gran éxito al poner en práctica nuevas estrategias en la elaboración de productos mecatrónicos [145] [147].

#### **3.5.2. Ingeniería Concurrente y Principios de la Participación de Grupos de Trabajo.**

Este tema se enfoca en la participación de grupos de trabajo en la llamada "Ingeniería Concurrente" en el Reino Unido o "Ingeniería Simultánea" en E. U. A. [162].

El principio en que coinciden todos los trabajos es la importancia de romper con las barreras de comunicación entre todos los departamentos de una empresa [158] [161] [67] [35] es decir, se tiene a todos los departamentos de la empresa trabajando conjuntamente y de esa forma es posible tomar decisiones e intercambiar información. Sin embargo las técnicas o herramientas que utilizan para este fin son totalmente distintas y difíciles de aplicar [155].

El segundo punto donde coincide la mayoría es en el manejo de información a través de la computadora [156], ya que se considera que es el mejor vínculo para integrar a todas las áreas que intervienen en el desarrollo del producto; pero no se menciona que información se debe emplear ni los métodos de interacción [126] [159] [163] [140].

Se detectaron casos de empresas en donde el personal es rotado en distintas áreas, y de esa forma adquiere conocimiento y experiencia de todas las actividades que se desarrollan dentro de la empresa y así es posible para el profesional entender cuales son las reacciones de las decisiones que se tomen durante el desarrollo de productos.

Cabe hacer notar que los trabajos encontrados reflejan el estado de trabajo de las empresas japonesas y resaltan que no existe una empresa con el mismo tipo de

organización que otra, es decir que cada empresa aplica de manera particular esta filosofía.

### **3.5.3. Manufactura en Productos Mecatrónicos.**

Este tema tiene como objetivo el generar conocimiento para entender el tipo de manufactura que se emplea en productos mecatrónicos. Esto abarca conocimiento de las técnicas específicas de diseño para mejorar el ensamble, almacenamiento, reciclamiento y algunas áreas que se definen como diseño para "X" (donde X es cualquier área específica como minúsculos, niños, productos bélico, etc). Las técnicas de diseño que se presentan son: Cálculo del costo de un producto durante su proceso de fabricación por medio de un programa de computadora [18]; filosofía de diseño para facilitar el proceso de manufactura por medio de módulos [29]; técnicas para medir la potencialidad de ensamblar un producto [13] [66][68]; Eco Diseño que establece un criterio de diseño que va desde la fabricación de los productos hasta se desecho, pensando en evitar el menor daños posible al medio ambiente [108]; relacionado con Eco Diseño por medio de un programa de computadora es posible medir el impacto ambiental de un producto [138].

### **3.5.4. Técnicas de Análisis y Modelado.**

El objetivo de este tema es el de crear técnicas de análisis y de modelado que simulen distintas características de un producto mecatrónico sin ser este construido. El impacto más importante de estas técnicas es el poder disminuir el tiempo que tarda el desarrollo de un producto. Esto se puede observar en los trabajos siguientes: Modelo para lograr las mínimas fallas en productos electrónicos, para ello se evalúan aspectos ambientales, variaciones de voltaje, etc [22]; programa de computadora basado en inteligencia artificial para estimar el hardware que se requiere cuando se tiene diseñado el software en un problema mecatrónico [36]; métodos de modelado matemático de sistemas mecatrónicos, en donde se incluye el análisis de los aspectos dinámicos de la estructura, los mecanismos empleados y su algoritmo de control [49] [54][55] [86]; técnica para desarrollar prototipos o modelos tridimensionales a través de la adición precisa de material. Esta nueva técnica de modelado tiene como objetivo obtener un modelo tridimensional de la misma forma como se obtiene la impresión de un dibujo; la capacidad de realizarlo es resultado directo de la mecatrónica y del uso de nuevos materiales [98] [157].

### **3.5.5. Ingeniería de Sistemas.**

#### **...5.1-Conocimiento y habilidad de emplear principios de integración y diseño de sistemas mecatrónicos**

Este subtema muestra aspectos de la habilidad y el conocimiento de emplear principios de diseño de sistemas así como el desarrollo de conceptos, configuraciones y diseños paramétricos de sistemas mecatrónicos; que se basan en principios de

ingeniería de sistemas para formular sus tesis; por ejemplo se critican las metodologías tradicionales del diseño y se formula una nueva propuesta que se apoya en el manejo de información a través de un esquema en el que se dividen los aspectos comerciales, de ingeniería, de producción, electrónicos, mecánicos y de software; además aspectos de competencia, abastecedores y de facilidades que existen fuera de la empresa; para que por medio de ciertas técnicas (que no se mencionan) y con la información de cada área se integre todo el conocimiento que involucra el desarrollo de los productos [8] [79] [62].

El desarrollo de productos mecatrónicos específicos es realizado por medio del uso de conceptos de ingeniería de sistemas, esto define la llamada "estructura funcional" que es un modelo abstracto del comportamiento funcional de un sistema mecatrónico, dicho sistema debe ser compatible en tres aspectos: en las funciones de transformación, las funciones de propósito y los estados de las funciones o transiciones; para crear una estructura más compleja pero con el mismo comportamiento de la estructura original [73]; la relación entre los distintos elementos que forman un sistema mecatrónico se representa mediante diferentes técnicas o métodos de diseño [131]; un método de diseño basado en el análisis de métodos ya existentes representa la filosofía con que se diseña y se imparte la ingeniería de diseño en Dinamarca [154].

### **...5.2- Desarrollo de conceptos, configuraciones y diseños para métricos de sistemas mecatrónicos**

En este subtema se presentan casos prácticos en donde se utilizan principios de integración y diseño de sistemas, resaltando el uso de un procedimiento sistematizado basado en la integración de distintas tecnologías. También se describe la relación que dichos casos tienen con la enseñanza de la mecatrónica [72] [50] [74] [153].

### **3.5.6. Diseño Auxiliado por Computadora.**

Este tema tiene como objetivo el conocer las técnicas que utilizan a la computadora como herramienta principal para resolver problemas específicos como son: El Diseño Auxiliado por Computadora (CAD), Manufactura Auxiliada por Computadora (CIM), etc. Es necesario conocer el tipo de computadora que se necesita para satisfacer las necesidades de control de máquinas y control de procesos industriales de la siguiente década [15]; algunos sistemas industriales para la producción de moldes tienen integrado un sistema de diseño auxiliado por computadora y un sistema para inspección [99].

### **3.5.7. Teoría y Metodología de Diseño Mecatrónico.**

Dentro de este tema se trata el desarrollo de teorías específicas para crear sistemas mecatrónicos. Se presenta una revisión de todas las teorías y técnicas de diseño que se han formulado en los últimos años: una técnica es el "metamodelado" [9][105]

[106]; un método de diseño que se utilizan recientemente en Japón es el llamado "Taguchi", mediante el cual es posible integrar la mecánica, electrónica y el software [51]; en un sistema mecatrónico es importante definir cuales son las mejores alternativas en la selección de elementos que lo integran esto se logra mediante un análisis para la selección de dichos elementos que se basa en la definición general del sistema [52]; es posible planear todas las actividades que intervienen en la manufactura de un sistema mecatrónico [100]; basado en un programa de computadora se describe una metodología para definir el concepto de mecatrónica [101]; existen similitudes entre un sistema mecatrónico y los objetos creados por la naturaleza [123]; en una comparación entre el tipo de metodología utilizada en la investigación científica y la utilizada en la ingeniería de diseño se establecen sus similitudes y sus diferencias refiriéndose a las actividades que se realizan en las dos áreas [132]; con relación a las teorías de diseño utilizadas en Japón durante la década de 1981 a 1991 se presentan los datos más relevantes que se generaron, mencionándose aspectos de la teoría general de diseño, bases de datos para desarrollar diseño conceptual, sistemas integrados a base de CAD, el uso de CAD como método de diagnóstico, programas de CAD basados en inteligencia artificial y aspectos de educación [134]; el desarrollo de una metodología de diseño para realizar productos mecatrónicos incluye el uso de nuevas herramientas como la computadora [152].

### **3.5.8. Diseño y Optimización de Componentes y Sistemas Mecatrónicos.**

Este tema se tratan las experiencias que involucra el desarrollo, construcción y prueba de elementos o sistemas de las disciplinas que forman a la mecatrónica.

Este tema se dividió en tres partes que se presentan a continuación.

#### **...3.1 Desarrollo de técnicas, procedimientos y experiencias de diseño para crear componentes mecatrónicos.**

Las técnicas, procedimientos y experiencias de diseño para crear componentes mecatrónicos que se localizaron son los siguientes: Desarrollo de un sensor para medir alta presión; dentro de este trabajo se muestran los resultados experimentales y detalles de diseño [31]; principios de operación de un giroscopio utilizando materiales piezoeléctricos; también se muestran los datos experimentales [32]; un sensor de alta temperatura, el cual tiene una configuración especial para poder interactuar con microprocesadores [33]; desarrollo de un sensor a base de la tecnología de rayo laser, para diferentes aplicaciones en la manufactura de productos [34]; diseño de un dispositivo hidráulico en el cual se estudian sus cualidades y diferencias para ser considerado un elemento útil para formar un sistema mecatrónico [47]; procedimiento de control y manejo de una serie de robots cuyo propósito específico es el de trabajar en una línea de ensamble [97]; los nuevos biosensores que se utilizan para detectar parámetros específicos del funcionamiento del cuerpo humano [63]; técnica de micro maquinado de superficies, la cual es capaz de crear dispositivos mecánicos integrados

con dispositivos electrónicos, estos dispositivos crean sensores únicos en su tipo [124]; clasificación general de los microsensors [115]; ejemplos de los últimos avances que se están obteniendo en el desarrollo de microsensors y microelementos de máquinas [116] [117] [118] [119] [130]; lógica de control creada en Japón llamada "Fuzzy Logic", cuyo propósito es el controlar de manera precisa sistemas mecatrónicos [149]; ejemplos de diferentes tipos de rodamientos especialmente hechos para sistemas mecatrónicos [171] [172].

### **...8.2.- Desarrollo de técnicas, procedimientos y experiencias de diseño utilizando los distintos componentes que constituyen a un sistema mecatrónico**

En este subtema se presentan diferentes ejemplos prácticos e industriales en donde se ha diseñado y construido sistemas mecatrónicos completos; también se discuten las ventajas de la utilización de diferentes tecnologías. En general se exponen experiencias particulares en el uso de cierto tipo de elementos para resolver problemas como son: el diseño de tenazas para robot [28]; generación de un programa para un sistema hidráulico controlado por microcomputadora [37]; la importancia de los microprocesadores como un método para eliminar errores en la máquinas de alta precisión [30]; método de sensado por medio de video para cosechar [41]; sistema de control para seleccionar verduras [45]; uso de un posicionador digital en un actuador hidráulico [53]; robot con sistemas de sensado para realizar funciones no preestablecidas, es decir el robot es capaz de tomar sus propias decisiones [58]; arquitectura de control para máquinas de manufactura avanzada [82]; uso de sensores para realizar operaciones automáticas de inspección [84]; sistema de control para servomotores [85]; estructura de un sistema de manufactura integrado por una computadora a una laminadora de metales [89]; sistema "inteligente" para almacenar productos en una bodega dándole énfasis al sistema de control [90]; estudio la confiabilidad de pequeños actuadores eléctricos [94]; diferentes procedimientos de control para varias aplicaciones mecatrónicas [95] [96] [1]; estudio del futuro que tendrán los sensores, los materiales con que están construidos y el tipo de software para controlarlos [151]; estudio del comportamiento de las cabezas lectoras de discos compactos [168]; estudio las características dinámicas y ópticas de un disco para computadora [167]; diseño de un posicionador [180]; estudio del uso de bobinas para facilitar el ensamble en casos donde se requiere alta precisión [181]; diseño de un rodamiento de aire utilizado en máquinas de alta precisión [173]; diseño de un motor especial para casos donde se requiere el manejo de rayos X [174]; discusión del método de control para distintos cabezas lectoras de discos de computadora [170].

### ...8.3. Desarrollo de técnicas, procedimientos y experiencias de diseño utilizando un sistema mecatrónico

Se presentan casos ejemplos de diseño de máquinas especiales o máquinas únicas donde se resaltan las ventajas de utilizar sistemas mecatrónicos. Las máquinas que se presentan son: Diseño de un aserradero "inteligente" [26] [148], diseño de una máquina tejedora [27] [80]; máquina para el ensamble de zapatos [38], máquina para decorar modelos a escala [46], cajero automático [44], máquina para probar la tensión el bandas [81], máquina de medición por coordenadas de baja resolución [83], diseño de un banco de pruebas para probar automotores [125], Uso de sensores automáticos [128], Robots Mecatrónicos [75] [185], sistema de control distribuido para robots [48], impresora de impacto para computadora [175], sistema Laser para medir posicionamiento [172], cámara de video [179] y excavadora automática e "inteligente" [189].

#### 3.5.9. La Enseñanza de la Mecatrónica.

En este tema se concentran los trabajos que describen como la integración de la ingeniería mecánica con la ingeniería electrónica y computación mediante la mecatrónica. Esto ha traído la necesidad de formar una nueva generación de ingenieros cuyo conocimiento no se limite a una sola disciplina [60] ; por el contrario se hace énfasis en la necesidad de una enseñanza multidisciplinaria que responda a las necesidades industriales donde se requiere de la integración tecnologías para desarrollar productos con mejores características de flexibilidad, seguridad y bajo costo.

Con dicha filosofía se imparten los cursos de mecatrónica en la Universidad de Loughborough, Reino Unido, fomentando la participación de los estudiantes en programas de investigación mediante proyectos que realizan en el último año de su preparación, además se diseñan nuevas prácticas de laboratorio utilizando técnicas mecatrónicas [16]; la importancia incluir a la mecatrónica en los cursos de ingeniería se observa en diferentes proyectos que se han desarrollado en el campo dentro del Reino Unido [19]; se presenta el programa de investigación que se esta realizando en Finlandia; además describe las experiencias que se han tenido al adoptar un enfoque mecatrónico a los propósitos de la industria, la investigación y la academia [43]; se muestra la necesidad de incorporar materias de ingeniería electrónica y de computación en el plan de estudios de ingeniería mecánica; así mismo un método para enseñar a los alumnos de ingeniería mecánica diseño de sistemas con micro computadoras y mecatrónica, también se describen las experiencias y los resultados de aplicar dicho método [59]; existen nuevas opciones para estudiar un curso en mecatrónica en el Reino Unido y en Europa obteniéndose grandes ventajas [76]; la estructura de la mecatrónica dentro de la ingeniería de diseño y se muestra como a partir de esta estructura se desarrolla el curso de mecatrónica a nivel maestría en la Universidad de Lancaster [121] [192]; en la Universidad de Hull, Reino Unido se imparte un curso de mecatrónica, del que se describe el plan de estudios [191];

también se han desarrollado laboratorios que faciliten la enseñanza de la mecatrónica, mediante la integración de microelectrónica, computación basado es mecanismos y procesos [87]; existen diferentes equipos para la capacitación y la práctica dentro de un ambiente de manufactura auxiliada por computadora [88]; dentro de los cursos de ingeniería de diseño de productos se imparten elementos de mecartónica [142] [143]; en la Universidad Tecnológica de Toyohashi se lleva a cabo una metodología para la educación y la investigación en mecatrónica [150].

En el aspecto académico existen varios trabajos que cuestionan los métodos de enseñanza de la ingeniería actuales como es el caso de la enseñanza de la ingeniería de diseño y de ingeniería mecánica en E.U.A. [109] [107]; se presentan reporte del estado actual de la educación en ingeniería de diseño y hacen propuestas par mejorar la práctica investigación y enseñanza [135] [122]; se describen la forma en que se enseña la ingeniería en Alemania y la compara con la enseñanza en el Reino Unido [144].

Dentro de las instituciones académicas se desarrollan actividades de investigación y prácticas industriales en mecatrónica como en Dinamarca y Finlandia, que tienen una gran importancia dentro de los programas gubernamentales [137]; se observan también actividades de investigación en mecatrónica dentro de la Escuela de Ingeniería, Computación y Ciencias Matemáticas de la Universidad de Lancaster [141]; se desarrollan actividades industriales de investigación y de educación el campo de mecatrónica en el Instituto de Robotica, Suiza [186]; existen diferentes centros de ingeniería de diseño en el Reino Unido que desarrollan mecatrónica [146]; en Japón los aspectos de educación y avances tecnológicos e investigación en robótica tienen gran importancia dentro de las empresas que desarrollan productos mecatrónicos [160]; se han desarrollado métodos de entrenamiento para ingenieros y técnicos en el área de mecatrónica [184]; en Singapur se dieron a conocer sus futuras actividades en mecatrónica en la conferencia de manufactura auxiliada por computadora que se llevo a cabo en octubre del presente año [190].

### **3.5.10. Productos Industriales Útiles y de Interés para la Mecatrónica.**

En este tema se concentran todos aquellos trabajos que muestran nuevos productos comerciales que se utilizan en sistemas mecatrónicos como: un transistor neumático, que ofrece una conversión eficiente de energía eléctrica a mecánica [10]; máquinas de medición la capacidad de medir con alta precisión mediante un sistema óptico basado en Laser [11]; sistema de manufactura que permite introducir datos por medio de voz [12]; muestra los nuevos vehículos guiados automatizados (AGV's) [17]; diferentes tipos de sensores que existen en el mercado de los E.U.A. [20]; dentro de la industria de manufactura existen técnicas de identificación automática [21]; dispositivos electrónicos que se emplean en la industria automotriz [24] [69]; sensores que se requieren para satisfacer las necesidades actuales [64]; robots para ensamble, sus aplicaciones y ventajas [65].

### 3.5.11. Trabajos Misceláneos.

En este tema se concentraron los trabajos que tratan de explicar el concepto de la mecatrónica y que describen su desarrollo en diferentes países.

Se explica el concepto de la mecatrónica mediante ejemplos de un sistemas, métodos o experiencias de diseño como: los rodamientos magnéticos sus ventajas, técnicas de vacío y control de vibración [56] [166]; diez proposiciones o tesis del concepto de mecatrónica [92]; la tendencia de la mecatrónica dentro de las máquinas modernas [164]; estado actual y el futuro de la opto-mecatrónica [165]; los aspectos de diseño que implica el desarrollo de productos mecatrónicos [183]; modelos de diseño para el desarrollo de productos mecatrónicos [187]; métodos de desarrollo de productos dentro del programa de mecatrónica en Finlandia [188].

Se presentan diferentes libros que tratan el tema de mecatrónica desde el diferentes puntos de vista como: el de la robótica [2]; considerando como una nueva tecnología dando una descripción general [4]; basándose en un estudio sobre el diseño mecatrónico en Japón [11]; estudio realizado por investigadores de E.U.A. sobre las estrategias tecnológicas de Japón incluyendo a la mecatrónica [5]; libro de texto sobre mecatrónica [70]; investigación sobre metodología de diseño en mecatrónica [71]; memorias de un seminario internacional sobre mecatrónica [193]; crítica de dos libros sobre mecatrónica [127]; relevancia de la mecatrónica en la industria y la academia en el mundo [194].



## **4. PRESENTACION DE CASOS ESPECIFICOS**

### **4.1. LA ENSEÑANZA DE LA MECATRONICA**

En la mayoría de los países, el camino tradicional que se ha seguido para la enseñanza de la ingeniería ha sido el de la especialización. En el caso de Inglaterra, en el año de 1818 se formó la Institución de Ingenieros Civiles, posteriormente en 1847 la Institución de Ingenieros Mecánicos y la Institución de Ingenieros Electricistas en 1871; así subsecuentemente se siguió la línea de crear instituciones o asociaciones de cada una de las ramas específicas de la ingeniería. De la misma manera los departamentos de ingeniería dentro de las universidades han seguido rutas similares a las llamadas instituciones de ingenieros.

La mecatrónica no debe ser considerada como una nueva especialización, por el contrario es una disciplina de integración y opuesta al estilo del desarrollo académico tradicional.

Ejemplos de Publicidad para los nuevos cursos en mecatrónica y ofertas de trabajo

Study in Bonny Dundee for your ...

modular part-time/full-time  
**MSc in  
MECHATRONICS**

Five-week study periods at Dundee can be interspersed with five- or ten-week periods back at work.

Module subjects include microprocessors and software, sensors, actuators, control principles, digital techniques, robotics, mechatronics applications, management of new technology and business topics.

The individual project can be carried out either at Dundee or in industry.

Further information from Professor Jack Dinsdale  
Department of Applied Physics and Electronic & Manufacturing Engineering  
University of Dundee, DD1 4HN  
Telephone 0382 307504/827382/25181, ext.4852. Fax 0382 202830

UNIVERSITY OF DUNDEE  
Mechatronics Development  
Laboratory

**TWO  
DEVELOPMENT  
ENGINEERS**

(Ref: EST/501/92/NS)

**ONE TECHNICIAN**

(Ref: EST/104/92/NS)

A new Mechatronics Development Laboratory is being set up by the University of Dundee to become a centre of excellence in the design and development of electro-mechanical machines and instruments providing a service to industry and a research facility for the University. Applications are invited for the above post.

Engineers should be educated to graduate or equivalent level and have practical experience of developing and working with computer-controlled machine systems. The technician should have HNC or equivalent and be equally at home working with a lathe or an oscilloscope.

The salary for the engineers post will be on a scale up to £23 736, and the technician post up to £12 400, depending on qualifications and experience.

Further particulars from The Personnel Office, The University, Dundee DD1 4HN. Telephone 0382 23181, ext 4015. Please quote appropriate reference number. Closing date: 4 March, 1992.

The University is an Equal Opportunity Employer.



**EUROPEAN  
MECHATRONICS  
(MSc/ P.G.D.)**

Mechatronics is an exciting developing technology combining the disciplines of electrical, electronic and mechanical engineering with computer science to develop totally integrated devices.

This one year taught Masters course includes a six month project activity which can be undertaken either in the UK or in a member EC country.

Applicants should hold an honours degree in an appropriate discipline with a proven ability in Applied Mathematics at first degree level.

Department of Employment sponsorship for ten places has been secured under the Higher Technology National Training programme.

Ring Rob Parkin : 0533 577050

### **Iniciativas internacionales**

Desde principios de los años ochenta, un gran número de universidades en varios países han creado cursos e iniciado actividades de investigación en el área de mecatrónica. A continuación se describen algunas de estas iniciativas.

#### **Japón**

A pesar de que en Japón fue donde surgió la práctica de la mecatrónica, solamente una universidad (Toyohashi University of Technology) imparte un curso de maestría llamado "Ingeniería Mecatrónica" desde 1983. La mayoría de las universidades japonesas imparten solamente elementos de mecatrónica dentro de sus cursos, y realizan investigación en el área. Desde el punto de vista de los académicos japoneses, el ingeniero mecatrónico es esencialmente un ingeniero mecánico, el cual tiene conocimiento y práctica en microprocesadores, electrónica, actuadores y control.

Se han instituido conferencias para la promoción de la mecatrónica tal como la Conferencia Internacional en Mecatrónica Avanzada ( International Conference on Advanced Mechatronics) que tuvo lugar en Tokio en 1989. En esta conferencia se contemplaron temas que contribuyeron a ensanchar el panorama de mecatrónica que se tenía anteriormente con los Seminarios Internacionales de Ingeniería de Precisión (International Precision Engineering Seminars) iniciados por el Instituto Tecnológico de Cranfield en el Reino Unido; donde solamente se trataron aspectos mecatrónicos de precisión.

#### **E.U.A.**

En un gran número de universidades en los E.U.A. se encuentran trabajando en el área, al parecer ningún curso tiene el título de "mecatrónica". Sin embargo las empresas norteamericanas están adoptando un enfoque multidisciplinario en una gran cantidad de problemas industriales.

#### **Europa**

Después de Japón, Europa ha adoptado con gran fuerza el campo de mecatrónica. Una de las primeras universidades que adoptó el área fue la Universidad de Leuven en Bélgica, la cual cuenta con un programa de posgrado en mecatrónica desde 1989 y la opción de "Mecatrónica en Ingeniería Electromecánica" en el tercer año de ingeniería mecánica a nivel licenciatura. Dentro de esta universidad se realizan actividades de

investigación en el área; y las empresas Belgas han integrado a la mecatrónica en sus actividades de diseño y manufactura.

La Universidad Técnica de Dinamarca cuenta con cursos de mecatrónica y también imparte cursos de educación continua. Las empresas líderes forman una asociación llamada " Club de Mecatrónica" por medio de la cual apoyan técnica y económicamente a las universidades en sus actividades académicas y de investigación.

En Finlandia se tienen las empresas más avanzadas en mecatrónica de Europa. El interés de este país en la mecatrónica surgió de la necesidad de automatizar la industria maderera, de la cual depende una gran cantidad de sus ingresos. Actualmente fundado por el gobierno se ha adoptado el enfoque mecatrónico en todo el país, en donde industria y universidades colaboran en un mismo objetivo.

En Alemania se ha aplicado la mecatrónica en la ingeniería de producción, y diferentes actividades se han desarrollado desde 1980. Un gran número de universidades trabajan en mecatrónica. Se ha puesto gran interés en el área pues en este país se manufactura un gran número de productos.

En el Reino Unido, la universidad de Dundee además de impartir cursos en el área, desarrolla actividades con empresas de manufactura. En la Universidad de Lancaster se imparte el curso de mecatrónica a nivel licenciatura y posgrado; así como Lancaster las universidades de Loughborough, Hull, cuentan con el curso en los dos niveles. En la Universidad de Oxford y la Universidad Abierta se cuenta con el curso solo a nivel licenciatura. Algunos Politécnicos han instituido una opción en el tema dentro de sus cursos de ingeniería. La mayoría de las universidades Británicas han trabajado en uno de los aspectos de la mecatrónica; tal es el caso del Instituto Tecnológico de Cranfield en donde se tiene la Unidad de Ingeniería de Precisión (CUPE).

La Comunidad Económica Europea trabaja en mecatrónica a través de dos programas ESPIRIT y COMETT, en el que participan varias universidades. El programa COMETT opera el programa que integra Cursos Europeos de Mecatrónica, y ofrece los siguientes módulos de enseñanza con duración de una semana cada uno.

Dundee (Reino Unido) Control Inteligente de Máquinas y Procesos Industriales.

Lynby (Dinamarca) Desarrollo Integrado de Productos.

Leuven (Bélgica) Movimiento Controlado por Computadora y Robótica.

Brunel (Reino Unido) Inspección Automática para la Calidad en Ingeniería de Manufactura.

Dublín (Rep. de Irlanda) Manufactura Flexible Automatizada.

Cada módulo incluye conferencias, sesiones de laboratorio y visitas a empresas.

En general en Europa se observa que paulatinamente se están llevando a cabo iniciativas por medio de las cuales se está reconociendo la importancia de la mecatrónica, esto formalizará en un futuro la integración de la ingeniería mecánica, electrónica y de computación.

Se presentan a continuación algunos cursos de mecatrónica que se imparten en Europa y en Japón, incluyéndose datos de la estructura de las instituciones donde se imparten y las actividades de investigación que desarrollan.

### 4.1.1. Bélgica

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Leuven (Katholieke Universiteit Leuven), Bélgica tiene una población de 2600 alumnos y en el área de ingeniería mecánica, que es donde se imparte el curso de mecatrónica 340 alumnos.

El departamento de Ingeniería Mecánica es uno de los siete departamentos de la Facultad de Ingeniería y cuenta con diez profesores, seis profesores asociados, aproximadamente cien ayudantes y veinte empleados técnico y administrativos.

#### *Programa General de Estudios*

La enseñanza de la ingeniería en la universidad de Leuven, consiste en un plan de estudios de cinco años. Los primeros dos años son de ciencias básicas como, matemáticas, física, química y algunos cursos de introducción a la ingeniería.

A estos dos años de ciencias básicas les siguen tres años de especialización en áreas como ingeniería civil, ingeniería química, ingeniería de materiales, ingeniería de minas e ingeniería en computación. Dentro de las áreas antes mencionadas existe la posibilidad de elegir una sub-área al iniciar el cuarto año del plan de estudios. Las opciones dentro del área de ingeniería mecánica son: Mecánica aplicada y conversión de energía, ingeniería y administración de la producción y finalmente mecatrónica.

Al término de los cinco años se obtiene el grado de Maestro en ingeniería (Master of Science in Engineering).

También existen estudios complementarios con duración de un año (tiempo completo) y dos años (medio tiempo), los cuales son considerados como estudios de posgrado.

### *Estructura del Curso*

El objetivo de este curso es el estudio de la automatización de procesos de producción controlados por computadora y la enseñanza multidisciplinaria en mecánica, electrónica y computación.

Las asignaturas del plan de estudios se presenta la tabla general de materias dentro de los anexos.

### *Actividades de investigación*

En la división de ingeniería de producción es donde se desarrollan actividades de investigación relacionadas con mecatrónica.

Los estudiantes contribuyen con dichas actividades mediante el desarrollo de proyectos de diseño y trabajos de tesis, que por lo general son financiados por industrias incluyendo La Comunidad Económica Europea.

### **4.1.2. Dinamarca**

La Universidad Técnica de Dinamarca ( The Technical University of Denmark) en el área de ingeniería cuenta con 4 departamentos (Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Civil e Ingeniería Química). También cuenta con 60 institutos, los cuales tienen un personal de 3000. La población total de alumnos de 5000 estudiantes.

### *Programa general de estudios*

El curso relacionado con mecatrónica está integrado con los diferentes cursos de ingeniería de diseño; por lo tanto se enfoca principalmente a diseño mecatrónico.

Los cursos tienen una duración de 10 semestres, en donde se entrena a los alumnos en la solución de problemas, especificación, creatividad, modelado y

evaluación dentro de proyectos de diseño como: Lavadora para una taza, una dobladora de periódicos, generador de energía eléctrica por medio de las olas del mar, dispositivo automático para riego de plantas, etc. También se tienen prácticas de laboratorio donde participan de 4-5 estudiantes y resuelven problemas bajo un tiempo determinado.

### *Curso de Diseño Mecatrónico*

Se tiene la participación de estudiantes de ingeniería electrónica e ingeniería mecánica. Los proyectos que se realizan son en su mayoría en la fase de diseño conceptual. Dentro del curso se imparten los siguientes seminarios introductorios: Técnicas de solución general de problemas, desarrollo integrado de productos, métodos de diseño mecatrónico, conferencia de tecnologías de empaque electrónico y un laboratorio opcional de realización de prototipos. La asignaturas se presentan en la tabla general de materias dentro de los anexos.

Una cualidad única en la educación en este instituto es que todos los estudiantes y maestros tienen un dominio del dibujo a mano alzada ya que tienen un año intensivo de preparación; el objetivo de esta preparación es el utilizar el dibujo como herramienta básica de comunicación y de visualización de problemas como se puede observar en las referencias [3] [71].

### *Actividades de investigación*

Los actividades de investigación del instituto de Ingeniería de Diseño de la Universidad Técnica de Dinamarca son principalmente en teoría de ingeniería de diseño, metodologías de diseño y desarrollo de productos. Tienen contactos con empresas líderes en sistemas de refrigeración, hidráulicos, controladores de motores y sistemas industriales de medición. Además existe un programa de investigación en mecatrónica con la Comunidad Económica Europea.

#### **4.1.3. Finlandia**

En 1985 se implementaron trabajos especiales en el área académica y de investigación cuyo objetivo era el de mejorar la productividad y competitividad de las industrias de ingeniería, metalúrgica, eléctrica y electrónica mediante el uso de mecatrónica.

Posteriormente en 1987 dio inicio un programa de investigación en mecatrónica con la participación de cuatro universidades, le Centro Finlandés de investigación tecnológica y 80 firmas industriales las cuales participan en el empleo de resultados y conceptos que se derivan de la investigación.

*El programa tiene los siguientes tres objetivos principales:*

- 1 Incrementar el conocimiento de mecatrónica
- 2 Incrementar el uso de la mecatrónica
- 3 Implementar proyectos en el desarrollo de productos que sirvan como ejemplos prácticos

Un enfoque multidisciplinario ha sido instituido en las universidades, colegios y en escuelas de entrenamiento técnico.

Como se puede observar Finlandia ha sido uno de los países de Europa que ha adoptado a la mecatrónica como una estrategia a nivel nacional.

Desafortunadamente no fue posible encontrar los planes de estudio específicos de una universidad, sin embargo se cuenta con información detallada sobre las actividades del Programa Finlandés de Mecatrónica, dicha información se encuentra en los documentos anexos.

#### **4.1.4. Reino Unido**

##### **..1. Universidad de Lancaster**

La Universidad de Lancaster (Lancaster University) tiene una población estudiantil de 6227 estudiantes. El departamento de ingeniería forma parte de la Escuela de Ingeniería, Computación y Ciencias Matemáticas la cual cuenta con 23 académicos, 60 investigadores y aproximadamente 220 estudiantes.

*Programa general de estudios.*

La enseñanza de la ingeniería en la universidad de Lancaster, consiste en un plan de estudio de tres años para nivel licenciatura. En el primer año los estudiantes comparten materias comunes donde se imparten los fundamentos de la ingeniería; posteriormente los alumnos se concentran en áreas como: Electrónica, Mecatrónica o Mecánica; además de materias opcionales. Al finalizar el tercer año se obtiene la licenciatura. Después de tres años es



posible cursar el cuarto año para obtener el grado de Maestro en Ingeniería; en el caso de mecatrónica se cursan materias como robótica, sistemas de manufactura, diseño de circuitos integrados incluyendo ASICs (circuitos integrados de aplicación específica), electrónica de potencia y administración, además de realizar un proyecto de diseño.

Un ejemplo el tipo de proyectos industriales que desarrollan en los alumnos de maestría del curso de mecatrónica son los siguientes:

1. Dispositivo que mejora la seguridad en las grúas viajeras cuando el operador no puede ver la carga ni determinar el ángulo del cable.
2. Método "inteligente" que permita detectar fallas en secciones dañadas de fibras ópticas.
3. Desarrollo de un sistema basado en "ORAC" (software de control) como medio para el control de sistemas externos.
4. Silla de ruedas de alta movilidad.
5. Banco de pruebas demostrativo electroneumático.
6. Implementación de un sistema CAD CAM para interactuar con la manufactura de hormas de zapatos.
7. La automatización en la fabricación de productos textiles.
8. La aplicación de herramientas tipo "CASE" (software) en productos mecatrónicos.
9. El impacto del uso de la computadora para mejorar el trabajo cooperativo en el diseño de productos.
10. Estudio de técnicas para mejorar la interacción entre un paquete de CAD y el diseñador.
11. Suspensión para una cabeza de barrido en un sistema de medición.
12. Desarrollo de un programa de computadora para una máquina que selecciona y ordena monedas.
13. Desarrollo de una caja de velocidades mecatrónica.
14. Simulación en el uso de una serie de sensores industriales.
15. Desarrollo de banco de pruebas didáctico electrohidráulico.
16. Investigación en el desarrollo de métodos para unir automáticamente partes de zapatos.

### *Estructura del curso*

#### **Objetivo**

A) Formar estudiantes capaces de trabajar en un ambiente industrial desarrollando tecnología avanzada de acuerdo con los principios de la mecatrónica, y siendo así el profesional que pueda establecer un vínculo entre especialistas en distintas áreas de la tecnología.

B) Formar ingenieros de proyecto quienes puedan trabajar dentro y conjuntamente con grupos de trabajo multidisciplinarios.

Las asignaturas del plan de estudios se presenta en la referencia [121] y en la tabla general de materias contenida en los anexos.

También existen cursos del tipo "Educación Continua" que se imparten a industriales. Dependiendo de la necesidad o requerimiento de la industria existen seminarios, clínicas en mecatrónica o cursos de un año en donde los estudiantes realizan un proyecto que involucra la solución de un problema real en su propia industria; mensualmente o bimestralmente se realizan revisiones a sus proyectos, en algunas ocasiones este curso se considera como un curso de maestría para los participantes. Cabe señalar que para realizar este curso existen instalaciones especiales para alojar a los estudiantes e impartir las clases o seminarios. En los anexos se presenta un ejemplo de las materias y los de expositores que participan en estos cursos.

### *Actividades de Investigación*

La Escuela de Ingeniería, Computación y Ciencias Matemáticas cuenta con un grupo multidisciplinario de académicos, asistentes de investigación y estudiantes que desarrollan actividades de investigación con la industria en el área de mecatrónica.

La escuela cuenta con robots industriales, robots "RTX", robots "desktop", sistemas hidráulicos, varios anillos neumáticos y máquinas de control numérico.

El departamento de ingeniería tiene vínculos con otras instituciones de Europa que realizan actividades de investigación en el área como: la Universidad de Lyngby (Dinamarca), Universidad de Twente (Holanda), Universidad de Leuven (Bélgica) y la Universidad de Oulu (Finlandia).

## **..2. Universidad de Hull**

En octubre de 1992 la Universidad de Hull (Hull University) inicio el curso de mecatrónica a nivel licenciatura y posgrado (maestría). Para el diseño de este curso se formo un comité de seis empresas de manufactura que participo directamente con el grupo de académicos.

El comité antes mencionado identifico los siguientes puntos claves para la realización del curso:

- a) La necesidad de entender la importancia de diseñar productos de acuerdo con la demanda de mercado incluyendo costo y tiempo.
- b) La importancia del compromiso de la ingeniería con la sociedad.
- c) La importancia de diseñar productos fácilmente manufacturables.
- d) Conocimiento del mercado competitivo y complejo donde los productos deben competir
- e) La necesidad de tener habilidad para resolver problemas.

### *Estructura del curso*

#### **Objetivos**

- a) Formar estudiantes que sobre todo tengan la habilidad creativa de resolver problemas.
- b) Enseñar disciplinas técnicas que permitan trabajar a los estudiantes dentro de campos multidisciplinarios.
- c) El curso debe considerar la empresa, la administración, y las habilidades humanas como cruciales para la operación de la industria de manufactura.
- d) Permitir los estudiantes conocer la importancia de diseñar y producir productos mecatrónicos.
- e) Atraer estudiantes capaces interesados en el curso y mantenerlos motivados mediante el material que sea impartido durante el mismo.

El curso tiene una duración de cuatro años, y cubre las siguientes actividades:

**Primer año**

En este año se imparten los fundamentos del diseño de productos mecatrónicos, mediante la realización de dos proyectos que requieran el diseño y la construcción de una máquina mecatrónica que cumpla con ciertas especificaciones.

**Segundo año**

Durante el segundo año se refuerza la experiencia práctica obtenida durante el primer año. En particular el proyecto del segundo año requiere no solo del diseño y construcción de un producto, sino también se considera el proceso de manufactura que implica la producción del producto. Las bases del proyecto serán proporcionadas por la industria.

**Tercer año**

En este año se busca reforzar el conocimiento adquirido en los años anteriores y se cursan basicamente asignaturas y laboratorios.

**Cuarto Año**

Durante el último año los estudiantes tendrán que cursar asignaturas opcionales(8 de 10); además de realizar proyectos individuales que tienen que ver con el diseño de un producto o un proceso mecatrónico o con un caso de factibilidad.

La asignaturas se presentan en la referencia [191] y en una tabla general de materias en los anexos.

**...3. Universidad Abierta**

La Universidad Abierta (The Open University) es una institución que se especializa en impartir cursos de tipo abierto, donde ingresan aquellos estudiantes que trabajan y por esto no les permite asistir como alumnos regulares a las universidades; así mismo también ingresan profesionales que desean adquirir mayor conocimiento en áreas específicas.

Los cursos ofrecen al estudiante acceso a material bibliográfico diseñado especialmente para el curso además de video cassettes con información de prácticas, lecciones por televisión , material de experimentación además de contar con la

asesoría de un tutor, y en algunos cursos tienen sesiones en verano donde se imparten prácticas y se realizan exámenes.

El curso de mecatrónica dentro de la Open University tiene una duración de nueve meses con un promedio de siete horas a la semana.

#### *Estructura del curso*

##### Objetivos

- a) Integrar y adquirir conocimiento multidisciplinario en mecatrónica.
- b) Entender los principios y métodos para configurar sistemas mecatrónicos.
- c) Participar en el diseño conceptual y en la especificación de máquinas "inteligentes".
- d) Aprender como aplicar inteligencia artificial en ingeniería.

El material del curso consta de dos libros de texto, cada uno de ellos con una guía. El primer libro de texto cubre los fundamentos de mecatrónica como: percepción, conocimiento y ejecución. Requerimientos de diseño también se consideran. El segundo libro de texto, explica principios de inteligencia artificial como reconocimiento de patrones, búsqueda, razonamiento y aprendizaje.

También se tiene una serie de videos que muestran casos de estudio en diseño mecatrónico. El material de experimentación y sus programas proporciona casos de diseño para ser realizados.

Las asignaturas del plan de estudios se presenta en la tabla general de materias contenida en los anexos.

#### **..4. Universidad de Dundee**

Participa en una serie de cursos internacionales con otras universidades de Europa dentro del programa COMETT. Además cuenta con un programa muy importante de investigación en el que trabajan empresas del llamado Valle de Silicio ("Silicon Glen") en Escocia.

*Nota: Al finalizar el presente trabajo se logro obtener el programa de asignaturas del curso de maestría en mecatrónica que se imparte en la Universidad de Dundee, dicha documentación se presenta en las carpetas anexas.*

#### **4.1.5. Politécnico de Singapur**

En el Politécnico de Singapur en los últimos meses se han creado distintas carreras basadas en la enseñanza de tecnologías avanzadas de diseño y manufactura, esta institución tiene los laboratorios más completos a nivel mundial en CIM (Computer Integrated Manufacturing ), que se asemejan a los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

La carrera de mecatrónica se iniciara en 1993; así mismo se considera que será el curso de mecatrónica con mayor número de estudiantes; además dentro de la carrera está planeado el fomentar que los estudiantes salgan a realizar proyectos y tomar cursos en universidades de Europa. Cabe señalar que la Universidad de Lancaster participa en este esquema proporcionando asesoría para la realización del programa de estudios.

## **4.2. LIBROS ESPECIALIZADOS EN MECATRONICA**

### **4.2.1. Mechatronics. Electronics in products and processes [70]**

Bradley, D; Dawson, D; Burd, N; Loader, A

En este libro los autores consideran a la mecatrónica como una disciplina que representa la integración de diferentes campos de la ingeniería (mecánica, electrónica y computación).

Ubican a la mecatrónica dentro de un ambiente altamente competitivo donde el éxito de las empresas depende de la capacidad de explotar y adoptar nuevos desarrollos en la tecnología dentro de productos y procesos de manufactura.

Se muestran a manera de libro de texto los conceptos y el material del curso de maestría que se imparte en la Universidad de Lancaster ; tratándose las tecnologías que están involucradas en la mecatrónica, el funcionamiento y la clasificación de los diferentes dispositivos que las comprenden.

Se proporcionan los fundamentos de la mecatrónica, las áreas donde se desarrolla y las tecnologías que la forman, como son: sensores, actuadores, microprocesadores, interfaces, dispositivos de control y sistemas mecánicos.

Finalmente se presentan casos de productos comerciales donde se han aplicado principios mecatrónicos.

Este libro describe la filosofía con que se imparten los cursos de mecatrónica en la Universidad de Lancaster.

#### **4.2.2. A Theoretical Approach to Mechatronics Design [71]**

Buur, J

Este libro es el resultado del proyecto de investigación doctoral del autor, que realizo en Japón por espacio de dos años, y es una contribución particularmente al tema de metodología de diseño mecatrónico.

En los primeros capítulos del libro se describe la naturaleza de la mecatrónica y las condiciones necesarias para su práctica en la industria; posteriormente se refiere a la teoría de diseño y propone su propia versión.

El autor realiza una comparación entre el diseño mecatrónico y el diseño puramente mecánico y electrónico.

Se cuestiona cual es la combinación óptima de mecánica, electrónica y software en el concepto de diseño mecatrónico, sin embargo no se proponen soluciones.

Este libro contribuye al análisis de la teoría de diseño mecatrónico.

#### **4.2.3. Mechatronics Design in Japan [3]**

Buur, J

En este libro el autor da a conocer los aspectos más importantes de la economía e industria japonesa.

El autor define a la mecatrónica como la relación entre productos y sistemas de producción que contiene aspectos de mecánica y electrónica; y remarca cinco características de los productos mecatrónicos que son: "flexibilidad", "inteligencia", "multifuncionalidad", "funciones invisibles para el usuario" y "cambio tecnológico rápido".

Después de haber analizado las características anteriores, identifica los procesos y políticas principales que se realizan en Japón para conseguir el éxito en la realización de productos mecatrónicos.

Este libro señala las ventajas y avances que ha tenido la educación en Japón y atribuye a esto una causa del éxito en el área de mecatrónica.

Al final del libro proporciona una sección de métodos de diseño japoneses, donde se encuentran algunos que se refieren a mecatrónica especialmente.

Este libro contribuye a la información que se tiene en occidente sobre las actividades y estrategias de las industrias japonesas.

#### **4.2.4. Mechatronics Developments in Japan and Europe [193]**

McLean

En este libro se presentan las memorias del seminario que se realizó en el año de 1983 con la participación de industriales, investigadores y políticos de Japón y Europa.

Dentro de este seminario se empieza a difundir la mecatrónica en Europa, como una nueva tecnología que describe la combinación de microelectrónica e ingeniería mecánica en productos.

Dado que la mecatrónica es una nueva tecnología se ve la necesidad de modificar la filosofía de diseño. También se discute cómo la mecatrónica tiende a modificar las actividades tecnológicas con el uso de diseño auxiliado por computadora y la manufactura auxiliada por computadora.

Así mismo se ve la necesidad de realizar cambios en el ambiente de trabajo mediante la automatización y la introducción del robot a las industrias.

Se presentan los avances de la tecnología de semiconductores en robots industriales, automóviles y relojes electrónicos.

#### **4.2.5. Mechatronics: Japan's Newest Threat [4]**

Hunt, D

En este libro el autor, define a la mecatrónica como la integración de ingeniería mecánica y electrónica. También describe el desarrollo de la mecatrónica y considera que la integración de tecnologías representa la nueva generación de máquinas, robots y mecanismos inteligentes que se requieren para la fabricación de productos y procesos. Se analizan los ambientes donde se ha desarrollado la mecatrónica y los define como: Automatización de fábricas, automatización de oficinas y



automatización del hogar. Al mismo tiempo que describe los elementos que intervienen en cada uno de ellos y sus avances.

Por último se proporciona un análisis de las ventajas de la integración de sistemas y los cambios que se tendrán que llevar a cabo dentro de la academia para mejorar las oportunidades de implementación de la mecatrónica en la industria.

#### **4.2.6. Japanese Technology Assessment [5]**

Este libro es una evaluación del desarrollo tecnológico de Japón en áreas como: Computación, Opto y Microelectrónica, Biotecnología y Mecatrónica.

Se describen los aspectos más importantes y los avances actuales de la tecnologías antes mencionadas. Así mismo se identifican las organizaciones de investigación, sus actividades y recursos; los cuales son comparados con el estado de la tecnología en los Estados Unidos de América.

Por medio del resultado de esta evaluación, se pretende proporcionar un marco de referencia para preparar nuevos programas e iniciativas dentro de las organizaciones de investigación de los E.U.A; y así ayudar al reto que el desarrollo tecnológico realizado por Japón ha impuesto a los demás países industrializados.

En particular en el capítulo 3 se evalúa a la mecatrónica, tomando en cuenta el desarrollo de las siguientes áreas: investigación básica, conocimiento avanzado y desarrollo de productos.

#### **4.2.7. Inside The Robot Kingdom [2]**

Schodt, F

En este libro se describe el desarrollo de la robótica en Japón concentrándose en la tecnología y la cultura.

El autor hace un "viaje" a través del "Reino del Robot" donde en el transcurso del mismo describe la evolución de los robots dentro de la sociedad e industria japonesa proporcionando un panorama general. Dentro de esta evolución se observa al inicio como el robot es un producto de la imaginación o un juguete; posteriormente se tiene el desarrollo de los robots industriales.

Dentro de este marco de referencia se encuentra el desarrollo de la mecatrónica, que se considera como la combinación de mecanismos y electrónica; que a su vez

constituye la nueva generación de productos inteligentes, de los cuales el robot es un ejemplo.

La mecatrónica una vez más se considera como una de las estrategias más importantes dentro de las industrias japonesas.

Se considera que recientemente, la relación entre los seres humanos y la tecnología determina la forma en que va a ser empleada. El robot cuenta con una gran aceptación dentro de la comunidad japonesa, ya que se le considera como algo útil, accesible, práctico, personal y amigable.

Este libro describe como se ha desarrollado la alta tecnología en Japón fuera de militarismo, y se consideran como partes importantes la "simplificación" y "humanización" de la tecnología.

Este documento contribuye al entendimiento de la cultura japonesa dentro del desarrollo de alta tecnología.

### **4.3. COMPRESION Y DEFINICION DE LAS ETAPAS ESENCIALES PARA LA REALIZACION DE UN SISTEMA MECATRONICO**

Muchos investigadores de diferentes campos estudian la forma como los seres humanos crean productos; esto es, que están tratando de entender cuales son los procesos, estrategias y métodos que los diseñadores emplean en la solución de problemas.

Así como no existe un procedimiento definido que represente como se diseñan productos no se encontró un procedimiento específico que enuncie las actividades a seguir para desarrollar un producto mecatrónico, sin embargo, desde el punto de vista de métodos de diseño se tienen modelos descriptivos del proceso de diseño. Estos modelos se pueden clasificar en tres distintas categorías que dependen de la estrategia o punto de vista en el que se enfoca el problema:

- A.- forma en que el diseñador resuelve problemas
- B.- forma en que el producto o el sistema tecnológico se comporta
- C.- forma en que la empresa se comporta

A continuación se muestran algunos ejemplos de metodologías:

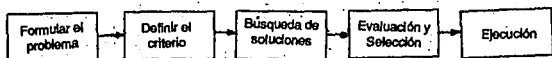
**A. Representando la forma en que el diseñador resuelve problemas****Ejemplo A.1**

Según los autores Andreassen y Hein [3], proponen el desarrollo de un producto en tres niveles:

- |                                  |
|----------------------------------|
| 1. Solución general del problema |
| 2. Síntesis de producto          |
| 3. Desarrollo de producto        |

**Ejemplo A.2**

J. C. Jones considero en 1970 que las actividades que los diseñadores desempeñan se pueden describir un proceso fundamental para resolver cualquier tipo de problemas, este proceso consta de la secuencia de 5 actividades que son aplicadas iterativamente para cada subproblema que se presente durante el proyecto de diseño.

**Ejemplo A.3**

French [70] ha desarrollado un modelo más detallado del proceso de diseño, basado en las siguientes actividades:

- |                                   |
|-----------------------------------|
| 1. Análisis del problema          |
| 2. Diseño conceptual              |
| 3. Definición de la configuración |
| 4. Detalle                        |

### Análisis del problema

En esta actividad se tiene el planteamiento del problema, que a su vez determina las restricciones sobre las que se van a desarrollar el diseño y el criterio de excelencia a seguir.

### Diseño conceptual

En esta fase se toma el planteamiento del problema y se generan soluciones generales. Es en esta fase es donde la ingeniería, la experiencia práctica, los métodos de producción y los aspectos comerciales deben conjuntarse y es donde se hacen las decisiones más importantes.

### Definición de la configuración

En esta fase los bocetos se trabajan en mayor detalle y si existe más de un boceto se hace la selección entre ellos. Debe haber una realimentación constante con la fase de diseño conceptual.

### Detalle

En esta fase se tiene un gran número de detalles esenciales para ser decididos. La calidad debe ser buena de lo contrario se incurrirá a demoras, pérdidas e incluso fallas.

### Ejemplo A.4

Dieter 1992, considera que el proceso de diseño consiste de las siguientes etapas:

1. Reconocimiento de las necesidades
2. Definición del problema
3. Recopilar información
4. Conceptualización
5. Evaluación
6. Comunicación del diseño

### Reconocimiento de las necesidades

En esta etapa se requiere reconocer la necesidad por la que se creará el nuevo diseño. Estas necesidades pueden ser la reducción en costo, incrementar la seguridad y el buen desempeño o solamente cambiar el producto.

### Definición del problema

Dentro de la definición del problema se debe especificar lo que el diseño debe cumplir, además de incluir objetivos, definiciones, términos técnicos, restricciones y por último el criterio para evaluar el diseño.

### Recopilar información

La información técnica, reportes de empresas, catálogos, patentes y manuales son muy importantes para el desarrollo del diseño considerando los siguientes puntos:

- El lugar donde se puede obtener con facilidad
- El procedimiento para solicitar la información
- Que tan válida es la información encontrada
- Si la información puede ser interpretada para el fin que se requiere
- Cuando considerar que se tiene suficiente información
- Decisiones tomadas en base a la información

### Conceptualización

La conceptualización es donde se determinan los elementos, mecanismos, procesos o configuraciones que en combinación resultan dentro del diseño para satisfacer la necesidad por la que se inicio el diseño.

### Evaluación

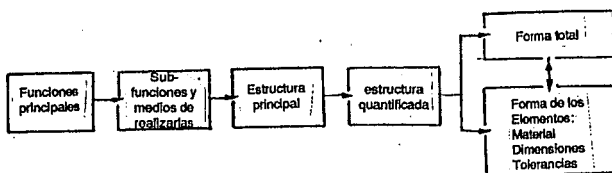
La evaluación involucra el análisis del diseño basado probablemente en un cálculo detallado o cálculo por computadora para el desempeño del diseño usando un modelo analítico. En otros casos tal vez se requiera un modelo experimental o un prototipo.

### Comunicación del Diseño

La comunicación del diseño comprende un reporte escrito detallado el cual contenga dibujos, programas de computadora y modelos o prototipos. Es muy importante que esta actividad se realice continuamente a lo largo del proyecto, se debe tener un dialogo continuo durante el desarrollo entre el jefe del proyecto, el grupo de trabajo y el cliente.

**B. Representando la forma en que el producto o el sistema tecnológico se comporta****Ejemplo B.1**

En este caso se hace referencia al producto en si y es posible aplicar la teoría de sistemas tecnológicos Hubka [131] para describir los dominios característicos del sistema dentro de los cuales el diseño debe completarse, es decir, el punto inicial son las funciones requeridas y el resultado es la especificación del producto.

**Ejemplo B.2**

Burr [71] ha tratado de definir las características de un sistema mecatrónico basándose en la "Teoría de los Dominios", creada por Andreasen [67]. La teoría de los dominios establece cuatro sistemas que representan diferentes aspectos de una máquina :

1. El sistema de proceso, quien es la estructura que transforma material, energía e información.
2. El sistema funcional, quien es la estructura de efectos necesarios en la máquina para crear transformaciones específicas
3. El sistema orgánico, quien es la estructura de órganos que realizan una ó más funciones a través de efectos físicos.
4. El sistema de partes, es la estructura de partes de máquina, que hace su medio ambiente

4. El sistema de partes, es la estructura de partes de máquina, que hace su medio ambiente

Basándose en los puntos anteriores Burr [71] propone que un sistema mecatrónico tiene las siguientes características:

Un sistema mecatrónico puede considerarse como un sistema de transformación de funciones; de funciones que tienen un propósito determinado, de órganos y de partes.

El sistema mecatrónico cuenta con funciones de transformación y funciones de propósito determinado, en donde las funciones de propósito se refieren al efecto que el componente da al sistema y la función de transformación (proceso) se relaciona con el material, energía e información (objeto) que es procesado por el componente. Por ejemplo, el propósito de un motor es el de crear rotación con el fin de facilitar otro tipo de la transformación de algún otro objeto en el sistema, donde en el motor es un componente; ahora si se pregunta ¿Como crea rotación el motor?, la respuesta es mediante la transformación de energía eléctrica en energía mecánica representada por la rotación.

Del ejemplo anterior se observa que hay una relación muy estrecha entre las funciones de propósito y las de transformación; creando una cadena del tipo de causa-efecto generando un sistema con distintos niveles de aplicación entre las funciones de transformación y de propósito.

A continuación se tienen varios componentes con sus funciones de transformación y de propósito.

Componente	Transformación	Propósito
Motor	energía eléctrica es transformada en energía rotacional	crear rotación
Engrane	energía rotacional cambia por revoluciones/momento	asegura una velocidad adecuada de rotación
Amplificador electrónico	una señal es amplificada	asegura amplitud suficiente
Batería	energía es almacenada	proporciona potencia
Diodo	señales de ac son rectificadas	rechaza señales de polarización negativa.

El sistema Mecatrónico trabaja en estados diferentes ( como mínimo dos estados prendido "on", apagado "off" ) y las funciones dependen del estado del sistema. Las transiciones entre los estados están controladas por condiciones lógicas, por ejemplo si ("if") el interruptor es prendido por el operador ("on"), entonces ("then") la máquina cambia a su estado de encendido("on-state").

Si la función del sistema se describe en términos de transformaciones, entonces se tendrá a la salida los dos estados. La función de un interruptor tiene dos estados, pero se este interruptor forma parte de un relevador de pulsos, entonces la función se transforma en continua. Se tiene que las funciones de transformación debidas a la estructura funcional de un sistema mecatrónico se deben considerar como multi estado, si causan al sistema salidas que cambian momentáneamente de estado debido a una entrada lógica externa.



Los órganos se consideran como entidades físicas que tienen principios de funcionamiento similares para realizar una función determinada; por ejemplo, un motor, mecanismo, una batería, una pantalla, un potenciómetro, un microprocesador puede considerarse como un órgano solo si se le proporciona un programa de software ya que sin el no podría realizar una función específica.

La estructura de las partes es el ensamble de aquellas partes mecánicas que constituyen un órgano, por ejemplo, un potenciómetro: la trayectoria circular del resistor, el punto de apoyo del eje y la base donde esta montado.

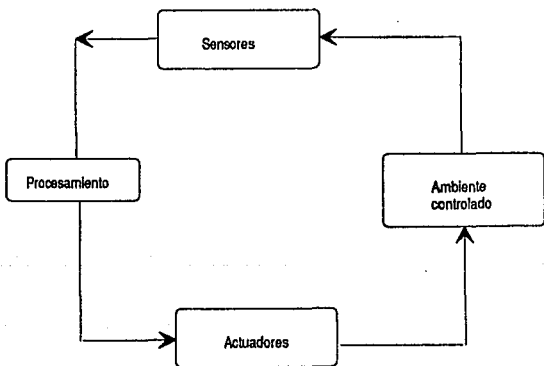
Por último, un sistema mecatrónico maneja dos tipos de información, la información de proceso y la información de control. Por ejemplo la realimentación en un robot, se tiene información de control ya que el propósito del arreglo es controlar los movimientos del sistema; pero cuando se observa al sensor de realimentación y a los circuitos que condicionan la señal, la información que se tiene es de proceso, debido a que el valor semántico de la información no influye en sus funciones.



**Ejemplo B.2**

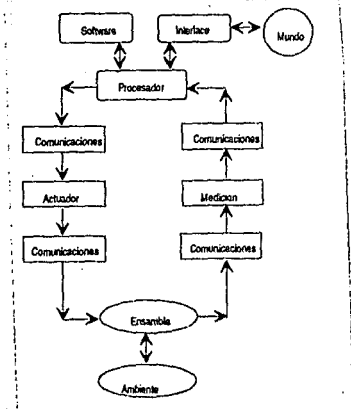
Se ha empleado el término mecatrónica para definir sistemas complejos cuyos elementos de ingeniería mecánica están integrados con ingeniería electrónica y computación. Dawson y Bradley [62] consideran que el control y el uso de la información se encuentran en la parte central de cualquier sistema mecatrónico, ya sea un producto o un proceso. Dentro de este contexto sugieren la estructura de un sistema mecatrónico para el proceso de diseño basada en la información y centrada en el uso de módulos de enlace.

Se tiene en la siguiente figura la estructura básica de un sistema mecatrónico; que propone Dawson y Bradley [62] donde se puede observar que la información a cerca del estado y comportamiento del sistema es proporcionada por un sensor, que continuamente esta monitoreando las condiciones y funcionamiento del sistema. Esta información es transferida al controlador, que a su vez inicia cualquier ajuste necesario por medio de los actuadores.



Concepto Básico de  
un Sistema Mecatrónico

Observando la estructura básica con una mayor resolución, surge una nueva estructura en la siguiente figura; esta retiene los elementos principales desde el sentido, actuación y procesamiento, pero a su vez introduce un número de módulos adicionales, y es alrededor de esos módulos que la estructura de información es desarrollada y en dicha estructura se basa el proceso de diseño.



Los módulos que forman al sistema se describen a continuación.

#### Módulo de medio ambiente

Este módulo principalmente se establece la definición de parámetros externos (humedad, temperatura, contaminación), que afectan la operación del sistema. Estos parámetros tendrán influencia en la selección del material y en el funcionamiento del sistema. Las condiciones del medio ambiente representan una entrada de información al módulo de ensamble.

#### Módulo de ensamble

El módulo de ensamble representa la realización física de los elementos mecánicos y estructurales del sistema. Las propiedades de los materiales, comportamiento y contexto son el principal interés en este módulo. Las entradas a este módulo son los movimientos generados por el módulo de actuación conjuntamente con las condiciones que dicta el módulo del medio ambiente. La salida del módulo de ensamble esta dada por el módulo de medición.

### Módulo de medición

En este módulo se concentra la información del estado y comportamiento del sistema. Las entradas de este módulo son propiedades físicas que provienen del sistema de ensamble, mientras que los parámetros de salida tienen que ver con la información que será transmitida.

### Módulo de comunicaciones

A este módulo le corresponde la transmisión de la información entre módulos y en el interior del sistema. Las entradas y salidas dependen del tipo de información que va a ser transmitida, la distancia y el medio de operación.

### Módulo de procesamiento

En este módulo se procesan la información proveniente del módulo de medición y los módulos de interfase. Las salidas de este módulo determinan el funcionamiento del módulo de actuación y a su vez proporciona información a los módulos de interfase.

### Módulo de software

En este módulo se encuentran las instrucciones de operación y algoritmos para el sistema, además controla la operación del módulo de procesamiento.

### Módulo de actuación

Este módulo representa el "músculo" que se requiere para cambiar las condiciones del sistema. Las entradas están definidas por las salidas del módulo de procesamiento y las salidas están definidas por el tipo de movimiento que es requerido.

### Módulo de interfase

En este módulo la información es transferida entre niveles dentro del sistema y a niveles mayores, proporcionando las interfases hombre-máquina para la transmisión de información al usuario.

Finalmente hacen énfasis en la importancia que tiene para las empresas el adoptar estrategias en las que puedan integrar un amplio rango de tecnologías, dentro de sus productos y procesos; el éxito de la adopción de mecatrónica y en este de caso una estrategia basada en la información depende del desarrollo

de nuevas herramientas de diseño computarizadas y la integración de estas con la apropiada administración y sistemas de control.

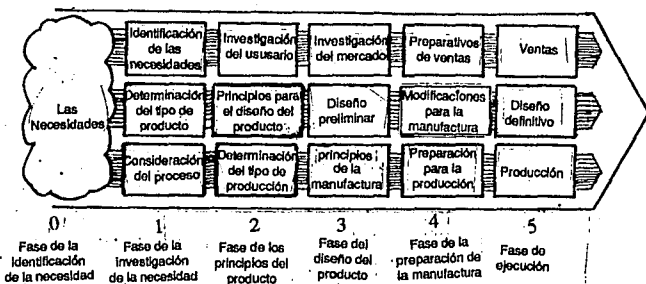
### Ejemplo B.3

Se ha encontrado que la mayoría de los investigadores consideran a la teoría de sistemas como base para tratar de explicar la naturaleza de la mecatrónica. La teoría de sistemas proporciona un concepto y un conjunto de reglas para el modelado abstracto de los objetos tecnológicos, considerando que cualquier objeto compuesto de elementos, sus relaciones y que pueda ser aislado de su medio es un sistema. Dicho sistema se caracteriza por sus dos propiedades su función y estructura.

### C. Representando la forma en que la empresa se comporta

#### Ejemplo C.1

En este nivel se describen las actividades que deben realizarse de una manera simultánea para asegurar el éxito del desarrollo del producto, como son las actividades de mercadotecnia, diseño de producto y de producción; ya que el éxito no es el producto en sí, sino la organización que se crea dentro de los diferentes departamentos que involucran su desarrollo dentro de la empresa. Andreasen y Hein [3]



### Ejemplo C.2

La ingeniería de sistemas esta fuertemente relacionada con la teoría de sistemas; pero ha estado enfocada a los procedimientos de diseño para sistemas complejos. La ingeniería de sistemas divide al proceso de diseño en fases determinadas y ha desarrollado métodos para predecir costos de diseño, modelado por computadora, evaluación de alternativas, etc.

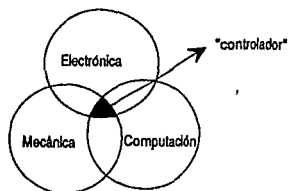
Deasley [8] ubica a la mecatrónica como un concepto que es empleado por las "empresas modernas", en donde la característica de dichas empresas es la de integrar diversas áreas que no se consideran dentro de la empresa como es el caso de la integración del equipo de trabajo con los clientes y los proveedores; también se toman nuevas tecnologías y se adoptan como estrategia.

Deasley [79] propone una definición de mecatrónica en la que el punto principal es la integración de la electrónica y la computación dentro de productos y procesos mecánicos; así mismo propone que la ingeniería de control es el elemento que une las tecnologías y permite la satisfacción de las especificaciones del usuario. Así mismo menciona las ventajas que ofrecen las técnicas de control dentro de los procesos mecatrónicos; dichas ventajas son el bajo costo del equipo, mayor respuesta del sistema, alta calidad de productos, menor mantenimiento, detección y auto corrección de fallas; por su parte las ventajas que ofrecen los productos mecatrónicos son similares como el mejoramiento de la seguridad del producto, menor prueba y calibración, los productos pueden adaptarse al cambio de las condiciones originales, etc. Estas ventajas se traducen en un mayor interés por parte del público, además que se puede producir mas rápidamente y con menor costo.

Empleando las ventajas anteriores Deasley [79] introduce el concepto de "diseño para controlabilidad" (design for controlability); y la tecnología que permite su desarrollo es el diseño de software para sistemas de control auxiliados por computadora. Esta tecnología permite el modelado y simulación de los productos sin recurrir al desarrollo de prototipos.

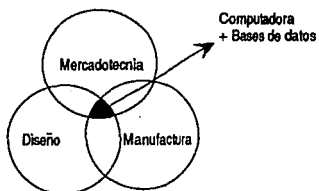
Por último se ve la necesidad de integrar la ingeniería de control dentro del proceso de diseño.

**Mecatrónica**



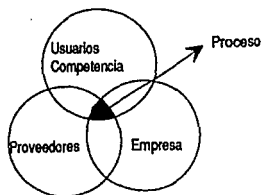
La Integración a nivel de producto

**Manufactura Integrada  
por Computadora (CIM)**



La Integración a nivel de empresa

**Concepto de  
Empresa Moderna**



La Integración a niveles  
exteriores de la empresa

## 4.5. LA INVESTIGACION EN MECATRONICA

A continuación se presentan ejemplos de trabajos de investigación en el tema de mecatrónica que se realizan en algunas instituciones de investigación

### 4.5.1. EDC Lancaster

El Centro de Ingeniería de Diseño (**Engineering Design Centre**) de la Universidad de Lancaster; el cual fue creado a iniciativa de un programa del gobierno Británico para apoyar el desarrollo industrial a través de un programa de investigación aplicada en el área de diseño. Una de las áreas principales de investigación del Centro de Ingeniería de Diseño es la mecatrónica desarrollándose investigación básica y aplicada; los proyectos que se están realizando actualmente en el tema son los siguientes:

- Estudios de casos donde se generan analogías y crean criterios de comparación entre los objetos creados por la naturaleza y los objetos creados por el hombre. Los resultados de este proyecto podrán ayudar a entender mejor los sistemas mecatrónicos.
- Estrategias basadas en el manejo de información por computadora para mejorar el diseño de sistemas mecatrónicos.
- Desarrollo de sistemas de cómputo basados en inteligencia artificial para mejorar el diseño de productos.
- Desarrollo de sistemas de cómputo que mejore el ensamble de productos mecatrónicos.
- Estudio y desarrollo de técnicas específicas para el diseño de distintos tipos de productos mecatrónicos.
- Estudio de casos de diseño desarrollados en otros países.
- Proyectos mecatrónicos en conjunto con Dinamarca.
- Diseño y construcción de una excavadora "inteligente".
- Constructor de esquemas y arreglos de sistemas mecatrónicos basados en herramientas de computadora como método de apoyo al diseñador.

- Diseño de sistemas para obtener energía a partir de las olas del mar "Wave Energy".
- Métodos para conocer el costo de un sistema mecatrónico a partir de parámetros de funcionamiento "Function Costing".
- Desarrollo de metodologías de diseño basadas en criterios de diseño funcional "Functional Design".

A continuación se describirán dos proyectos que se desarrollan en el Centro de Ingeniería de Diseño.

### **...I. Proyecto "Schemebuilder"**

El "Schemebuilder" (Constructor de esquemas o bosquejos) es un proyecto de investigación que tiene como propósito el conjuntar y crear distintas herramientas, técnicas y filosofías de diseño en un paquete de cómputo. La finalidad de este paquete es el apoyar al diseñador de sistemas mecatrónicos durante las etapas tempranas del proceso de diseño, explorando las distintas alternativas de solución dentro de un rango de tecnologías. Esta herramienta de diseño proporciona asesoría en la selección de componentes diversos, cálculo de parámetros que no han sido especificados por el diseñador (por estar en una etapa temprana del desarrollo del proyecto) además de comprobar la compatibilidad de los componentes seleccionados.

#### ***Estructura del sistema***

La función principal del "Schemebuilder" es ayudar a crear un modelo en el cual el diseñador pueda visualizar y a la vez interactuar con un sistema experto para obtener información y asesoría sobre el tipo de tecnologías disponibles que constituyen un sistema mecatrónico. Por lo anterior se intuye que el programa emplea un grupo de elementos estándar los cuales representan sus funciones o propósitos específicos. Dichos elementos se muestran a continuación:

1. Sensores y transductores
2. Actuadores de translación
3. Actuadores de rotación
4. Fuentes de poder
5. Módulos de comunicación



6. Módulos de procesamiento

7. Software

Se representa a cada elemento con un diagrama que muestra la entrada o puerto de control, una salida o puerto de "esfuerzo" y un puerto de suministro de energía (Fig.1). El diseñador puede construir un sistema por medio de la interconexión de los distintos elementos que constituirá su sistema mecatrónico. En este punto el "Schemebuilder" se utilizara para comprobar la continuidad o la compatibilidad entre los elementos que forman al sistema (Fig. 2).

Una vez que el diseñador este de acuerdo con la estructura del sistema, el Schemebuilder se emplea para generar otras opciones para cada uno de los elementos del sistema utilizando un procedimiento para ligar entradas y salidas. Es posible descomponer los elementos del sistema realizando una búsqueda de tecnologías apropiadas (Fig. 3).

Por medio de la estructura de "Bond Graph" se describe cada uno de los elementos dentro del sistema en su forma básica y en términos de sus puertos. Es así como al ligar diferentes puertos se tendrán lazos por donde es posible el flujo de información o de energía estableciendo una comunicación entre elementos. El diseñador tendrá acceso a datos que describen la aplicación y el modelo dinámico de cada elemento para emplearse en la simulación.

El Schemebuilder ha mostrado la posibilidad proporcionar información y asesoría al ingeniero diseñador que le permite crear y comparar un gran número de alternativas antes de seleccionar la solución final además de proveer costos, pesos y modelos sólidos de los elementos. Este programa muestra también un gran potencial para la enseñanza ya que el estudiante o un diseñador sin mucha experiencia puede interactuar con el sistema y entender las virtudes o las fallas de las decisiones que esta tomando.

BUILDING SITE

DC

Component Browser

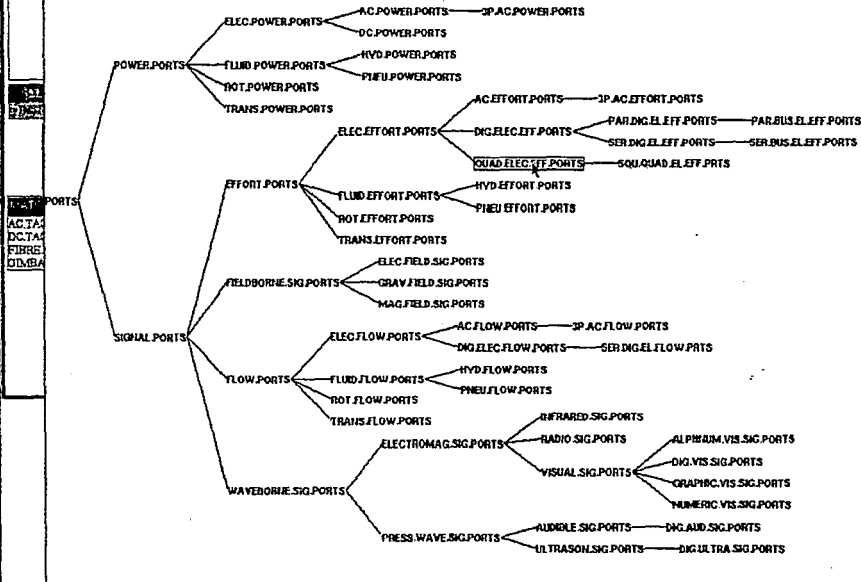
DISQUALIFIED PORT TYPES

VALID PORT TYPE(S)

LINKED PORT TYPE(S)

MODEL LIBRARY

Port Type Selector Window



Output

meter

Air Velocity

PRESENTACION DE CASOS ESPECIFICOS

**BUILDING SITE**

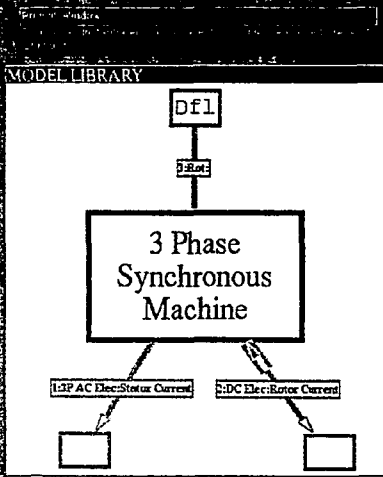
**Component Browser**

<b>DISQUALIFIED PORT TYPES</b> Unknown	<b>VALID PORT 1 TYPE(S)</b>	<b>LINKED PORT TYPE(S)</b>
<b>EXISTING PORT SIMILAR TO PORT 1</b>	<b>EXISTING PORT TO LINK TO PORT 1</b>	
<b>VALID PORT 2 TYPE(S)</b>	<b>LINKED PORT TYPE(S)</b>	
<b>EXISTING PORT SIMILAR TO PORT 2</b>	<b>EXISTING PORT TO LINK TO PORT 2</b>	
<b>VALID PORT 3 TYPE(S)</b>	<b>LINKED PORT TYPE(S)</b>	
<b>EXISTING PORT SIMILAR TO PORT 3</b>	<b>EXISTING PORT TO LINK TO PORT 3</b>	

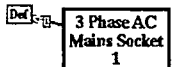
**Component to be Specified**

**MANY TYPES OF MACHINES**

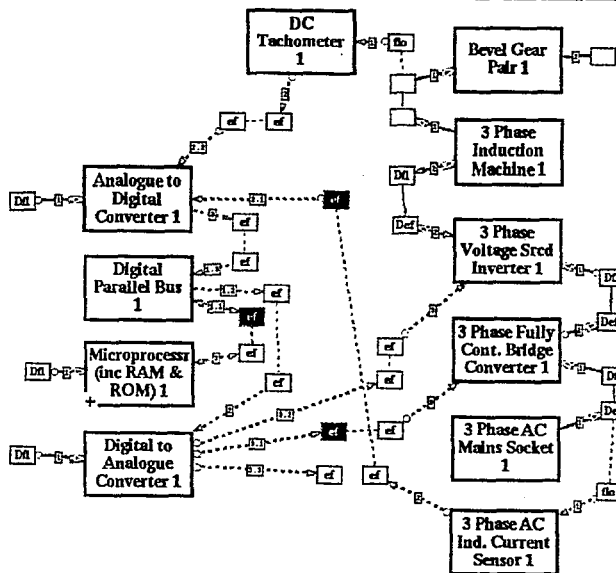
- INDUCTION MACHINES
- SYNCHRON MACHINES
- ACME SCREW ASSEMBLYS
- BALLSCREW ASSEMBLYS
- BEVEL GEAR PAIRS
- BRUSHLESS MACHINES
- CAM & FOLLOWERS
- CRANK DRIVES
- COMMON DRIVE SHAFTS
- DC MACHINES
- DC SERVO MOTORS
- DIFF GEAR UNITS
- EDDY CURR. COUPLINGS



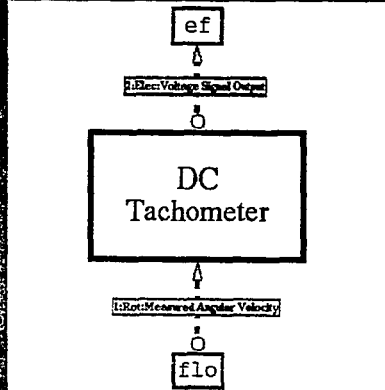
PRESENTACION DE CASOS ESPECIFICOS



## BUILDING SITE



## MODEL LIBRARY



PRESENTACION DE CASOS ESPECIFICOS

### **...2. Proyecto "Function-Costing"**

En la ingeniería por razones económicas es esencial considerar el costo de resolver cualquier problema. En la actualidad, se pueden estimar los costos en etapas avanzadas del proceso de diseño. Los costos principalmente son determinados cuando se tienen detalles de la solución, como son dibujos, ensambles o prototipos; sin embargo a través de un proyecto de investigación llamado "Function-Costing" (Costeando-Propósito) se está tratando de relacionar el costo de un sistema mecatrónico con la función que desempeñan sus elementos, y de esta manera se pueden obtener el costo de la solución del problema sin tener que obtener detalles precisos de sus elementos. Por lo que esta técnica se utilizaría en la etapa de diseño conceptual.

"Function-Costing" se ha aplicado a diferentes elementos como son tanques de presión, actuadores lineales, rodamientos, motores eléctricos, guías lineales y convertidores analógico/digital; sin embargo se ha trabajado poco en el software.

En las siguientes tablas se presentan los resultados de esta investigación.

Table of Function-costs of Some Mechatronic Components

Component		Function	Function-cost	Normalized std.dev	
Pressure vessel		pressure, volume	$C = \frac{1.25pVk_1}{S} \left\{ 1.7 + \frac{13.8}{\pi} \frac{\beta}{\mu} + 0.27\alpha(\pi\mu)^{\beta} + \frac{12.6\alpha}{(\pi\mu)^{\beta}} \right\}$	----	
Rolling element bearing	deep groove	allowable load	static $C = 2.4Q_0$ dynamic $C = 0.94Q$	0.13 0.083	
	roller		static $C = 0.65Q_0$ dynamic $C = 0.51Q$	0.098 0.046	
Linear Actuator	Drive screw	lead screw	force, stroke or distance	$C = 20.0 + 4.38 \times 10^{-4} F + (47.0 + 4.6 \times 10^{-4} F)L$	0.04
		ball screw		$C = 0.53F^{\beta} + 0.002F + (72 + 0.185F^{\beta})L^{\alpha}$	0.14
	Cylinder	pneumatic		$C = 31.2 + 0.008F(1 + 0.002L)$	0.027
		hydraulic		$C = 76.0 + 0.0013F(1 + 0.002L)$	0.11
		Rodless		$C = 95.7 + 0.607F(1 - 2.5 \times 10^{-4} L)$ (without guide) $C = 189 + 0.425F(1 + 6.8 \times 10^{-4} L)$ (with guide & brake)	0.002 0.003

**Notation:**  $C$  - function-cost (£)     $\beta$  - constant ratio     $V$  - volume ( $mm^3$ )     $Q_0$  - static load rating (kN)  
 $F$  - force (N)     $k_1$  - constant     $\mu$  - aspect ratio     $Q$  - dynamic load rating (kN)  
 $p$  - pressure (bar)     $S$  - Max. Allowable stress     $\alpha$  - volume factor  
 $L$  - stroke or distance (mm)

Table of Function-costs of Some Mechatronic Components (continued)

Component			Function	Function-cost	Normalized std. dev
A/D converter	CMOS, 8 bits	conversion time		$C = 8.043 \frac{1}{\tau} + 4.318$	0.70
	CMOS, 12 bits		$C = 35.9 \frac{1}{\tau} + 17.788$	1.26	
	bipolar, 8 bits		$C = -5.52 \frac{1}{\tau} + 5.359$	0.50	
	bipolar, 12 bits		$C = 583 \frac{1}{\tau} + 1.539$	0.24	
M o t o r	3-phase squirrel-cage induction	2-pole	full-load output	$C = 9.56M + 49.1$	0.13
		4-, 6- & 8-pole	torque	$C = 5.30M + 61$	0.17
	brushed permanent-magnet direct-current servo		continuous stall torque	$C = 46.9M + 300$	0.48

Notation:  $\tau$  - conversion time (sec)

$M$  - torque (Nm)

#### .5.4. E. U. A.

Te tuvo la oportunidad de asistir a un seminario sobre "El estado actual de las metodologías japonesas de diseño para productos mecatrónicos" que fue presentada por el Prof. Daniel Whitney, quien es una autoridad mundial en "Ingeniería Concurrente" o "Ingeniería Simultánea".

El seminario trato principalmente de las experiencias obtenidas por el profesor Whitney al realizar una investigación en la industria japonesa con el propósito de conocer las técnicas y herramientas que son actualmente empleadas; así mismo conocer y entender los procedimientos de que se utilizan para integrar los aspectos relacionados con la manufactura, ensamble, mercadotecnia, servicios y demás áreas que intervienen el desarrollo de productos mecatrónicos. También otro objetivo del trabajo fue el conocer cuales son los nuevos retos a los que se enfrentan los japoneses.

Whitney encontro que existen un estilo muy diferente de trabajo para cada empresa, esto quiere decir, que cada empresa tiene su propia manera de organizar el proceso de diseño de sus productos. Las empresas japonesas consideran que la mecanización del proceso de diseño es clave para lograr el diseño integrado de sistemas.

El método principal del diseño integrado de sistemas es el "task overlapping", y se le conoce como "diseño concurrente", el cual consiste en realizar simultáneamente el diseño del producto y el proceso que se va a seguir para su fabricación. Para ello algunas empresas estan desarrollando sus propios programas de investigación los cuales tienen como objetivo principal el producir sus propios programas de software. Otras empresas han transferido sus propios procedimientos de diseño a programas de comerciales de computadora.

También se trato el tema de la formación de los diseñadores japoneses, Dicha formación se inicia en las universidades donde cada estudiante se especializa en una área específica de la ingeniería como puede ser mecánica electrónica o computación (4 años). Cuando un estudiante inicia su actividad profesional al estar contratado por una industria se le somete a un nuevo programa de capacitación diferente a su especialidad. El nuevo ingeniero pasa de 4 a 8 años realizando trabajos en distintas áreas de la empresa, es decir, si estudio ingeniería mecánica se le capacita por cuatro años en ingeniería electrónica y los siguientes cuatro años en ingeniería en computación lo que se le llama un "ciclo de rotación de áreas", en algunos casos el ingeniero realiza el ciclo dos veces. Esto significa que un diseñador japonés tarda 16 años para llegar a estar en una posición donde sea responsable de las tomas de decisiones en el diseño de un producto.

A partir de este trabajo se esta iniciando un programa de investigación en E.U.A. donde se conjuntan los recursos de las universidades y de la industria. Se presentan algunos tipos de problemas que las nuevas líneas de investigación tratan de resolver:



- Sistemas mecatrónicos para la obtención rápida de prototipos.
- Métodos para poder representar el costo en etapas tempranas del proceso de diseño.
- Simplificación de los sistemas de cómputo para que los usuarios (diseñadores) interactuen más fácilmente con los sistemas de cómputo.
- Resolver la dificultad de integrar grandes sistemas de cómputo así como la información generada en los diferentes departamentos de una empresa.
- Dificultad de interpretar datos no específicos o claros (Fuzz Data) en etapas tempranas del proceso de diseño.
- Capturar la intención del diseñador así como sus decisiones, lograr capturar el conocimiento que hay detrás de un producto.
- Falta de una estandarización en productos de cómputo y sus interfaces
- Crear herramientas para lograr unir la etapa de invención o creación de nuevos productos con los requerimientos de usuario
- Sistemas que sean capaces de ser utilizados en aplicaciones más extensas y que no sean solo para resolver casos específicos.
- Mejorar el entendimiento del proceso de diseño
- Crear un lenguaje común que defina y represente las cualidades y atributos del producto (Ej. Biología, Química)
- Representación de Bocetos por medio de computadora
- Crear sistemas que logren monitorear al proceso de diseño (como si fuera un proceso petroquímico)

## 4.5. MECATRONICA EN LA INDUSTRIA

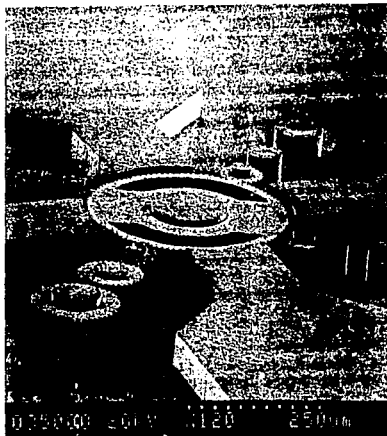
### Lucas Automotive LTD

Se tuvo la oportunidad de asistir a una conferencia sobre sensores y sus avances dentro de la industria automotriz; en dicha conferencia participaron representantes de empresas como Lucas Automotive Ltd. y Jaguar Ltd. quienes están directamente involucrados en el desarrollo de sensores y sistemas electrónicos para automóviles.

La tendencia de incorporar electrónica dentro de los automóviles para fines de control o comodidad ha incrementado la demanda de sensores. Ahora funciones mecánicas básicas se controlan por dispositivos electrónicos, quienes desarrollan diferentes funciones como: control del motor, seguridad del vehículo, monitoreo, diagnóstico y control ambiental. Con ello la industria automotriz se enfrenta al reto de la integración de sistemas, además de tener una atención especial a la velocidad del ciclo para el desarrollo de productos y las disciplinas como la "Ingeniería Simultánea".

La empresa Lucas Automotive Ltd. ha desarrollado varios tipos de sensores, entre ellos se encuentran los acelerómetros que se emplean en áreas como el sistema de suspensión, sistema de frenado, sistema de dirección y sistemas de seguridad contra impacto. Dentro de estos sensores han desarrollado "acelerómetros micromecánicos de silicio", quienes ofrecen importantes ventajas en costo, repetibilidad, alta sensibilidad, capacidad de calibración, etc. Estos dispositivos se fabrican mediante la técnica de "micromaquinado", la cual permite la construcción precisa de formas tridimensionales en silicio.

Considerando los programas europeos de seguridad, el futuro desarrollo de sensores en Lucas Automotive Ltd. estará dominada por los siguientes factores: costo y confiabilidad, tendencia a la integración progresiva de sistemas, seguridad, reducción de contaminantes y ahorro de combustible.



Ejemplos de empresas que ofrecen sus servicios en mecatrónica

**Reliance Gear Company**

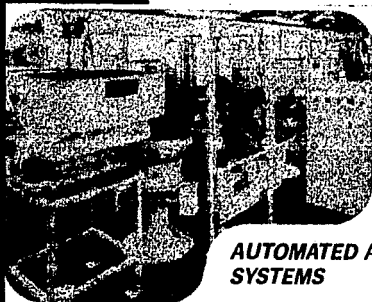


CONTROL  
MECHATRONICS

**RANGE SUMMARY**

**NEW**

**RG23 Catalogue available at  
Manufacturing Week**



**AUTOMATED ASSEMBLY  
SYSTEMS**

**MECHATRONIC  
PRODUCTION SYSTEMS LTD**

2267 COVENTRY ROAD BIRMINGHAM B26 3PD  
TEL: 021 7427206

**SEPARATES:**

ROBOTICS  
PICK & PLACE  
PALLETIZATION  
SCREW RUNNERS  
GUARDING  
CONTROL CABINETS  
P.L.C. SOFTWARE  
AND TRAINING

Nota : En las carpetas anexas se presentan revistas industriales y folletos de exhibiciones sobre mecatrónica

## 5. RESULTADOS DEL TRABAJO

### 5.1. RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

#### 5.1.1. Distribución de referencias sobre mecatrónica

El 58% del total de referencias obtenidas se clasifican en el área de investigación donde el propósito fundamental de dichos trabajos es el de aportar nuevo conocimiento a la mecatrónica.

El 50% de las referencias que se clasificaron en el área de investigación se concentran en el tema 8 "Diseño y Optimización de Componentes Mecatrónicos". Este resultado refleja la necesidad de entender el comportamiento de los nuevos arreglos y configuraciones de elementos que la mecatrónica esta generando.

Las referencias relacionadas con la enseñanza de la mecatrónica ocupan un 13% del total de referencias; se concentran principalmente en los temas: 2 "Ingeniería Concurrente y Principios de la Participación de Grupos de Trabajo", tema 3 "Manufactura en Productos Mecatrónicos." y 5 "Ingeniería de Sistemas ". El tema 9 "Aspectos académicos de la mecatrónica" no se logro descomponer en subtemas, ya que los temas que se manejan generan una estructura compleja difícil de describir, por lo que se decidió manejar una descripción general.

Las referencias que resaltan casos o aspectos industriales, se relaciona a la mecatrónica con la política de modernización y las cualidades que una empresa

# ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

---

requiere para competir eficientemente. Son casi nulos los casos donde se mencionan las técnicas o herramientas que las empresas utilizan.

Es importante recordar que la mayoría de los avances en mecatrónica a nivel mundial se han desarrollando en la industria y el hecho que solo el 13% de las referencias pertenecen a dicha área se debe a que ninguna empresa revela información por ser confidencial en lo que respecta a sus políticas, métodos o desarrollos específicos ya esto provocaría perder ventaja sobre sus competidores.

Solo el 13% de los trabajos reflejan una cooperación entre las universidades y la industria. Sin embargo, se observo que existe un gran número de proyectos de investigación entre el sector académico y el industrial; pero por razones de confidencialidad los resultados de dichos trabajos no se publican.

El tema 1. "La Mecatrónica en el Contexto de la Empresa" representa el 6% de las referencias, en donde la academia aporta una mínima parte al tema; una posible causa de esto es que las instituciones académicas que tratan dichos temas son las escuelas dedicadas a la enseñanza de la administración de empresas y estas son independientes de las escuelas de ingeniería.

Los temas 2. "Ingeniería Concurrente y Principios de la Participación de Grupos de Trabajo" y 3 "Manufactura en Productos Mecatrónicos" ocupan respectivamente un 6% y un 4% de las referencias. Estos los únicos temas donde la industria, academia y centros de investigación aportan aproximadamente el mismo número de trabajos. Principalmente son trabajos que presentan ejemplos de la solución de casos prácticos a través de la aplicación de un método o técnica específica.

El tema 4. "Técnicas de Análisis y Modelado". Estos trabajos se concentran en el área de investigación cuyo objetivo principal es el desarrollar herramientas que ayuden a entender el comportamiento de casos particulares de mecatrónica.

El tema 5. "Ingeniería de Sistemas ". Es uno de los temas donde se trata el conocimiento para integrar las distintas áreas de la ingeniería, estos trabajos son resultado de investigaciones académicas describen principalmente los conceptos y factores que influyen en dicha integración. son resultado de investigaciones académicas.

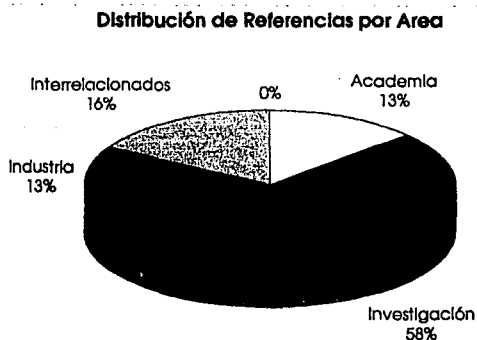
El tema 6 "Diseño Auxiliado por Computadora". El 2% de los trabajos encontrados se clasifican en esta categoría, este resultado refleja la escasa existencia de herramientas de cómputo para diseñar sistemas mecatrónicos.

El tema 7. "Teoría y Metodología de Diseño Mecatrónico". Se refleja el interés de la industria y de las instituciones de investigación en crear herramientas con bases científicas que sustituyan al conocimiento empírico para realizar diseño mecatrónico

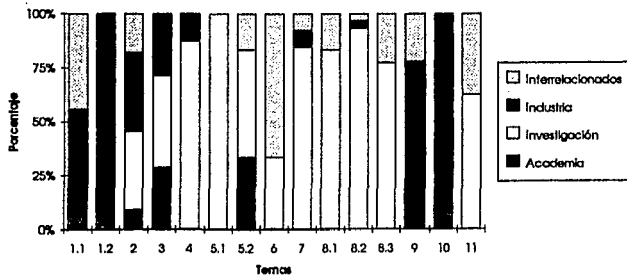
El tema 8. Diseño y Optimización de Componentes Mecatrónicos. Es el área más importante donde se concentran la mayoría de los esfuerzos de la industria y las instituciones de investigación.

El tema 10. "Productos Industriales Útiles y de Interés para la Mecatrónica". Los trabajos en este tema reflejan la tendencia de la industria en presentar aspectos técnicos más elaborados que apoyen la comercialización de sus productos.

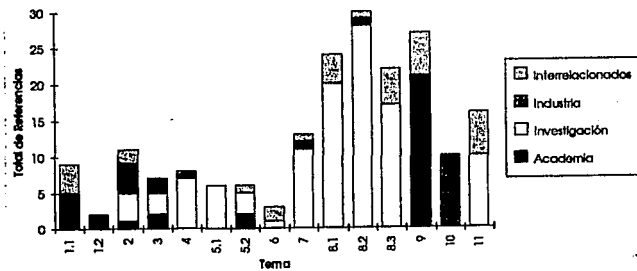
El tema 11. "Trabajos Misceláneos". La mayoría de los trabajos reflejan que el flujo de conocimiento en mecatrónica parte del sector industrial hacia el sector educativo. Se muestra como la investigación en mecatrónica se realiza a través de nuevas organizaciones donde universidades e industria unen esfuerzos.



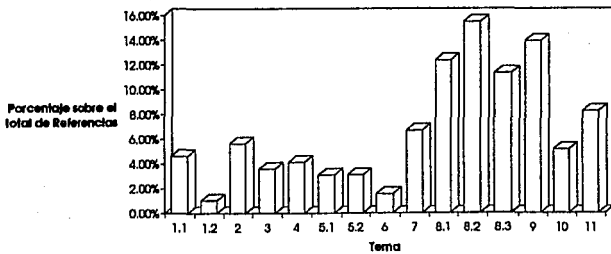
Distribución de las Areas por Tema



Distribución de Temas



Distribución de Referencias por Tema



### Estadística de las Referencias

Tema	Subtema	Número de Referencias				Porcentajes						
		Academia	Investigación	Industria	Internacionalizadas	Totales	Academia	Investigación	Industria	Internacionalizadas	Totales	
1	La mecatrónica en el contexto de la empresa											
1.1	Relación entre mercadotecnia, finanzas, manufactura, y estrategia de la empresa durante la realización de un sistema mecatrónico			5	4	9	0%	0%	56%	44%	5%	
1.2	Estrategias de procesos competitivos (ejemplos de casos de empresas concretas)			2		2	0%	0%	100%	0%	1%	
2	Ingeniería concurrente y principios de la participación del análisis de trabajo	1	4	4	2	11	9%	36%	36%	18%	6%	
3	Manufactura en productos Mecatrónicos	2	3	2		7	29%	43%	29%	0%	4%	
4	Técnicas de análisis y modelado	7		1		8	0%	88%	13%	0%	4%	
5	Ingeniería de sistemas											
5.1	Conocimiento y habilidad de emplear principios de integración y diseño de sistemas mecatrónicos		6			6	0%	100%	0%	0%	3%	
5.2	Desarrollo de conceptos, configuraciones y diseños para métodos de sistemas mecatrónicos	2	3		1	6	33%	50%	0%	17%	3%	
6	Diseño asistido por computadora		1			2	3	0%	33%	0%	67%	2%
7	Técnicas de diseño mecatrónico y metodologías		11	1	1	13	0%	85%	8%	8%	7%	
8	Diseño y optimización de componentes y sistemas mecatrónicos											
8.1	Desarrollo de técnicas, procedimientos y experiencias de diseño para crear componentes mecatrónicos		20		4	24	0%	83%	0%	17%	12%	
8.2	Desarrollo de técnicas, procedimientos y experiencias de diseño utilizando los distintos componentes que constituyen a un sistema mecatrónico		28	1	1	30	0%	93%	3%	3%	15%	
8.3	Desarrollo de técnicas, procedimientos y experiencias de diseño utilizando un sistema mecatrónico		17		5	22	0%	77%	0%	23%	11%	
9	Aspectos académicos de la mecatrónica	21			6	27	78%	0%	0%	22%	14%	
10	Productos Industriales Gases y de Interés para la mecatrónica			10		10	0%	0%	100%	0%	5%	
11	Trabajos especializados en mecatrónica		10		6	16	0%	63%	0%	38%	8%	
Totales		26	110	26	32	194	13%	57%	13%	16%		



### **5.1.2. Cursos de mecatrónica**

La información generada en el presente trabajo con respecto a los cursos de mecatrónica refleja los siguientes aspectos:

En los cursos de mecatrónica a nivel licenciatura se observa que son muy pocas las universidades que imparten asignaturas de ciencias básicas, ya que se considera que el alumno adquiere una formación básica en matemáticas, física, y temas relacionadas con tecnología en los niveles previos a la educación superior.

Existe la tendencia de algunas universidades de impartir asignaturas de ingeniería mecánica que formen al estudiante en las áreas de materiales, diseño y procesos de manufactura; así como asignaturas de ingeniería electrónica que den al estudiante conocimiento en microprocesadores, electrónica digital, control e interfaces y asignaturas de ingeniería industrial que provee conocimiento en administración y mercadotecnia. Además se imparten asignaturas que logren combinar todas las áreas. Sin embargo la proporción de las asignaturas varía de una universidad a otra, ya que no existe un criterio único para combinarlas.

El ingeniero mecatrónico parte en la mayoría de los casos de una formación mecánica, la cual le proporciona conocimiento en diseño y manufactura de productos que son algunos de los aspectos más importantes de la mecatrónica; posteriormente se le imparten asignaturas de electrónica, computación y administración. El aspecto donde todas las universidades coinciden es el de integrar las diferentes especialidades mediante el diseño de un producto mecatrónico donde se pone en práctica un enfoque multidisciplinario. También en la mayoría de casos se apoya dicho proyecto con un problema real a nivel industrial para que los factores administrativos y económicos se integren a la formación del estudiante.

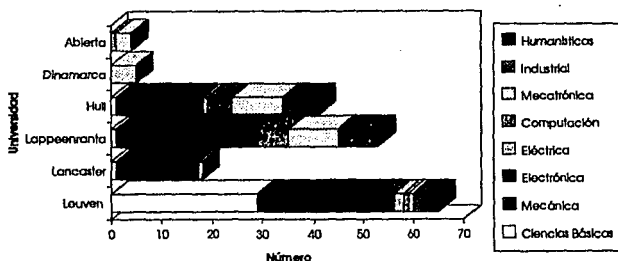
Se ha encontrado que el criterio con que los planes de estudio de los cursos de mecatrónica son diseñados depende directamente del equipo de profesores e investigadores de carrera y grupos de trabajo de cada universidad tiene; es decir, los planes de estudio se adaptan de manera tal que se tenga una tendencia al área de especialidad de dichos profesores y de la infraestructura de las universidades, estas áreas pueden ser diseño, óptica, robótica, mecánica, etc.

A nivel posgrado se observan planes de estudio con asignaturas que se inclinan hacia una área específica o que por el contrario se tengan asignaturas de las diferentes áreas de especialización en donde se tiene un número similar para cada una de ellas, esto depende principalmente del plan de estudios que se tenga a nivel licenciatura y además de la filosofía de la institución donde se imparte el curso. En algunos casos

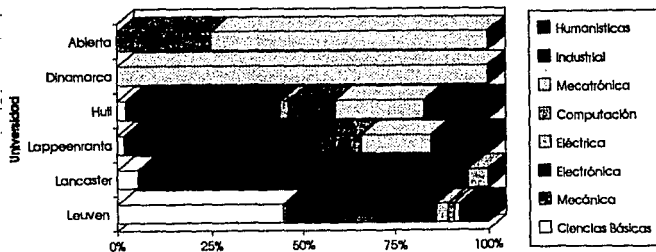
las asignaturas que se imparten dependerán del tipo de proyecto industrial que se requiere resolver por lo que en cada periodo o ciclo escolar se creara un plan de estudios específico.

También se puede apreciar que existe un porcentaje muy alto de materias que se consideran propias de la mecatrónica, ya que por medio de ellas se combina y pone en práctica el conocimiento de las diferentes disciplinas. A pesar de que existen asignaturas especializadas en mecatrónica no se encontraron trabajos específicos o planes de estudio desglosados o material didáctico de dichos temas. La dificultad de encontrar trabajos donde se indiquen los puntos importantes, principios o aspectos básicos a considerar en materias de mecatrónica refleja el proceso de evolución que dicho tema esta teniendo.

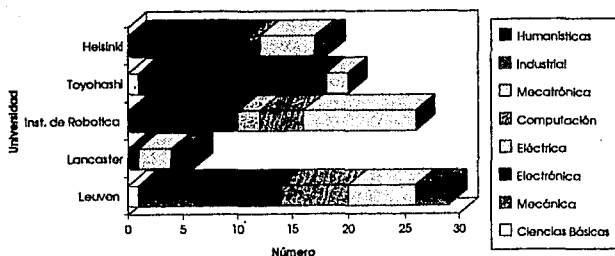
Número y Especialidad de las Asignaturas a Nivel Licenciatura



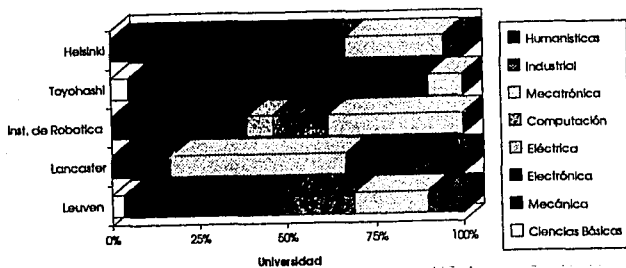
Porcentaje de Asignaturas por Universidad (Licenciatura)



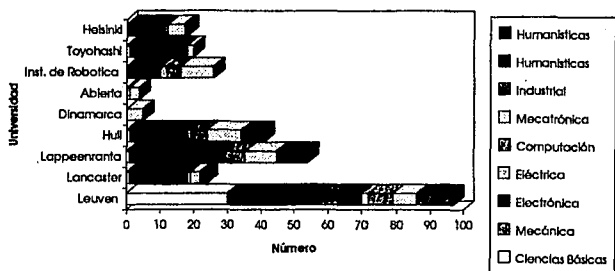
Número y Especialidad de las Asignaturas a Nivel Posgrado



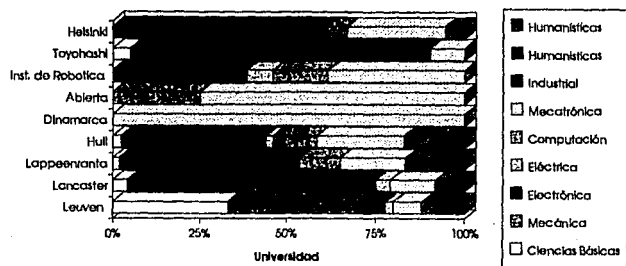
Porcentaje de Asignaturas por Universidad (Posgrado)



Número y Especialidad de las Asignaturas a Nivel Licenciatura y Posgrado



Porcentaje de Asignaturas por Universidad (Licenciatura y Posgrado)



Se detecto un total de 285 asignaturas que se imparten en los cursos de mecatrónica en ocho universidades de las cuales las siguientes 209 son asignaturas diferentes. Se intento realizar un clasificacion de temas especificos por cada asignatura para poder entender a detalle el tipo de conocimiento que se utiliza, pero a pesar de que se enviaron varias peticiones a las instituciones académicas y de hablar personalmente con los responsables de las carreras para obtener detalles precisos de los planes de estudio no se logro obtener dicha información lo que hace suponer que no existe o es confidencial.

### NOMBRE DE LA ASIGNATURA

- Administración
- Administración y Control de Operaciones
- Administración y Planeación de Proyectos
- Administración y Producción Industrial
- Álgebra y Geometría Analítica
- Análisis Diferencial e Integral
- Análisis en Diseño
- Aplicación de Diseño
- Aplicación de Microprocesadores I
- Asesoría de Proyecto y Seminario
- Automatización de la Producción
- Automatización de Procesos
- Automatización de Sistemas Digitales
- Automatización de Soldado
- Cálculo y programación
- Ciencia de Materiales
- Cinemática Asistida por Computadora y Dinámica de Mecanismos
- Cinemática de Robots
- Cinemática y Dinámica de Maquinaria
- Componentes Especiales de Máquinas
- Comportamiento Químico
- Computación
- Comunicaciones
- Comunicaciones Asistidas por Computadora
- Condiciones económicas y de trabajo
- Conferencia de tecnologías
- Control
- Control Automático
- Control de Calidad
- Control de la Producción
- Control de Motores de Pasos (Laboratorio)
- Control de Pantallas y Teclados (Laboratorio)
- Control de Posición (Laboratorio)

- Control de Sistemas
- Control Multivariable (Simulación-Laboratorio)
- Control Programable de Secuencias (Laboratorio)
- Controles Avanzados
- Conversión Analógica-Digital y Multiplexaje (Laboratorio)
- Conversión de Energía
- Conversión Digital-Analógica y Multiplexaje (Laboratorio)
- Curso no Técnico
- Desarrollo de Sistemas Mecatrónicos
- Desarrollo Integrado de Productos
- Detalles de Mecanización
- Diagnóstico
- Dinámica de Máquinas
- Diseño
- Diseño Asistido por Computadora CAD
- Diseño de CAE (Ingeniería Asistida por Computadora)
- Diseño de Circuitos
- Diseño de Máquinas
- Diseño de Sistemas Automáticos
- Diseño de sistemas con Microprocesadores y Programación
- Diseño de Sistemas Digitales
- Diseño de Software
- Diseño de un Producto Mecatrónico Inteligente
- Diseño Mecatrónico
- Diseño para Sistemas Electrónicos Digitales (Curso Opcional)
- Ecuaciones Diferenciales
- El Ambiente Industrial
- El Ingeniero en la Sociedad
- Electricidad y Aplicaciones
- Electrónica
- Electrónica analógica y digital
- Electrotecnologías
- Elementos Avanzados de Máquinas
- Elementos de Máquinas
- Esfuerzos en Materiales
- Estática y Dinámica
- Estructuras Dinámicas
- Estudio de Casos en Diseño Mecatrónico
- Experimentación con Casos de Mecatrónica
- Filosofía
- Filtros Óptimos
- Finanzas
- Física
- Física General
- Fundamentos de Mecatrónica
- Fundamentos de Microprocesadores
- Geometría Descriptiva
- Geometría Diferencial
- Hidráulica
- Hidráulica Avanzada
- Idioma Extranjero
- Ingeniería Asistida por Computadora
- Ingeniería de Control
- Ingeniería de Diseño
- Ingeniería de Diseño con casos de Mecatrónica
- Ingeniería de Materiales
- Ingeniería de Producción
- Ingeniería de Software
- Ingeniería Digital
- Ingeniería Industrial
- Instrucciones Básicas y Operación de Microprocesadores (Laboratorio)
- Inteligencia Artificial
- Inteligencia Artificial Aplicada
- Interfases y Transferencia de Datos
- Introducción a la Programación Lógica
- Introducción a Mecatrónica
- Introducción a Motores y Sensores
- Introducción a Sistemas de información
- Laboratorio de Química
- Lubricación y Balanceo
- Macro Economía
- Mantenimiento Automático
- Máquinas Eléctricas
- Matemáticas
- Materiales de Construcción
- Materiales y Manufactura
- Materias de Ingeniería
- Mecánica
- Mecánica Analítica
- Mecánica Cuántica
- Mecánica de Fluidos
- Mecánica de Precisión
- Mecánica de Sólidos y de Fluidos
- Mecanismos
- Mecanismos de Precisión
- Mecatrónica
- Mercadotecnia
- Mercadotecnia y Equipo de producción
- Método de Elementos Finitos
- Métodos de Diseño Mecatrónico
- Métodos Numéricos y aplicaciones
- Micro Tecnologías
- Microprocesadores
- Motores y Actuadores
- Neumática
- Operación y Evaluación del Control Discreto PID
- Opto-Electrónica
- Potencia de fluidos
- Presentación de Tesis
- Principios de Contabilidad
- Principios de Diseño
- Principios de Inteligencia Artificial
- Principios de Manufactura
- Probabilidad y Estadística
- Procesamiento de Datos en Tiempo Real
- Procesamiento de Información en Redes de Tipo "Neuronales"
- Procesamiento Digital de Señales
- Procesos Químicos
- Producción de Materiales

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Programación en Tiempo Real</li> <li>▫ Programación y Sistemas Computacionales</li> <li>▫ Proyecto</li> <li>▫ Proyecto de Diseño</li> <li>▫ Proyecto de Diseño en Grupos</li> <li>▫ Proyecto sobre Mecatrónica</li> <li>▫ Proyecto: Diseño y Construcción de un Producto</li> <li>▫ Química</li> <li>▫ Química General y Físico</li> <li>▫ Química</li> <li>▫ Química Inorgánica</li> <li>▫ Química Orgánica</li> <li>▫ Realización de Prototipos</li> <li>▫ Reconocimiento de Patrones</li> <li>▫ Redes de Computadora</li> <li>▫ Reporte Técnico</li> <li>▫ Resistencia de Materiales</li> <li>▫ Revisión de Control Digital</li> <li>▫ Robótica</li> <li>▫ Rodamientos Magnéticos</li> <li>▫ Seguridad en Productos</li> <li>▫ Señales y Sistemas</li> <li>▫ Servo Técnicas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Simulación</li> <li>▫ Sistemas Básicos de Computación y Software</li> <li>▫ Sistemas Controlados por Computadora</li> <li>▫ Sistemas de Automatización Digital</li> <li>▫ Sistemas de Computo Basados en Conocimiento</li> <li>▫ Sistemas de Control</li> <li>▫ Sistemas de Control de Movimiento</li> <li>▫ Sistemas de Control Industrial</li> <li>▫ Sistemas de Ensamble Automático</li> <li>▫ Sistemas de Manufactura Flexible</li> <li>▫ Sistemas de Medición</li> <li>▫ Sistemas de Motores Eléctricos</li> <li>▫ Sistemas Dinámicos</li> <li>▫ Sistemas Hidráulicos</li> <li>▫ Software para Control en Tiempo Real</li> <li>▫ Técnicas Avanzadas de Control</li> <li>▫ Técnicas de Automatización</li> <li>▫ Técnicas de Diseño para Manufactura y Calidad</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Técnicas de Seguridad</li> <li>▫ Técnicas de Solución General de Problemas</li> <li>▫ Tecnología de Almacenamiento</li> <li>▫ Tecnología de Automatización</li> <li>▫ Tecnología de Control</li> <li>▫ Tecnología de Interfaces Hombre-Máquina</li> <li>▫ Tecnología de las Herramientas</li> <li>▫ Tecnología de Plásticos</li> <li>▫ Tecnología de Producción</li> <li>▫ Tecnología de Rayo Laser</li> <li>▫ Tecnología de Sensores</li> <li>▫ Tecnología de Soldado</li> <li>▫ Tecnología de Transductores</li> <li>▫ Tecnología del Transporte</li> <li>▫ Teoría de Elasticidad</li> <li>▫ Teoría de Sistemas</li> <li>▫ Teoría de Vibración</li> <li>▫ Teoría y Diseño de Circuitos</li> <li>▫ Termodinámica</li> <li>▫ Transductores</li> <li>▫ Transferencia de Calor</li> <li>▫ Turbo Maquinaria</li> <li>▫ Vibraciones Mecánicas</li> <li>▫ Visión por Computadora</li> </ul> |
|--|--|---|

A continuación se presenta una tabla con la distribución específica de las asignaturas en cada universidad.

Número	Nombre de la Universidad									
	Leuven	Koncafter	Lappeenanta	Hull	Dinamarca	Abierta	Inst. de Robotica	Totales		
<b>Nivel Licenciatura</b>										
Asignaturas que Imparte	65	18	53	41	5	4		186		
Ciencias Básicas	29	7	1	1	0	0		32		
Mecánica	27	9	19	9	0	0		64		
Electrónica	0	7	9	8	0	0		24		
Eléctrica	2	1	0	1	0	0		4		
Computación	1	0	6	5	0	1		13		
Mecatrónica	1	0	10	10	5	3		29		
Industrial	2	0	7	7	0	0		16		
Humanísticas	3	0	1	0	0	0		4		
<b>Nivel Postgrado</b>										
Asignaturas que Imparte	20	6			26	20	18	99		
Ciencias Básicas	1	0			0	1	0	2		
Mecánica	6	1			2	0	7	16		
Electrónica	7	0			8	17	4	36		
Eléctrica	0	0			2	0	0	2		
Computación	6	0			4	0	1	11		
Mecatrónica	6	3			10	2	5	26		
Industrial	3	2			0	0	1	6		
Humanísticas	0	0			0	0	0	0		
<b>Totales</b>										
Asignaturas que Imparte	94	24	53	41	5	4	26	20	18	285
Ciencias Básicas	30	7	1	1	0	0	0	1	0	34
Mecánica	33	10	19	9	0	0	2	0	7	80
Electrónica	7	7	9	8	0	0	8	17	4	60
Eléctrica	2	1	0	1	0	0	2	0	0	6
Computación	7	0	6	5	0	1	4	0	1	24
Mecatrónica	7	3	10	10	5	3	10	2	5	55
Industrial	5	2	7	7	0	0	0	0	1	22
Humanísticas	3	0	1	0	0	0	0	0	0	4

Porcentaje	Nombre de la Universidad									
	Leuven	Koncafter	Lappeenanta	Hull	Dinamarca	Abierta	Inst. de Robotica	Totales		
<b>Nivel Licenciatura</b>										
Ciencias Básicas	45%	6%	2%	2%	0%	0%		17%		
Mecánica	42%	50%	36%	22%	0%	0%		34%		
Electrónica	0%	30%	17%	20%	0%	0%		13%		
Eléctrica	3%	6%	0%	2%	0%	0%		2%		
Computación	2%	0%	11%	12%	0%	25%		7%		
Mecatrónica	2%	0%	19%	24%	100%	75%		16%		
Industrial	3%	0%	13%	17%	0%	0%		9%		
Humanísticas	5%	0%	2%	0%	0%	0%		2%		
<b>Nivel Postgrado</b>										
Ciencias Básicas	3%	0%				0%	5%	0%	2%	
Mecánica	21%	17%				8%	0%	39%	16%	
Electrónica	24%	0%				31%	85%	22%	36%	
Eléctrica	0%	0%				8%	0%	0%	2%	
Computación	21%	0%				15%	0%	6%	11%	
Mecatrónica	21%	50%				38%	10%	28%	26%	
Industrial	10%	33%				0%	0%	6%	6%	
Humanísticas	0%	0%				0%	0%	0%	0%	
<b>Totales</b>										
Ciencias Básicas	32%	4%	2%	2%	0%	0%	0%	5%	0%	12%
Mecánica	35%	42%	36%	22%	0%	0%	8%	0%	39%	28%
Electrónica	7%	29%	17%	20%	0%	0%	31%	85%	22%	21%
Eléctrica	2%	4%	0%	2%	0%	0%	8%	0%	0%	2%
Computación	0%	0%	11%	12%	0%	25%	15%	0%	6%	8%
Mecatrónica	7%	13%	19%	24%	100%	75%	38%	10%	28%	19%
Industrial	6%	6%	13%	17%	0%	0%	0%	0%	6%	8%
Humanísticas	3%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%

Distribución de Asignaturas por Areas de Especialización

## 5.2. RESULTADOS GENERALES

Analizando los resultados y experiencias obtenidos con los objetivos iniciales del trabajo se observa lo siguiente:

Objetivo a) Recopilar, Clasificar y describir información referente al conocimiento existente en mecatrónica que refleje los avances que se están desarrollando en esta tecnología.

En base a los comentarios de los profesores de la Universidad de Lancaster y la información recopilada se puede concluir que este es uno de los primeros trabajos a nivel mundial donde se ha recopilado y descrito casi la totalidad de la información publicada sobre el tema de mecatrónica.

Objetivo b) Proponer una clasificación al conocimiento existente en mecatrónica.

La clasificación propuesta permitió organizar la información en distintos temas y áreas que en primera instancia ayudo a obtener un panorama general del trabajo. Al finalizar el trabajo y al obtener un mayor entendimiento, se deduce que se puede crear un mejor método de clasificación en base a un sistema que involucren el manejar más factores ya que en la mayoría de las referencias se integran distintas disciplinas.

Objetivo c) Conocer las instituciones, académicos e investigadores que participan en el desarrollo de la mecatrónica.

Se obtuvo la oportunidad de asistir a pláticas de profesores e industriales de diferentes instituciones que participan conjuntamente en seminarios o cursos cortos, lo que permitió entender la interacción entre los aspectos teóricos y prácticos de la ingeniería en general. Se logro obtener entrevistas con industriales e investigadores. También se encontró a profesores escépticos, quienes ubican a la mecatrónica como un tema específico de la ingeniería de sistemas o de la dinámica de sistemas físicos.

Se logro obtener conversaciones con estudiantes de cursos de mecatrónica donde el aspecto más importante fue el ver, como una práctica común el desarrollar proyectos que involucran el uso de distintas especialidades obteniendo resultados admirables al resolver problemas que la industria aprueba.

Objetivo d) Desarrollar un trabajo descriptivo en donde se presenten ejemplos con los aspectos fundamentales del conocimiento en mecatrónica dentro de tres áreas: Academia, Investigación e Industria.



Los resultados obtenidos no fueron los que se esperaban; ya que inicialmente se decidió desarrollar varios dos ejemplos como fueron: El estudio comparativo en 17 máquinas de escribir donde se mostraran de manera explícita y cuantificable los cambios que ha tenido con el paso del tiempo e Identificar cuales son los aspectos básicos del funcionamiento de una máquina de alta precisión. La razón principal por la que se desecharon dichos ejemplos fue que se requería desarrollar cada ejemplo de una manera muy específica, y con ello se perdería mostrar el estado actual de la mecánica en otros aspectos que se consideraron más importantes.

Objetivo d) e) Generar y recabar material útil que ayude a entender el concepto y desarrollo de la mecánica para futuros trabajos sobre el tema.

Este objetivo se logro alcanzar ya que en el material recopilado se incluye casi la totalidad de las referencias disponibles en el tema. Esta información contienen más de mil referencias que indirectamente tienen relación con mecánica, por tal motivo se considera que servirá de base para futuros trabajos.

## 6. CONCLUSIONES

Al desarrollar el presente trabajo de tesis en el extranjero dio la oportunidad de obtener un mayor entendimiento de lo que significa el avance tecnológico; además de poder apreciar a través del contacto diario los cambios e impactos de una intensa competencia entre los países más desarrollados tecnológicamente.

No hay que olvidar que pertenecemos a una de las generaciones de ingenieros que en los últimos 100 años han logrado crear más del 95% de toda la tecnología existente. Por tal motivo hoy en día nos enfrentamos al reto de descubrir, generar y difundir una gran cantidad de conocimiento que esta en proceso de evolución provocando confusión, retos y cambios.

Uno de los caminos que el ser humano ha seguido tradicionalmente para entender el mundo que le rodea, es el de romper o dividir los problemas en partes que sean fáciles de manejar, esta división ha dado lugar a la creación de áreas de especialidad en la ingeniería; pero el comportamiento real de la naturaleza es distinto ya que en ella se aprecia una integración de todos los grupos de conocimiento que el hombre ha creado llamadas ciencias. Por tal motivo nos enfrentamos a una etapa de integración de las distintas áreas, donde la ingeniería tendrá no solo que interactuar con ellas sino ser parte de un todo.

La mecatrónica no es una nueva área de especialización que se deriva de una de las disciplinas de la ingeniería ya existentes, por el contrario la mecatrónica integra elementos de áreas ya existentes.

Uno de los retos más importantes que se enfrentan los profesionales de la mecatrónica es el de unir tres formas distintas de representación de conocimiento de las áreas de especialización, por ejemplo la mecánica maneja principalmente procesos tridimensionales, la electrónica procesos bidimensionales y la computación

adimensionales. Esto da lugar a la pregunta: ¿Como puedo representar el software y un microprocesador como un elemento de máquina?

No existe "magia" dentro un producto mecatrónico, simplemente es el reflejo de que hay seres humanos que ha tomado la decisión de trabajar conjuntamente y en armonía con reglas tan sencillas como son el respeto y responsabilidad.

## BIBLIOGRAFIA

1. Mayo, A.M. Investigation Into Microprocessors Control of a Stepping Motor. MSc. Thesis, School of Electronics Systems Design, Cranfield Institute of Technology. . . . 1982
2. Schodt, Frederik L. Inside the Robot Kingdom. . Kodansha International / USA Ltd.. . . . 1988
3. Buur, Jacob. Mechatronics Design in Japan. . Institute for Engineering Design (Denmark); Denmark. . . . 1989
4. Hunt, Daniel. Mechatronics: Japan's Newest Threat. . Chapman and Hall, Ltd; UK. . . . 1988
5. Albus, J; Brandin, D, etc.. Japanese Technology Assessment. . Noyes Data Corporation ; U.S.A. . . . 597. 1986
6. Buur, Jacob. Mechatronics designs meet changing needs. Design Engineering; June 1991. Andrew Pye, Morgan-Grampian Ltd. U K . +. +. 40-44. 1991
7. Mlkinen, P; Aumala, O; Salminen, V. Sensor Selection Procedure. Proceeding of the International Conference of Engineering Design; in Zurich. Hubka, V ; Zurich, Suiza. . 1. . 396-401. 1991
8. Deasley, P. Design Methodologies in Integrated Business. Proceeding of the International Conference of Engineering Design; in Zurich. Hubka, V ; Zurich, Suiza. . 1. . 198-203. 1991
9. Salminen, V ; Verho, A. Experiences of Using Metamodeling in Systematic design of Mechatronics. Proceeding of the International Conference of Engineering Design; in Zurich. Hubka, V ; Zurich, Suiza. . 1. . 178. 1991
10. Wirtl, J. Pneumatic transistor sets energy saving trend. Design Engineering, July 1991. Andrew Pye , Morgan-Grampian UK. +. +. 45-50. 1991
11. Stavicek, D. Precision Vision. Automation, May 1991. George Weimer, Penton Publishing Inc. USA. 38. 5. 22-27. 1991
12. Stavicek, D. Voice I/O in Manufacturing. Automation, February 1991. George Weimer, Penton Publishing Inc. USA. 38. 2. 26-28. 1991
13. Dewhurst, P; Boothroyd, G. Design for Assembly in Action. Assembly Engineering, 1987. . 1. 1. 64-68. 1987
14. Allen, Linda. Training & Education : What do you need. & How do you know?. Automation, May

1991. Allen, L. Penton Publishing; Cleveland Ohio USA. 38. 5. 32-34. 1991
15. Morley, R. Computer Control for the 1990s. Automation, June 1991. Weimer George, Penton Publishing Inc. USA. 38. 6. 24-31. 1991
16. Hewitt, J; Trabasso, L. Practical Teaching in Mechatronics. Int. Journal of Mechanical Engineering Education, April 1992. Ellis Horwood Ltd., UK. 20. 2. 124-128. 1992
17. Williams, Dwight. AGVS 2000: What Lies Ahead?. Automation, June 1991. Weimer George, Penton Publishing Inc. USA. 38. 6. 38-40. 1991
18. Gifford, Ralph. The Myth of the Super Engineer. Automation, May 91. Weimer George, Penton Publishing Inc. USA. 38. 5. 37-38. 1991
19. Milne, J; Fraser, C. Mechatronics in engineering courses. Int. Journal of Mechanical Engineering Education, April 1992. Ellis Horwood Ltd.; UK. 20. 2. 129-135. 1992
20. Stovicek, Donald. Sensors - What's Hot - What's Not. Automation, June 1991. Wiemer George, Penton Publishing Inc. USA. 38. 6. 42-44. 1991
21. Allen, Linda. Automatic identification: How do you choose it & Where do you use it?. Automation, July 1991. Wiemer George, Penton Publishing Inc. USA. 38. 7. 30-33. 1991
22. Willis, M. A Design Model to Minimise Electronic Product Design Failures. Engineering Designer, March/April 1991. Institution of Engineering Designers. 17. 2. 11-14]. 1991
23. Besant, C. The Future for manufacturing in the UK. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Editorial. Springer-Verlag London Limited; UK. . . . 1991
24. Bradbury, D. Discrete-Device Applications in Automotive Electronics. Engineering Designer, May/June 1991. Institution of Engineering Designers; UK. 17. 3. 33951. 1991
25. Taylor, P; Taylor, G; Wilkinson, A; Gobson, I. Mechatronics in automated apparel manufacture. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 33608. 1990
26. Cowdery, M. The 'intelligent' Sawmill. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 33740. 1990

27. Preston,M ; King,T ; Vitols,R ; Gray,G ; Murphy,B. Mechatronic System for Knitted Fabric Handling. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 17-22. 1990
28. Heilala,J ; Ropponen,T. Mechatronic Design Concept for Intelligent Robot Grippers. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 23-30. 1990
29. Rogers,G ; Weston,R. Modular production system. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 31-36. 1990
30. Purves,W ; Wright,D. Microprocessors on co-ordinate measuring machines. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 37-46. 1990
31. Holford,K ; Bakopoulos,C ; White,N. The development of a high-pressure, thick-film sensor. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 47-60. 1990
32. Kanani,B ; Burdless,J. The piezoelectric cylinder gyroscope. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 61-66. 1990
33. Moore,J ; Brett,P. Design and a self-referencing temperature sensor for the process industries. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 67-74. 1990
34. Ziarati,R ; Jones,D ; Noroozi,S ; Ha,H. Design and development of a multitasking low cost laser sensor for manufacturing applications. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of

Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 75-82. 1990

35. Hurst, K; James, R. Feasibility study of an automated materials testing facility for British Steel of Scunthorpe.

Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 83-90. 1990

36. Blomqvist, H; Haaker, J. Estimation method for hardware requirements in embedded systems.

Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 91-98. 1990

37. Savilampi, J; Niemela, E; Nevala, K. Automatic generation of software for microcomputer-controlled hydraulic servo system by means of the SOKRATES-SA specification language.

Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 97-102. 1990

38. Tout, N; Reedman, D; Preece, C; Simmons, J. Intelligent automated assembly of the upper parts of shoes.

Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 103-108. 1990

39. Tillett, R; Redd, J. Initial development of a mechatronic mushroom harvester. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 109-114. 1990

40. Fischer, P; Daniel, R; Siva, K. How does one specify and design an in put device for teleoperation?

Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 115-122. 1990

41. Stafford, J; Ambler, B. Computer vision as a sensing system for soil cultivator control.

Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 123-130. 1990

42. Buur, J. Mechatronics in Japan- strategies and practice in product development. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 131-136. 1990
43. Salminen, V ; Tanskanen, K ; Verho, A. The Finnish mechatronics approach-experiences in adapting to educational, research and industry purpose. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 137-148. 1990
44. Dinsdale, J; Hutcheon, A. Self-serving banking and mechatronics: the first twenty years. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 149-158. 1990
45. Marchant, J. A mechatronic approach to produce grading. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 159-164. 1990
46. Trabasso, L ; Hewit, J ; Slade, A. Artificial intelligence techniques applied to robotic decoration of scale models. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 165-170. 1990
47. Bullough, U ; Peel, D. The field-controlled liquid state: a conceptual means for the implementation of advanced mechatronics systems. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 171-178. 1990
48. Backman, U ; Lind, H ; Tärngren, E. A fully distributed real-time control system. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK. 1. . 179-188. 1990
49. Foster, K ; Fenney, L. A control structure for flexible high-speed machinery. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference



(Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 189-194. 1990

50. Bradley,D ; Dawson,D. Mechatronics an intelligent approach in engineering design. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 195-200. 1990

51. Disney,J ; McCollin,C ; Bendell,A. Taguchi methodology within mechatronics. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 201-208. 1990

52. French,M. The partition of functions in mechatronics design. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 209-212. 1990

53. Vaughan,N. A digital position controller for an integrated hydraulic actuator system. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference

(Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 213-222. 1990

54. Roskilly,A ; Counsell,J ; Bradshaw,A. Non-linear modelling of robust controllers for robotic manipulators. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 223-230. 1990

55. Firoozian,R ; Peel,D ; Bullough,W. Magnetic effects in an electro-rheological controller. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 231-238. 1990

56. Schweitzer,G. Mechatronics - a concept with examples on active magnetic bearings. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 239-246. 1990

57. Khodabandehloo,K ; Brett,P. Intelligent robot systems for automation in the food industry.

- Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 247-254. 1990
58. Schweitzer, G. The robot as an intelligent interactive machine. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 255-260. 1990
59. Hanson, M. Integration of advanced microcomputer system design in mechanical engineer education. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 261-270. 1990
60. Taylor, G. The mechatronic curriculum for the modern engineer. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines). Solid Mechanics/Machines Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK. 1. . 271-280. 1990
61. Buur, Jacob. Design Methods in Japan: Research, Education and Industrial Application from a European Viewpoint. Journal of Engineering Design. Sheldon, Derek; UK. 2. 2. 91-104. 1991
62. Bradley, D.A ; Dawson, D. Information based strategies in design of mechatronic systems. Design Studies. Butterworth-Heinemann Ltd.; UK. 12. 1. . 1991
63. Schultz, Jerome. Biosensors. Scientific American, August 1991. . . 48-55. 1991
64. Harding, Kevin. Sensors for the '90s. Manufacturing Engineering, April 1991. Society of Manufacturing Engineers, USA. 106. 4. 57-61. 1991
65. Schreiber, Rita. Assembly Robots Built Quality. Manufacturing Engineering, June 1991. Society of Manufacturing Engineers, USA. 106. 6. 47-51. 1991
66. Andreassen, M ; Ahm, T. Flexible Assembly Systems. Springer - Velag ; London (IFS publications Ltd, UK). . . . 1988
67. Andreassen, M ; Hein, L. Integrated Product Development. Springer - Velag ; London (IFS publications Ltd, UK). . . . 1987
68. Andreassen, M ; Kahler, S ; Lund, T. Design for Assembly. Springer - Velag ; London (IFS publications Ltd, UK). . . . 1988

69. Ribbens, William. Understanding Automotive Electronics. Texas Instruments Information Publishing Center; Dallas Texas USA. . . . 1984
70. Bradley, D.A.; Dawson, D; Burd, N; Loader, A. Mechatronics. Electronics in products and processes. Chapman an Hall; UK. . . . 1991
71. Buur, Jacob. A theoretical Approach to Meechatronics Design. Institute for Engineering Design; Technical University of Denmark. . . . 1990
72. Salminen, V ; Verho, A. Multi-disciplinary design problem in mechatronics and some suggestions to its methodical solution in conceptual design phase. International conference Engineering Design, 1988. Manufacturing Technology and Design Group of the Institution of Mechanical engineers; UK. 1. . 533-553. 1989
73. Burr, J. A framework for mechatronics design methodology. International conference Engineering Design, 1989. Manufacturing Technology and Design Group of the Institution of Mechanical engineers; UK. 1. . 507-518. 1989
74. Holmberg, K; Kauhaniemi, I; Voho, P; Airila, M. The mechatronic design concept and its application on robot gripper design. International conference Engineering Design, 1989. Manufacturing Technology and Design Group of the Institution of Mechanical engineers; UK. 1. . 519-531. 1989
75. Derby, Stephen. Mechatronics For Robots. Mechanical Engineering, July 1990. The American Society of Mechanical Engineers, USA. 112. 7. 40-42. 1990
76. Dinsdale, Jack . Mechatronics: Cross-Disciplinary Opportunities. Graduated Scientist & Engineer. Dewan, R (Dominion Press Ltd); UK. 12. 8. .
77. Hughes, A. Mechatronics is for everyone. Drives and controls, November 1991. Kamtech Publishing Ltd.;uk. 7. 9. 30. 1991
78. Moorre, P; Jackson, M; Weston, R. Mechatronics Technology in Modular Machines. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
79. Deasley, P. Control: The Integrating Factor in Mechatronics. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
80. Preston, M ; King, T ; Wray, G. Mechatronics Applied to the Manufacture of Knitted Garments. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
81. Hewit, J; Fawcett, J. Mechatronic Design of a Belt Tensioning System. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
82. Naghdy, F; Strickland, P. A Distributed Architecture for Parallel

- Control of Advanced Production Machines. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
83. Davies, J. Low Resolution Coordinate Measuring Machine. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
84. Butler, C; Gregoriou, G. Sensors in Automatic Inspections. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
85. Karunadasa, J; Renfrew, a. Torque Control in Brushless Servomotors. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
86. Hinton, C; Renfrew, A. Mathematical Modeling of Servo-Hydraulic Materials Testing Machines. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
87. Milne, J; Fraser, C. Development of a Mechatronics Learning Facility. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
88. Keyworth, V. A Mechatronics Awareness and the Development of hands-on Training Equipment to the CIM Environment. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
89. Darabi Golshani, A; Baines, K. Micro-Based Cold Roll Forming System. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
90. Mehdian, M; Gill, R. An Intelligent Automatic Storage and Retrieval System. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
91. Wilson, P; Greaves, J. Forward Engineering - A Strategic link Between Design and Profit. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
92. Rietdijk, J. Ten Propositions on Mechatronics. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
93. Van Engelen, G. Mechatronics of the Silicon Repeater. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
94. Seedall, M. The Reliability and Design of Small Electric Actuators. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
95. Bradshaw, A. Multivariable Control. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989
96. Hywel-Snaith, M. Adaptive Control for Autonomous Robots. Mechatronics in Products and

Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989

97. Selke, K. A framework for Intelligent Robotic Assembly. Mechatronics in Products and Manufacturing. Lancaster University, UK. . . . 1989

98. Deckard, C; Beaman, J. △ Solid Free form Fabrication and Selective Powder Sintering. Manufacturing Technology Review, North American Manufacturing Research Conference Proceedings . Society of Manufacturing Engineers (SME), USA. 2. . 636-640. 1987

99. Duffie, N; Kann, J. Integration of CAD and inspection for Mold Production and Rework. Manufacturing Technology Review, North American Manufacturing Research Conference Proceedings . Society of Manufacturing Engineers (SME), USA. 2. . 641-648. 1987

100. Han, Ch. Development of an in-house computer automated process planning system based on group technology concept. Manufacturing Technology Review, North American Manufacturing Research Conference Proceedings . Society of Manufacturing Engineers (SME), USA. 2. . 546-551. 1987

101. Lai, K. Mechanical Design Simplification Using Function Description Language. Manufacturing Technology Review, North American Manufacturing Research Conference Proceedings . Society of

Manufacturing Engineers (SME), USA. 2. . 641-648. 1987

102. Kyberd, P; Chappell, P. Object-Slip Detection During Manipulation Using a Derived Force Vector. Mechatronics, February 1992. Daniel, R; Hewit, J; Pergamon Press, Oxford UK. 2. 1. . 1992

103. Hopkins, S; Eghtedari, F; Pham, D. Algorithms for Processing Data from a Photoelastic Slip Sensor. Mechatronics, February 1992. Daniel, R; Hewit, J; Pergamon Press, Oxford UK. 2. 1. . 1992

104. Swevers, J; Torfs, D; Demeestre, F; Van Brussel, H. Fast and Accurate Tracking Control of a Flexible One-Link Robot Based on Real-Time Link Deflection Measurements. Mechatronics, February 1992. Daniel, R; Hewit, J; Pergamon Press, Oxford UK. 2. 1. 29-41. 1992

105. Finger, Susan; Dixon, John. △ Review of Research in Mechanical Engineering Design. Part I: Descriptive, Prescriptive, and Computer-Based Models of Design Processes. Research in Engineering Design, . Springer-Verlag New York Inc.; USA. . . 51-67. 1989

106. Finger, Susan; Dixon, John. △ Review of Research in Mechanical Engineering Design. Part II: Representations, Analysis, and Design for the Life Cycle. Research in Engineering Design, . Springer-Verlag New York Inc.; USA. . . 121-137. 1989

107. Dixon, John. New Goals for Engineering Education. Mechanical Engineering, March 1991. The American Society of Mechanical Engineers, New York USA. 113. 3. 56-62. 1991
108. Ryan, C; Hosken, M; Greene, D. Eco Design: Design and the response to the greening of the international market. Design Studies, January 1992. Cross, Nigel; Butterworth-Heinemann Ltd.. 13. 1. 13-21. 1992
109. West, Harry. A criticism of an undergraduate design curriculum. Design Theory and Methodology DTM'91, Technical Conferences 3rd international Conference on Design and Methodology. ASME; Miami Fla. USA. 31. . 33797. 1991
110. Gweon, D; Kim, H. Development of a Mobile Robot Controlled by Three Motors for a Hostile Environments. Mechatronics, February 1992. Daniel, R; Hewit, J; Pergamon Press, Oxford UK. 2. 1. 43-63. 1992
111. Schweitzer, G. Mechatronics - a concept with examples in active magnetic bearings. Mechatronics, February 1992. Daniel, R; Hewit, J; Pergamon Press, Oxford UK. 2. 1. 65-74. 1992
112. Park, H; Cho, H. On the realization of an accurate hydraulic servo through an iterative learning control. Mechatronics, February 1992. Daniel, R; Hewit, J; Pergamon Press, Oxford UK. 2. 1. 75-88. 1992
113. Ovaska, J. Electronics and Information Technology in High-Range Elevator Systems. Mechatronics, February 1992. Daniel, R; Hewit, J; Pergamon Press, Oxford UK. 2. 1. 89-99. 1992
114. Blomqvist, H; Haaker, J. Hardware Estimation Method for Embedded Systems. Mechatronics, February 1992. Daniel, R; Hewit, J; Pergamon Press, Oxford UK. 2. 1. 101-114. 1992
115. White, Richard. A Sensor Classification Scheme. Microsensors. Muller, R; Howe, R; IEEE PRESS Selected Reprint Series, New York USA. . . vii-11. 1990
116. Roylance, L; Angell, J. A Batch-Fabricated Silicon Accelerometer. Microsensors. Muller, R; Howe, R; IEEE PRESS Selected Reprint Series, New York USA. . . 352-358. 1990
117. Chen, Pau-Ling; Muller, R. Integrated Silicon Microbeam PI-FET Accelerometer. Microsensors. Muller, R; Howe, R; IEEE PRESS Selected Reprint Series, New York USA. . . 363-369. 1990
118. Petersen, K; Kowalski, C. A Force Sensing Chip Designed for Robotic and Manufacturing Automation Applications. Microsensors. Muller, R; Howe, R; IEEE PRESS Selected Reprint Series, New York USA. . . 419-421. 1990
119. Petersen, Kurt. Silicon as a Mechanical Material. Microsensors.

- Muller, R; Howe, R; IEEE PRESS  
Selected Reprint Series, New York  
USA. . . 39-76. 1990
120. Guckel, H; Skrobis, K.  
Fabrication and testing of the planar  
magnetic micromotor. Journal of  
Micromechanics and  
Microengineering, September 1991.  
Institute of Physics, IOP Publishing  
Ltd. UK. 1. 3. 135-138. 1991
121. Bradley, D; Dawson, D.  
Achieving Integration in engineering  
Design Education: The Role of  
Mechatronics. Mechatronic Systems  
Engineering, Kluwer Academic  
Publishers, Netherlands. 1. . 19-29.  
1990
122. French, M. Research in  
engineering design: Some proposals  
for improving research, teaching and  
practice. Journal of Engineering and  
Technology Management . Elsevier  
Science Publishers , UK. . 7. 145-  
151. 1990
123. French, M. Mechatronics and  
the imitation of nature. Proceedings  
of the Institution of Mechanical  
Engineers, London 1991. Institution of  
Mechanical Engineers, UK. 205. +.  
I-V. 1991
124. Mehregany, M; Tai Yu-Chong.  
Surface micromachined mechanisms  
and micromotors. Journal of  
Micromechanics and  
Microengineering, June 1991.  
Institution of Physics, IOP Publishing  
Ltd, UK. 1. 2. 73-85. 1991
125. Pischinger, F; Kunerth, W.  
Where Automotive Engine  
Technology is Going. Siemens  
Review, January/February 1992.  
Siemens. 59. 1. I-XI. 1992
126. Nevins, J; Whitney, D.  
Concurrent Design of Products and  
Processes. . McGraw-Hill Publishing  
Company, USA. . . . 1989
127. French, M. Review:  
Mechatronics Design in Japan and  
Mechatronic Design. Design Studies,  
April 1992. Cross, N; Butterworth-  
Heinemann Ltd.; UK. 13. 2. 209-  
210. 1992
128. Binder, J. New generation of  
automotive sensors to fulfil the  
requirements of fuel economy and  
emission control. Sensors and  
Actuators A, March 1992. D'Amico,  
A, Elsevier Sequoia. A31. 1. 60-67.  
1992
129. Zabler, E; Heintz, F.  
Mechatronic sensors in integrated  
vehicle architecture. Sensors and  
Actuators A, March 1992. D'Amico,  
A, Elsevier Sequoia. A31. 1. 54-59.  
1992
130. O'Connor, L. MEMS:  
Microelectromechanical Systems.  
Mechanical Engineering, February  
1992. American Society of Mechanical  
Engineers, USA. 114. 2. 40-47.  
1992
131. Elder, E. Editorial:  
International Conference on  
engineering Design. Design Studies,  
October 1991. Cross, N; Butterworth-

- Heinemann Ltd.,UK. 12. 4. 194-196. 1991
132. Eckels, J; Roozenburg, N. A methodological comparison of the structures of scientific research and engineering design. Design Studies, October 1991. Cross, N; Butterworth-Heinemann Ltd.,UK. 12. 4. 197-203. 1991
133. Ullman, D. The status of design theory research in the United States. Design Studies, October 1991. Cross, N; Butterworth-Heinemann Ltd.,UK. 12. 4. 197-203. 1991
134. Hongo, K; Nakajima, N. Relevant features of the decade 1981-1991 for theories of design in Japan. Design Studies, October 1991. Cross, N; Butterworth-Heinemann Ltd.,UK. 12. 4. 209-213. 1991
135. Eder, E. Engineering design education: situation report. Design Studies, October 1991. Cross, N; Butterworth-Heinemann Ltd.,UK. 12. 4. 261-267. 1991
136. Vogt, C. Engineering in the 90's: Design for success. Design News, 1990. 7. 9. 82-91. 1990
137. Bradley, D. Engineering Design Centre: Reporte visita a Finlandia y Dinamarca. Engineering Design Centre, Lancaster University UK. Bradley, D. . . . 1991
138. Navinchandra, D. Design for environmentability. Design Theory and Methodology. ASME 1991. 31. . 119-125. 1991
139. Mraz, S. U.S. must put R&D to work. Machine Design, April 1991. . . . 24-28. 1991
140. Kim, S. Managing complexity in automated systems: an information measure and its application. . . . 541-545.
141. . School of Engineering, Computing and Mathematical Sciences: Mechatronics at Lancaster. Lancaster University. SECAMS, Lancaster University. . . .
142. . Extending professional development. Engineering Designer, november-december 1991. Institution of Engineering Designers, UK. 17. 6. 8-13. 1991
143. Dixon, J. The state of education. Mechanical Engineering, February 1991. The American Society of Mechanical Engineers, USA. 113. 2. 64-67. 1991
144. Murray, J. How they pass go. Manufacturing Engineer, Dec. 1990-Jan 1991. Society of Manufacturing Engineers, USA. 107. 1. 42-43. 1991
145. Sharpe, C. Fresh approach reduces product time-to-market. Design Engineering, February 1991. Pye, A. . . . 26-28. 1991
146. Booker, P. Britain's New Engineering Design Centres. Engineering Designer, January/February 1991. Institution of Engineering Designers,UK. 17. 1. 20-21. 1991



147. Coplin, J. View point News. Engineering, July/August 1991. . . . 4-May. 1991
148. Dobson, B. Drive engineers at the cutting edge. Control. . . . 24-25.
149. Sangalli, A. Fuzzy Logic goes to market. New Scientist, February 1992. IPC magazines Ltd., UK. . 1807. 35-39. 1992
150. Yamazaki, K; Suzuki, H; Hoshi, T. Methodology of Education and R&D in Mechatronics. Int. Journal of Applied Engineering. Pergamon Press Ltd.; UK. 1. 1. 35-41. 1985
151. Kleinschmidt, P; Hanrieder, W. The Future of sensors, materials science or software engineering?. Sensors and Actuators A, May 1992. Middelhoek, S; Elsevier Sequoia Netherlands. A33. 1. 1-May. 1992
152. Bradley, D; Bracewell, R; Chaplin, R. Engineering Design and Mechatronics -The Schemebuilder Project. Engineering Design Centre, Lancaster University. Engineering Design Centre, Lancaster University. . . . 1992
153. Bracewell, R; Bradley, D; Chaplin, R; Seward, D. Control System Design for a Robotic Backhoe. Engineering Department, Lancaster University. Engineering Department Lancaster University. . . . 1992
154. Andreasen, M. Design Methodology. Journal of Engineering Design. Sheldon, D; UK. 2. 4. 321-335. 1991
155. Sun Microsystems, Inc. Work group computing for competitive manufacturing. Machine Design, March 1991. . . . S1. 1991
156. Sun Microsystems Inc.. Laying the foundation. Machine Design, March 1991. . . . S8-S11. 1991
157. . Solid Prototypes Produced Without Postcure. Machine Design, January 1991. . . . 30-31. 1991
158. Sun Microsystems Inc.. Team work Pays off. Machine Design, March 1991. . . . S4-S7. 1991
159. Sun Microsystems Inc.. Software for Concurrent Engineering. Machine Design, March 1991. . . . S12-S16. 1991
160. Doods, G; Ogasawara, T.. Robotics in Japan from east to west and outer space to inner space. Computing and Control Engineering Journal, May 1992. Institution of Electrical Engineering; UK . 3. 3. 143-148. 1992
161. Sharp, M. Mechatronics a key player in concurrent engineering. Electrotechnology, Oct/Nov 1991. . 2. 5. 182-185. 1991
162. Gopalakrishnan, B; Pandiarajan, V. Product Design for Manufacturing: The Use of Knowledge Based Systems in Concurrent

Engineering. IEEE 1990. IEEE, EUA.  
. . 566-568. 1990

163. Kovacs, G; Mezgar, I; Kopacsi, S. Concurrent design of automated manufacturing systems using knowledge processing technology. IMS'91 Computers in Industry, 1991. Elsevier Science. . 17. 257-267. 1991

164. Ishii, T. Future Trends in Mechatronics. JSME International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japan Society of Mechanical Engineers; Tokio, Japon. 33. 1. 1-Jun. 1990

165. Itao, K; Nishida, Y. Present Status and Future of Opto - Mechatronics. JSME International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japan Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 7-Dec. 1990

166. Schweitzer, G. Magnetic Bearings - Applications, Concepts and Theory. JSME International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japan Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 13-18. 1990

167. Takayanagi, M; Iwatsu, S; Watabe, A; Yamada, I. Dynamic Measurement of Mechanical and Optical Characteristics of Optical Disks. JSME International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japan Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 19-24. 1990

168. Xian-Kui, W; Guang-Hong. Research on Floating Characteristics of Burnishing Heads of Magnetic Disks. JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japan Society of Mechanical Engineers; Tokio Japon. 33. 1. 25-28. 1990

169. Hmaguchi, T; Matsumoto, M. Measurement of Impulsive Forces Arising from Flying Head/Disk Collision in Magnetic Disk Storage Systems. JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japan Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 29-34. 1990

170. Aruga, K; Mizoshita, Y. Acceleration Feedforward Control for Head Positioning in Magnetic Disk Drives. JSME International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japanese Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 35-41. 1990

171. Satoh, I; Nagahiro, J. Suppression of Whirling Motion of High Speed Rotor. JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japanese Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 42-48. 1990

172. Miyazaki, C; Akatsu, T. A Laser Measurement System for Fast and Precise Positioning. JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. JMSE Japanese Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 49-54. 1990

173. Horikawa, O; Shimokohbe, A. An Active Air Bearing. JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japanese Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 55-60. 1990
174. Ohtsuka, M; Furukawa, M. The Vertical Traverse Stage in Vacuum Condition. JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japanese Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 61-64. 1990
175. Sato, T; Tanaka, K. Influence of Printhead Vibration in Impact Printer on Printing Quality. JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japanese Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 65-69. 1990
176. Fujimoto, J; Ugo, R. Noise Reduction for a Dot-Matrix Impact Printer. JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japanese Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 70-75. 1990
177. Fukui, S; Kaneko, R. Dynamic Analysis of Flying Head Sliders. JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japanese Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 76-82. 1990
178. Iwazawa, N; Hashimoto, M. Development of an Ultrahigh-Speed Serial Printer. JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japanese Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 83-88. 1990
179. Ueda, T; Yamamoto, T. CCD Array Scanning Servomechanism for a High Resolution Camera-Type Color Image Scanner. JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japanese Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 89-93. 1990
180. Kohsaka, F; Iino, T. Multiturn Absolute Encoder Using Spatial Filter. JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japanese Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 94-99. 1990
181. Higuchi, T; Fujiwara, S. Precision Automated Assembly Device Using Voice Coil Motors. JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics. Japanese Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon. 33. 1. 100-105. 1990
182. McKcown, P.A.. The Role of Precision Engineering in Manufacturing of the Future. Annals of The CIRP. 36. 2. 495-501. 1987
183. Buur, J. Does Mechatronics Need a Special Design Attitude?. Mechatronics Systems Engineering. Bradley, D; Bradshaw, A; Kluwer Academic Publishers, Holanda. 1. 2. 293-300. 1990
184. Dawson, D; Bradley, D. Action Learning in Mechatronics. School Of Engineering, Computing and

Mathematical Sciences; Lancaster University. . . . .

185. Schweitzer, G. Advancements in Technology and its impact on the Future Developments of Mechatronics Concept. Institute of Robotics and Mechatronics Lab. . . . .

186. Schweitzer, G. Mechatronics in Switzerland Research and Education. Institute of Robotics and Mechatronics Lab. . . . .

187. Buur, J; Andreasen, M. Design Models in Mechatronic Product Development. Design Studies, July 1989. Butterworth & Co Ltd. U K. 10. 3. 155-162. 1989

188. Salmien, V; Tanskanen, K; Verho, A; Aho, K. Metamethodics in the Task Definition and Conceptual Design Phases. International Conference on Engineering Design, August 1990. . . . 1-Jan. 1990

189. Bradley, D; Seward, D. Developments in Automation and

Robotics in Construction. Engineering Department, Lancaster University. . . . .

190. Kahaner, D. Resumen de Experiencias en CIM. International Conference on Computer Integrated Manufacturing; Singapore 1992. . . . . 1992

191. Rogers, G; Swift, K. B. Eng in Mechatronics. School of Engineering and Computing; University of Hull. . . . .

192. Bradley, D; Dawson, D. Mechatronics- A Challenge for Education. Lancaster University

193. McLean, M; Mechatronics Developments in Japan and Europe Technova U.S.A

194. Dinsdale, Jack; Mechatronics; The International Scene; Vol 1 No:2; Pag.101-105 Mechatronics Systems Engineering 1990

# ANEXOS

## DIRECCIONES DE INSTITUCIONES DE INVESTIGACION

### Direcciones de instituciones académicas y de investigación que trabajan en el tema de mecatrónica

Rob Parkin  
School of Engineering &  
Manufacture  
Leicester Polytechnic  
P.O. Box 143  
Leicester LE1 9BH

H. Van Brussel  
Katholieke Universiteit Leuven  
Department of Mechanical  
Engineering  
Celestijnenlaan 300, B-3001  
Heverlee  
Belgium

Peter J. Kyberd  
Oxford Orthopaedic Engineering  
Centre  
NOC, Headington  
Oxford OX3 7LD

G. Schweitzer  
Institute of Robotics and  
Mechatronics Lab.  
ETH Zurich  
CH-8092 Zurich  
Switzerland

J. Swevers  
Katholieke Universiteit Leuven  
Department of Mechanical  
Engineering  
Celestijnenlaan 300, B-3001  
Heverlee  
Belgium

Department of Mechanical  
Engineering  
Loughborough University of  
Technology  
Loughborough, Leicestershire  
LE11 3TU

J. D. Turner  
Department of Mechanical  
Engineering  
University of Southampton  
Southampton SO9 5NH

Prof. Jack Dinsdale  
Department APEME  
The University  
Dundee, Scotland  
DD1 4HN

S.H Hopkins  
School of Electrical, Electronic and  
System Engineering  
Intelligent System Research Group  
University of Wales College of  
Cardiff  
P. O Box 904 Cardiff CF1 3YH

Jacob Burr  
Institute of Engineering Design  
Technical University of Denmark  
Building 421 DK- 2800 Lyngby  
Denmark

D Torfs  
Katholieke Universiteit Leuven  
Department of Mechanical  
Engineering  
Celestijnenlaan 300, B-3001  
Heverlee  
Belgium

Vesa Salminen  
Federation of Finnish  
Metal, Engineering and  
Electrotechnical Industries, FIMET  
P.O BOX 10 00131 Helsinki  
Finland

Prof. Anto Verho  
Lappeenranta University of  
Technology  
P.O Box 20  
53851 Lappeenranta  
Finland

Kooros Khodabandehloo  
Advanced Manufacturing and  
Automation Research Centre;  
Faculty of Engineering  
University of Bristol  
Bristol  
BS8 1TX

J.B Davies  
Department of Mechanical  
Engineering  
Heriot-Watt University  
Edinburgh  
EH14 4AS

Head of the Department  
School of Engineering and Applied  
Science  
University of Durham  
Durham  
DH1 3HP

M. Mehdián  
School of Engineering  
Thames Polytechnic  
Wellington Street  
Woolwich London  
SE18 6PF

Eric Rose  
Department of Control Engineering  
The University of Sheffield  
Mappin Street  
Sheffield S1 3JD

R. Gill  
School of Mechanical and  
Production Engineering  
Middlesex Polytechnic  
Rounds Green Road  
London N11 2NQ

Head of the Department  
Department of Mechanical and  
Production  
Engineering  
University of Ashton Birmingham  
Birmingham B4 7ET

Graham Rogers  
Department of Electronic  
Engineering  
Robotics Research Unit  
The University of Hull  
Hull HU6 7RX

J. Disney  
Department of Mathematics,  
Statistics and Operational Research  
Nottingham Polytechnic  
Burton Street  
Nottingham, NG1 4BU

Dr. Peter Deasley  
The CIM Institute  
Cranfield Institute of Technology  
Cranfield, Bedford  
MK43 0AL

Head of the Department  
Department of Engineering Science  
University of Oxford  
Oxford  
OX1 2JD

M. Andreasen  
Institute of Product Development  
The Technical University of  
Denmark  
Building 423 DK-2800 Lyngby  
Denmark

Head of the Department  
School of Mechanical Engineering  
University of Bath  
Bath  
BA2 7AY

T. Ahm  
L. Hein  
Institute of Product Development  
The Technical University of  
Denmark  
Building 423 DK-2800 Lyngby  
Denmark

G.T Taylor  
School of Engineering Glasgow  
College  
Cowcaddens Road  
Glasgow, G4 0BA  
Scotland

K. G Swift  
The University of Hull  
Department of Engineering Design  
and Manufacture  
Cottingham Road  
Hull HU6 7RX

T. Ropponen  
Department of Mechanical  
Engineering

Helsinki University of Technology  
Otakaari 1, 02150 Espoo 15  
Finland

T. Lund  
Dansk Teknologi  
Ostre Teglværksvej 24  
3450-Allerød  
Denmark

M. Hanton  
Department of Mechanical  
Elements  
Royal Institute of Technology  
1004 Stockholm  
Sweden

Head of the Department  
Institute of Transducer Technology  
University of Southampton  
Southampton  
SO9 5NH

J.A Marchant  
Robotics and Control Group  
AFRC Institute of Engineering  
Research  
Silsoe, Bedfordshire  
MK45 4DT

Head of the Department  
Department of Mechanical  
Engineering  
University of Newcastle Upon  
Tyne  
Newcastle Upon Tyne  
NE1 7RU

Materias	Licenciatura				Postgrado
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Matemáticas					
Álgebra y Geometría Analítica					
Análisis Diferencial e Integral I					
Geometría Diferencial					
Geometría Descriptiva					
Métodos Numéricos y aplicaciones I					
Programación de Computadoras y aplicaciones					
Ingeniería de diseño					
Física					
Física General I					
Mecánica Analítica I					
Termodinámica (principios básicos)					
Química					
Química general y físico química I					
Cursos no técnicos					
Filosofía					
Matemáticas					
Ecuaciones Diferenciales					
Cálculo y programación					
Probabilidad y Estadística					
Ingeniería de Diseño (problemas)					
Física					
Física General II					
Mecánica Analítica II					
Resistencia de Materiales					
Ciencia de Materiales					
Mecánica cuántica					
Química					
Química general y físico química II					
Química inorgánica					
Química orgánica					
Lab. de Química					
Cursos no técnicos					
Macro Economía					
Cursos Técnicos Comunes					
Termodinámica					

UNIVERSIDAD



**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**

Materias	Licenciatura				Posgrado
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Transferencia de Calor I					
Mecánica de Fluidos					
Teoría de Elasticidad					
Control de Calidad					
Comportamiento Químico					
Ciencia de Materiales y					
Mecánica Analítica II					
Resistencia de Materiales					
Ciencia de Materiales					
Mecánica cuántica					
Química					
Química general y físico química II					
Química inorgánica					
Química orgánica					
Lab. de Química					
Termodinámica					
Comportamiento Químico					
Producción de Materiales					
Ciencia de Materiales					
Teoría de Sistemas					
Máquinas Eléctricas					
Teoría de Elasticidad					
Electricidad y Aplicaciones					
Diseño de Máquinas					
Vibraciones Mecánicas					
Turbo Maquinaria					
Cinemática y Dinámica de Maquinaria					
Ingeniería de Producción					
Ingeniería de Diseño					
Conversión de Energía					
Elemento Finito					
Diseño de Software					
Microprocesadores					
Sistemas de Medición					
Sistemas Básicos de Computación y Software					
Control Automático					

UNIVERSIDAD



Universidad de Leuven  
Bélgica

**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**



Materias	Licenciatura				Postgrado
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Ingeniería de Producción II					[University of Leuven]
Diseño de Máquinas					
CAD					
Ingeniería de Diseño (Mecatrónica)					
Administración Técnica					
El Ambiente Industrial					
Procesos Químicos					
Sistemas Controlados por Computadora					
Software para Control de Tiempo Real					
Componentes Especiales de Máquinas					
Sistemas de Control de Movimiento					
Interfases y Transferencia de Datos					
Seminario de Técnicas de Automatización					
Robótica (Curso Opcional)					
Sistemas Basados en Conocimiento (Curso Opcional)					
Estructuras Dinámicas (Curso Opcional)					
Sistemas Flexibles de Producción (Curso Opcional)					
Control de Sistemas I (Curso Opcional)					
Control de Sistemas II (Curso Opcional)					
Lubricación y Balanceo (Curso Opcional)					
Diseño para Sistemas Electrónicos Digitales (Curso Opcional)					
Mecánica de Precisión (Curso Opcional)					
Seminario: Técnicas de solución general de problemas.	[University of Leuven]	[University of Leuven]	[University of Leuven]	[University of Leuven]	
Seminario: Desarrollo Integrado de productos.	[University of Leuven]	[University of Leuven]	[University of Leuven]	[University of Leuven]	
Seminario: Métodos de diseño mecatrónico.	[University of Leuven]	[University of Leuven]	[University of Leuven]	[University of Leuven]	
Conferencia de tecnologías	[University of Leuven]	[University of Leuven]	[University of Leuven]	[University of Leuven]	
Realización de prototipos.	[University of Leuven]	[University of Leuven]	[University of Leuven]	[University of Leuven]	
Teoría y diseño de circuitos	[University of Leuven]	[University of Leuven]	[University of Leuven]	[University of Leuven]	
Control	[University of Lancaster]				
Diseño	[University of Lancaster]				

UNIVERSIDAD

[University of Leuven] Universidad de Leuven  
Bélgica

[University of Dinnarck] La Universidad  
Técnica de Dinamarca

[University of Lancaster] Universidad de Lancaster  
Reino Unido

? Se desconoce el año en que se imparte la asignatura

**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**

Materias	Licenciatura				Postgrado
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Electrónica analógica y digital					
Mecánica de sólidos y de fluidos					
Materiales y manufactura					
Matemáticas					
Señales y sistemas					
Termodinámica y transferencia de calor					
Comunicaciones					
Diseño					
Procesamiento digital de señales					
Motores y actuadores					
Sistemas dinámicos					
Potencia de fluidos					
Elementos de Maquinas					
Opcional de Administración					
Proyecto					
Diseño					
Sistemas de Manufactura					
Robotica					
Proyecto de diseño en Grupos					
Principios de Contabilidad (Opcional)					
Mercadotecnia (Opcional)					
Proyecto de Diseño					
Principios de Diseño					
Programación y sistemas computacionales					
Esfuerzos de Materiales					
Estática y Dinámica					
Administración y Planeación de Proyectos					
Diseño de Circuitos					
Control					
Introducción a motores y Sensores					
Reporte Técnico					
Proyecto					
Asesoría de proyecto y seminario					
Transductores					
Finanzas					

UNIVERSIDAD

 Universidad de Hull  
Reino Unido

 Universidad de Lancaster  
Reino Unido

TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)

Materias	Licenciatura				Postgrado
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Diseño de sistemas con Microprocesadores y Programación					
Administración de Proyecto					
Control					
Principios de Manufactura					
Introducción a sistemas de Información					
Proyecto: Diseño y construcción de un producto					
Asesoría					
Ingeniería de software					
Sistemas de Manufactura					
Ingeniería Auxiliada por Computadora					
Administración y Producción Industrial					
El Ingeniero en la Sociedad					
Control Automático					
Diseño de Sistemas Digitales					
Introducción a la Programación Lógica					
Técnicas de Diseño para Manufactura y Calidad					
Laboratorio y Asesorías					
Sistemas de ensamble Automático					
Análisis de Diseño					
Sistemas de Manufactura Flexible					
Ingeniería de Materiales					
Sistemas de Control Industrial					
Robotica					
Administración de Operaciones y Control					
Técnicas Avanzadas de Control					
Comunicaciones Auxiliadas por Computadora					
Proyecto					
Fundamentos de mecatrónica					
Principios de Inteligencia artificial					
Casos de estudio en diseño mecatrónico					
Experimentación con casos de mecatronica En proceso de Creación					

UNIVERSIDAD




**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**

Materias	Licenciatura				Postgrado
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Ingeniería de Control (Curso Obligatorio)					
Ingeniería Digital (Curso Obligatorio)					
Tecnología de Automatización (Curso Obligatorio)					
Hidráulica (Curso Obligatorio)					
Tecnología de Información (Curso Opcional)					
Controles Avanzados (Curso Opcional)					
Robótica (Curso Opcional)					
Sistemas de Automatización Digital (Curso Opcional)					
Teoría de Vibración (Curso Opcional)					
Resistencia de Materiales (Curso Opcional)					
Ingeniería Auxiliada por Computadora (Curso Opcional)					
Hidráulica Avanzada (Curso Opcional)					
Neumática (Curso Opcional)					
Seguridad de Productos (Curso Opcional)					
Elementos Avanzados de Máquinas (Especialización)					
Mecatrónica (Especialización)					
Proyecto sobre Mecatrónica (Especialización)					
Test					
Lenguaje Extranjero					
Diseño Mecatrónico					
Diseño de Sistemas Automáticos					
Tecnología de Control					
Aplicación de Diseño					
Detalles de Mecanización					
Desarrollo Integrado de Productos					
Servo Técnicas					
Tecnología de Sensores					
Sistemas de Control					
Electrónica					
Sistemas Hidráulicos					

UNIVERSIDAD

 Universidad Abierta  
Reino Unido

 Politécnica de  
Singapur

 Universidad Tecnológica  
de Helsinki, Finlandia


 Universidad Tecnológica  
de Lappeenranta, Finlandia

? Se desconoce el año en  
que se imparte la asignatura

**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**

Materias	Licenciatura				Postgrado
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Automatización de Sistemas Digitales					
Sistemas de Medición					
Automatización de la Producción					
Robótica					
Diseño de CAF					
Neumática					
Mecanismos					
Simulación					
Materiales de Construcción					
Electrónica					
Diagnóstico					
Técnicas de Seguridad					
Resistencia de Materiales					
Matemáticas Técnicas					
Tecnología de Plásticos					
Dinámica de Máquinas					
Automatización de Procesos					
Redes de Computadora					
Control de la Producción					
Inteligencia Artificial					
Control de Calidad					
CAD					
Tecnología de Producción					
Tecnología de Laser					
Programación en Tiempo Real					
Reconocimiento de Patrones					
Optoelectrónica					
Cinemática de Robots					
Mantenimiento Automático					
Programación					
Mecanismos de Precisión					
Condiciones económicas y de trabajo					
Mecánica					
Tecnología del Transporte					
Marketing y Equipo de producción					
Tecnología de Almacenamiento					

UNIVERSIDAD

 Universidad Tecnológica de Las Peñitas, Finlandia


? Se desconoce el año en que se imparte la asignatura

TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)

Materias	Licenciatura				Postgrado
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Métodos de Elemento Finito					
Tecnología de Herramientas					
Tecnología de Soldado					
Automatización de Soldado					
Tecnología					
Introducción					
Revisión de Control Digital I					
Revisión de Control Digital II					
Fundamentos de Microprocesadores					
Aplicación de Microprocesadores I					
Aplicación de Microprocesadores II					
Aplicación de Microprocesadores III					
Aplicación de Microprocesadores IV					
Tecnología de Interfaces Hombre-Máquina					
Desarrollo de Sistemas Matriciales					
Operación y Evaluación del Control Discreto					
PD (Simulación) (Laboratorio)					
Instrumentos Básicos y Operación de Microprocesadores (Laboratorio)					
Conversión Analógica-Digital y multiplexaje (Laboratorio)					
Conversión Digital-Analógica y multiplexaje (Laboratorio)					
Control Programable de Secuencias (Laboratorio)					
Control de Pantallas y Teclados (Laboratorio)					
Tecnología de Transductores (Laboratorio)					
Control de Motores de Pasos (Laboratorio)					
Control de Posición (Laboratorio)					
(Laboratorio)					
Cinemática Auxiliada por Computadora y Dinámica de Mecanismos					
Visión por Computadora I					
Control					

UNIVERSIDAD

 Universidad Tecnológica de Laopeenranta, Finlandia


 Universidad Tecnológica de Toyonashi, Japón

? Se desconoce el año en que se imparte la asignatura

TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)

Materias	Licenciatura				Postgrado
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Filtros Optimos					
Microprocesadores I					
Inteligencia Artificial Aplicada I					
Sistemas de Motores Eléctricos I					
Robotica I					
Micro tecnologías I					
Rotamientos Magnéticos					
Electrónica					
Computación					
Ingeniería Industrial					
Visión II					
Control					
Procesamiento de Datos En Tiempo Real					
Microprocesadores II					
Inteligencia Artificial Aplicada II					
Procesamiento de Información en Redes Neuronales					
Sistemas de Motores Eléctricos II					
Robotica II					
Robots Móviles					
Inteligente					
Micro tecnologías II					
Electrotecnología					
Tests					

UNIVERSIDAD

 Universidad Tecnológica de Toyohashi, Japón


 Suiza


? Se desconoce el año en que se imparte la asignatura

**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**

Materias	Licenciatura				Postgrado
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Métodos de Elemento Finito					
Tecnología de herramientas					
Tecnología de Soldado					
Automatización de Soldado					
Tecnología					
Introducción					
Revisión de Control Digital I					
Revisión de Control Digital II					
Fundamentos de Microprocesadores					
Aplicación de Microprocesadores I					
Aplicación de Microprocesadores II					
Aplicación de Microprocesadores III					
Aplicación de Microprocesadores IV					
Tecnología de Interfases Hombre-Máquina					
Diseño de Sistemas Mecatrónicos					
Operación y Evaluación del Control Discreto					
PID (Simulación) (Laboratorio)					
Instrucciones Básicas y Operación de					
Microprocesadores (Laboratorio)					
Conversión Analógico-Digital y multiplexaje					
(Laboratorio)					
Conversión Digital-Analógica y multiplexaje					
(Laboratorio)					
Control Programable de Secuencias					
(Laboratorio)					
Control de Pantallas y Teclados (Laboratorio)					
Tecnología de Transductores (Laboratorio)					
Control de Motores de Paso (Laboratorio)					
Control de Posición (Laboratorio)					
(Laboratorio)					
Cinemática Asociada por Computadora y					
Dinámica de Mecanismos					
Visión por Computadora I					
Control					

UNIVERSIDAD

 Universidad Tecnológica de Lappeenranta, Finlandia

 Universidad Tecnológica de Toyohashi, Japón











7 Se asocia el año en que se impartió la asignatura

**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**



Materias	Licenciatura				Postgrado
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Administración de Operaciones y Control					
Administración de Proyecto					
Administración Técnica					
Administración y Planeación de Proyectos					
Administración y Producción Industrial					
Álgebra y Geometría Analítica					
Análisis de Diseño					
Análisis Diferencial e Integral I					
Aplicación de Diseño					
Aplicación de Microprocesadores I					
Aplicación de Microprocesadores II					
Aplicación de Microprocesadores III					
Aplicación de Microprocesadores IV					
Asesoría					
Asesoría de proyecto y seminario					
Automatización de la Producción					
Automatización de Procesos					
Automatización de Sistemas Digitales					
Automatización de Soldado					
Redamientos Matemáticos					
CAD					
CAD					
Cálculo y programación					
Casos de estudio en diseño mecánico					
Ciencia de Materiales					
Ciencia de Materiales					
Ciencia de Materiales					
Ciencia de Materiales y					
Cinemática Auxiliada por Computadora y Dinámica de Mecanismos					
Cinemática de Robots					
Cinemática y Dinámica de Maquinaria					
Componentes Especiales de Máquinas					
Comportamiento Químico					

**UNIVERSIDAD**

-  Universidad de Louvain Bélgica
  -  La Universidad Técnica de Dinamarca
  -  Universidad de Lancaster Reino Unido
  -  Universidad de Hull Reino Unido
  -  Universidad Abierta Reino Unido
  -  Politécnica de Singapur
  -  Universidad Tecnológica de Helsinki, Finlandia
  -  Universidad Tecnológica de Lappeenranta, Finlandia
  -  Universidad Tecnológica de Toyohari, Japón
  -  Instituto de República y Laboratorio de Mecánica, Suiza
- ? Se asigna el año en que se imparte la asignatura

**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**

Materias	Licenciatura				Postgrado	UNIVERSIDAD
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año	
Software para Control de Tiempo Real						
Tecnología	?	?	?	?		
Técnicas Avanzadas de Control						
Técnicas de Diseño para Manufactura y Calidad						
Técnicas de seguridad	?	?	?	?		
Tecnología de Almacenamiento	?	?	?	?		
Tecnología de Automatización (Curso Obligatorio)						
Tecnología de Control	?	?	?	?		
Tecnología de Herramientas	?	?	?	?		
Tecnología de Información (Curso Opcional)						
Tecnología de Interfases Hombre-Máquina						
Tecnología de Laser	?	?	?	?		
Tecnología de Plásticos	?	?	?	?		
Tecnología de Producción	?	?	?	?		
Tecnología de Sensores	?	?	?	?		
Tecnología de Soldado	?	?	?	?		
Tecnología de Transductores (Laboratorio)						
Tecnología del Transporte	?	?	?	?		
Teoría de Elasticidad						
Teoría de Elasticidad						
Teoría de Sistemas						
Teoría de Vibración (Curso Opcional)						
Teoría y diseño de circuitos						
Termodinámica						
Termodinámica						

- UNIVERSIDAD
-  Universidad de Lieven Bélgica
  -  La Universidad Técnica de Dinamarca
  -  Universidad de Lancaster Reino Unido
  -  Universidad de Hull Reino Unido
  -  Universidad Aberta Reino Unido
  -  Politécnica de Singapur
  -  Universidad Tecnológica de Helsinki, Finlandia
  -  Universidad Tecnológica de Tampere, Finlandia
  -  Universidad Tecnológica de Toyohashi, Japón
  -  Instituto de Robotica y Laboratorio de Mecánica, Suiza
- ?


Se denota el año en que se imparte la asignatura


TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)




Materias	Licenciatura				Postgrado	UNIVERSIDAD
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año	
Compartamento Químico						
Computación						
Comunicaciones						
Computadora						
Condiciones económicas y de trabajo						
Conferencia de tecnologías						
Control						
Control						
Control						
Control						
Control Automático						
Control Automático						
Control de Calidad						
Control de Calidad						
Control de la Producción						
Control de Motores de Pasos (Laboratorio)						
Control de Pantallas y Teclados (Laboratorio)						
Control de Posición (Laboratorio)						
Control de Sistemas I (Curso Opcional)						
Control de Sistemas II (Curso Opcional)						
(Laboratorio)						
Control Programable de Secuencias (Laboratorio)						
Controles Avanzados (Curso Opcional)						
Conversión Analógica-Digital y multiplexaje (Laboratorio)						
Conversión de Energía						
Conversión Digital-Analógica y multiplexaje (Laboratorio)						
Curso no Técnico						
Cursos no Técnicos						
Cursos Técnicos Comunes						
Desarrollo de Sistemas Mecatrónicos						
Desarrollo Integrado de Productos						
Detalles de Mecanización						

UNIVERSIDAD


 Universidad de Leuven  
Bélgica



 La Universidad  
Técnica de Delft



 Universidad de Lancaster  
Reino Unido



 Universidad de Hull  
Reino Unido



 Universidad Aberdeen  
Reino Unido


 Politécnica de  
Singapur


 Universidad Tecnológica  
de Helsinki, Finlandia


 Universidad Tecnológica  
de Lappeenranta, Finlandia


 Universidad Tecnológica de  
Toyohashi, Japón


 Instituto de Robótica y  
Laboratorio de Mecatrónica, Suiza

 ? Se especifica el año en  
el que se impartió la asignatura

**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**

Materias	Licenciatura				Postgrado	UNIVERSIDAD
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año	
Diagnostico						
Dinámica de Máquinas						
Diseño						
Diseño						
Diseño						
Diseño de CAE						
Diseño de Circuitos						
Diseño de Máquinas						
Diseño de Máquinas						
Diseño de Sistemas Automáticos						
Diseño de sistemas con Microprocesadores y Programación						
Diseño de Sistemas Digitales						
Diseño de Software						
Inteligente						
Diseño Mecatrónico						
Diseño para Sistemas Electrónicos Digitales (Curso Opcional)						
Ecuaciones Diferenciales						
El Ambiente Industrial						
El Ingeniero en la Sociedad						
Electricidad y Aplicaciones						
Electrónica						
Electrónica						
Electrónica analógica y digital						
Electrotecnia						
Electrotecnologías						
Elemento Finito						
Elementos Avanzados de Máquinas (Especialización)						
Elementos de Maquinas						
En proceso de Creación						

	Universidad de Leuven Bélgica
	La Universidad Técnica de Dinamarca
	Universidad de Lancaster Reino Unido
	Universidad de Hull Reino Unido
	Universidad Abierta Reino Unido
	Politecnico de Singapore
	Universidad Tecnológica de Helsinki, Finlandia
	Universidad Tecnológica de Lappeenranta, Finlandia
	Universidad Tecnológica de Toyohashi, Japon
	Instituto de Robotica y Laboratorio de Mecatrónica, Suda

? Se desconoce el año en  
que se imparte la asignatura

TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)

Materias	Licenciatura				Postgrado	UNIVERSIDAD
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año	
Esfuerzos de Materiales	■					
Estática y Dinámica	■					
Estructuras Dinámicas (Curso Opcional)					▨	
Experimentación con casos de mecatrónica	■					
Filosofía	▨					Universidad de Leuven Bélgica
Filtros Óptimos					▨	
Finanzas		■				La Universidad Técnica de Dinamarca
Física	▨					
Física	▨					Universidad de Lancaster Reino Unido
Física General I	▨					
Física General II	▨					
Fundamentos de mecatrónica	■					Universidad de Hull Reino Unido
Fundamentos de Microprocesadores						
Geometría Descriptiva	▨					
Geometría Diferencial	▨					
Hidráulica (Curso Obligatorio)					▨	
Hidráulica Avanzada (Curso Opcional)					▨	
Ingeniería Auxiliada por Computadora			▨			
Ingeniería Auxiliada por Computadora (Curso Opcional)					▨	
Ingeniería de Control (Curso Obligatorio)					▨	
Ingeniería de diseño	▨					
Ingeniería de Diseño				▨		
Ingeniería de Diseño (Mecatrónica)		▨				
Ingeniería de Diseño (problemas)		▨				
Ingeniería de Materiales				▨		
Ingeniería de Producción					▨	
Ingeniería de Producción II					▨	
Ingeniería de software			▨			
Ingeniería Digital (Curso Obligatorio)					■	
Ingeniería Industrial					■	
Instrucciones Básicas y Operación de Microprocesadores (Laboratorio)						

- ▨ Universidad de Leuven  
Bélgica
- ▨ La Universidad  
Técnica de Dinamarca
- Universidad de Lancaster  
Reino Unido
- ▨ Universidad de Hull  
Reino Unido
- Universidad Abierta  
Reino Unido
- Politécnica de  
Singapore
- ▨ Universidad Tecnológica  
de Helsinki, Finlandia
- ▨ Universidad Tecnológica  
de Lappeenranta, Finlandia
- Universidad Tecnológica de  
Toyohashi, Japón
- ▨ Instituto de Robotica y  
Laboratorio de Mecatrónica, SUIA

7 Se desconoce el año en  
que se imparte la asignatura

**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**


Materias	Licenciatura				Postgrado
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Inteligencia Artificial					
Inteligencia Artificial Aplicada I					
Inteligencia Artificial Aplicada II					
Interfaz y Transferencia de Datos					
Introducción					
Introducción a la Programación Lógica					
Introducción a motores y Sensores					
Introducción a sistemas de información					
Lab. de Química					
Lab. de Química					
Laboratorio y Asesorías					
Lenguaje Extranjero					
Lubricación y Balanceo (Curso Opcional)					
Macro Economía					
Mantenimiento Automático					
Máquinas Eléctricas					
Matemáticas					
Matemáticas					
Matemáticas					
Matemáticas Técnicas					
Materiales de Construcción					
Materiales y manufactura					
Mecánica					
Mecánica Analítica I					
Mecánica Analítica II					
Mecánica Analítica II					
Mecánica cuántica.					
Mecánica cuántica.					
Mecánica de Fluidos					
Mecánica de Precisión (Curso Opcional)					
Mecánica de sólidos y de fluidos					
Mecanismos					
Mecanismos de Precisión					

**UNIVERSIDAD**


	Universidad de Leuven Bélgica
	La Universidad Técnica de Dinamarca
	Universidad de Lancaster Reino Unido
	Universidad de Hull Reino Unido
	Universidad Abierta Reino Unido
	Politecnico de Singapore
	Universidad Tecnológica de Helsinki, Finlandia
	Universidad Tecnológica de Lappeenranta, Finlandia
	Universidad Tecnológica de Toyohashi, Japón
	Instituto de Robotica y Laboratorio de Mecatronica, Suiza
?	Se desconoce el año en que se imparte la asignatura

**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**

Materias	Licenciatura				Postgrado
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Mecatrónica (Especialización)					
Mercadotecnia					
Mercadotecnia y Equipo de producción					
Métodos de Elemento Finito					
Métodos Numéricos y aplicaciones I					
Micro tecnologías I					
Micro tecnologías II					
Microprocesadores					
Microprocesadores I					
Microprocesadores II					
Motores y actuadores					
Neumática					
Neumática (Curso Opcional)					
Opcional de Administración					
Operación y Evaluación del Control Discreto PID (Simulación) (Laboratorio)					
Optoelectrónica					
Potencia de fluidos					
Principios de Contabilidad					
Principios de Diseño					
Principios de Inteligencia artificial					
Principios de Manufactura					
Probabilidad y Estadística					
Procesamiento de Datos En Tiempo Real					
Procesamiento de Información en Redes Neuronales					
Procesamiento digital de señales					
Procesos Químicos					

**UNIVERSIDAD**
 Universidad de Leuven  
Bélgica

 La Universidad  
Técnica de Dinamarca

 Universidad de Lancaster  
Reino Unido


 Universidad de Hull  
Reino Unido


 Universidad Abierta  
Reino Unido

 Politécnico de  
Singapore

 Universidad Tecnológica  
de Helsinki, Finlandia

 Universidad Tecnológica  
de Lappeenranta, Finlandia

 Universidad Tecnológica de  
Toyohashi, Japón












 Instituto de Robotica y  
Laboratorio de Mecatrónica, Suiza

7 Se desconoce el año en  
que se imparte la asignatura

**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**



Materias	Licenciatura				Postgrado	UNIVERSIDAD
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año	
Producción de Materiales						
Programación						
Programación de Computadoras y aplicaciones						
Programación en Tiempo Real						
Programación y sistemas computacionales						
Proyecto						
Proyecto						
Proyecto						
Proyecto de Diseño						
Proyecto de diseño en Grupos (Especialización)						
producto						
Química						
Química						
Química						
Química general y físico química I						
Química general y físico química II						
Química general y físico química II						
Química inorgánica						
Química inorgánica						
Química orgánica						
Química orgánica						
Realización de prototipos						
Reconocimiento de Patrones						
Redes de Computadora						
Reporte Técnico						
Resistencia de Materiales						
Resistencia de Materiales						
Resistencia de Materiales						
Resistencia de Materiales (Curso Opcional)						
Revisión de Control Digital I						
Revisión de Control Digital II						
Robotica						

-  Universidad de Leuven Bélgica
-  La Universidad Técnica de Dinamarca
-  Universidad de Lancaster Reino Unido
-  Universidad de Hull Reino Unido
-  Universidad Abierta Reino Unido
-  Politecnico de Singapore
-  Universidad Tecnológica de Helsinki, Finlandia
-  Universidad Tecnológica de Lappeenranta, Finlandia
-  Universidad Tecnológica de Toyohashi, Japón
-  Instituto de Robotica y Laboratorio de Mecatronica, Suiza
-  ? Se desconoce el año en que se imparte la asignatura

**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**


Materias	Licenciatura				Postgrado	UNIVERSIDAD
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año	
Robótica						
Robótica						
Robótica (Curso Opcional)						
Robótica (Curso Opcional)						
Robótica I						
Robótica II						
Robots Mviles						
Seguridad de Productos (Curso Opcional)						
Seminario de Técnicas de Automatización de productos.						
Seminario: Metodos de diseño mecatrónico, problemas.						
Señales y sistemas						
Servo Técnicas						
Simulación (Opcional)						
Sistemas Básicos de Computación y Software						
Sistemas Controlados por Computadora (Opcional)						
Sistemas de Control						
Sistemas de Control de Movimiento						
Sistemas de Control Industrial						
Sistemas de ensamble Automático						
Sistemas de Manufactura						
Sistemas de Manufactura						
Sistemas de Manufactura Flexible						
Sistemas de Medición						
Sistemas de Medición						
Sistemas de Motores Eléctricos I						
Sistemas de Motores Eléctricos II						
Sistemas dinámicos (Opcional)						
Sistemas Hidráulicos						

UNIVERSIDAD


 Universidad de Leuven  
Bélgica


 La Universidad  
Dinamarca


 Universidad de Lancaster  
Reino Unido



 Universidad de Hull  
Reino Unido



 Universidad Abierta  
Reino Unido


 Politécnico de  
Singapore


 Universidad Tecnológica  
de Helsinki, Finlandia


 Universidad Tecnológica  
de Lappeenranta, Finlandia


 Universidad Tecnológica de  
Toyohashi, Japón


 Instituto de Robótica y  
Laboratorio de Mecatrónica, SUT

 ? Se desconoce el año en  
que se imparte la asignatura

**TABLA DE ASIGNATURAS (Orden por Universidad)**

## Base de Datos

REFERENCIA	TITULO	AUTOR	FUENTE	VOL.	NUM.	PAGINAS
1	Investigation into Microprocessors Control of a Stepping Motor	Mayo, A.M.				
2	Inside the Robot Kingdom	Schott,Frederik L.				
3	Mechatronics Design in Japan	Baur, Jacob				
4	Thrust	Hunt, Daniel				
5	Japanese Technology Assessment	etc.				597
6	changing needs	Baur, Jacob	Design Engineering, June 1991	+	+	40-44
7	Sensor Selection Procedure	Mkinen,P ; Aumala,O ; Salminen,V	Conference of Engineering Design; In Zurich	1		396-401
8	Design Methodologies in Integrated Business	Dessley,P	Conference of Engineering Design; In Zurich	1		196-203
9	In Systematic design of Mechatronics	Salminen,V ; Verho,A	Conference of Engineering Design; In Zurich	1		178
10	saving trend	Wird,J	Design Engineering, July 1991	+	+	45-50
11	Prediction Vision	Stavicek, D	Automation, May 1991	38	5	22-27
12	Voice I/O in Manufacturing	Stavicek, D	Automation, February 1991	38	2	26-28
13	Design for Assembly in Action	Boothroyd, G	Assembly Engineering, 1987	1	1	64-68
14	Training & Education : What do you need, & How do you know?	Allen, Linda	Automation, May 1991	38	5	32-34
15	Computer Control for the 1990s	Morley, R	Automation, June 1991	38	6	24-31
16	Practical Teaching in Mechatronics	Hewitt, J; Trabasso, L	Engineering Education, April 1992	20	2	124-128
17	AGVS 2000: What Lies Ahead?	Williams,Dwight	Automation, June 1991	38	6	38-40
18	The Myth of the Super Engineer	Gifford, Ralph	Automation, May 91	38	5	37-38
19	Mechatronics in engineering courses	Milne, J; Fraser, C	Engineering Education, April 1992	20	2	120-135
20	Sensors - What's Hot, What's Not	Slavicek, Donald	Automation, June 1991	38	6	42-44
21	Automatic Identification: How do you choose it & Where do you use it?	Allen, Linda	Automation, July 1991	38	7	30-33
22	A Design Model to Minimise Electronic Product Design Failures	Wills,M	Engineering Designer, March/April 1991	17	2	11-14
23	The Future for manufacturing in the UK	Beaant,C	Advanced Manufacturing Technology, Editorial			
24	Discrete-Device Applications in Automotive Electronics	Bradbury,D	Engineering Designer, May/June 1991	17	3	33951
25	Mechatronics in automated apparel manufacture	Taylor,P ; Taylor,G ; Wilkinson,A ; Gobson,I	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		33668
26	The 'Intelligent' Sawmill	Cowdery, M	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		33740
27	Mechatronic System for Knitted Fabric Handling	Preston,M ; King,T ; Viola,F ; Gray,G ; Murphy,B	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		17-22
28	Mechatronic Design Concept for Intelligent Robot Grippers	Hellala,J ; Ropponen,T	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		23-30
29	Modular production system	Rogers,G ; Weston,R	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		31-36
30	Microprocessors on co-ordinate measuring machines	Purves,W ; Wright,D	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		37-46
31	The development of a high-pressure, thick-film sensor	Holford,K ; Bakopoulos,C ; White,N	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		47-60
32	The piezoelectric cylinder gyroscope	Kananl,B ; Burdess,J	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		61-66
33	Design and a self-referencing temperature sensor for the process industries	Moore,J ; Brett,P	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		67-74
34	Design and development of a multitasking low cost laser sensor for manufacturing applications	Ziaraf, R ; Jones,D ; Noroozi,S ; Ha,H	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		75-82
35	Feasibility study of an automated materials testing facility for British Steel of Scunthorpe	Hurst,K ; James,R	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		83-90
36	Estimation method for hardware requirements in embedded systems	Blomqvist,H ; Haaker,J	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		91-98

REFERENCIA	TITULO	AUTOR	FUENTE	VOL.	NUM.	PAGINAS
37	microcomputer-controlled hydraulic servo system by means of the SOKRATES-SA specification language	Savilampi,J.; Niemela,E.; Nevala,K	Mechanical Engineers, International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		97-102
38	Intelligent automated assembly of the upper parts of shoes	Touf,N.; Reedman,D.; Preece,C.; Simmons,J	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		103-108
39	Initial development of a mechatronic mashroom harvester	Tillett,R.; Redd,J	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		109-114
40	How does one specify and design an input device for teleoperation?	Fischer,P.; Danilef,R.; Siva,K	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		115-122
41	Computer vision as a sensing system for soil cultivator control	Stafford,J.; Ambler,B	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		123-130
42	Mechatronics in Japan-strategies and practice in product development	Buur,J	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		131-138
43	experiences in adapting to educational, research and industry purpose	Salminen,V.; Tanskanen,K.; Verho,A	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		137-146
44	Self-serving banking and mechatronics: the first twenty years	Dinadale,J.; Hutcheon,A	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		149-158
45	A mechatronic approach to produce grading	Merchant,J	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		159-164
46	Artificial intelligence techniques applied to robotic decoration of scale models	Trabasso,L.; Hewitt,J.; Stadel,A	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		165-170
47	conceptual means for the implementation of advanced mechatronics systems	Bullough,U.; Peel,D	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		171-178
48	A fully distributed real-time control system	Backman,U.; Lind,H.; Tvingren,E	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		179-188
49	A control structure for flexible high-speed machinery	Foster,K.; Fenney,L	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		189-194
50	Mechatronic an intelligent approach in engineering design	Bradley,D.; Dawson,D	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		195-200
51	Taguchi methodology within mechatronics	Dianey,J.; McCollin,C.; Bendell,A	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		201-208
52	The partition of functions in mechatronics design	French,M	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		209-212
53	A digital position controller for an integrated hydraulic actuator system	Vaughan,N	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		213-222
54	Non-linear modelling of robust controllers for robotic manipulators	Roskilly,A.; Counsell,J.; Bradshaw,A	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		223-230
55	Magnetic effects in an electro-mechanical controller	Firoozian,R.; Peel,D.; Bullough,W	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		231-238
56	Mechatronics - a concept with examples on active magnetic bearings	Schweltzer,G	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		239-248
57	Intelligent robot systems for automation in the food industry	Khodabandehloo,K.; Brett,P	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		247-254
58	The robot as an intelligent interactive machine	Schweltzer,G	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		255-260
59	Integration of advanced microcomputer system design in mechanical engineer education	Hanson,M	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		261-270
60	The mechatronic curriculum for the modern engineer	Taylor,G	International Conference (Mechatronics: Designing Intelligent Machines)	1		271-280

REFERENCIA	TITULO	AUTOR	FUENTE	VOL.	NUM.	PAGINAS
81	Research, Education and Industrial Application from a European Viewpoint	Buur, Jacob	Journal of Engineering Design	2	2	91-104
82	Information based strategies in design of mechatronic systems	Bradley, D.A.; Dawson, D	Design Studies	12	1	
83	Sensors	Schultz, Jerome	Scientific American, August 1991			48-55
84	Sensors for the '90s	Harding, Kevin	1991	108	4	87-91
85	Assembly Robots Built Quality	Schreiber, Rita	1991	108	8	47-51
86	Flexible Assembly Systems	Andresen, M.; Ahm, T				
87	Integrated Product Development	Andresen, M.; Heln, J.				
88	Design for Assembly	Andresen, M.; Kahler, S.; Lund, T				
89	Understanding Automotive Electronics	Ribbens, William				
70	Mechatronics, Electronics in product and processes	Dawson, D; Burd, N; Loader, A				
71	A theoretical Approach to Mechatronics Design	Buur, Jacob				
72	Multi-disciplinary design problem in mechatronics and some suggestions to its methodical solution in conceptual design phase	Salmiinen, V.; Verho, A	International conference Engineering Design, 1988	1		533-553
73	A framework for mechatronic design methodology	Buur, J.	International conference Engineering Design, 1989	1		507-518
74	and its application on robot gripper design	Kauhaniemi, I.; Voho, P.; Aikio, M	International conference Engineering Design, 1989	1		519-531
75	Mechatronics For Robots	Derby, Stephen	Mechanical Engineering, July 1990	112	7	40-42
76	Opportunities	Dinsdale, Jack	Graduated Scientist & Engineer	12	8	
77	Mechatronics is for everyone	Hughes, A	1991	7	9	30
78	Mechatronics Technology in Modular Machines	Moorre, P.; Jackson, M.; Weston, B	Mechatronics In Products and Manufacturing			
79	Mechatronics	Deasley, P	Manufacturing			
80	Mechatronics Applied to the Manufacture of Knitted Garments	Preston, M.; King, T.; Wray, G	Mechatronics In Products and Manufacturing			
81	Mechatronic Design of a Belt Tensioning System	Hewitt, J.; Fawcett, J	Mechatronics In Products and Manufacturing			
82	Parallel Control of Advanced Production Machines	Nagdy, F.; Strickland, P	Mechatronics In Products and Manufacturing			
83	Low Resolution Co-ordinate Measuring Machine	Davies, J	Mechatronics In Products and Manufacturing			
84	Sensors in Automatic Inspections	G	Manufacturing			
85	Servomotors	Renfrew, a	Manufacturing			
86	Hydraulic Materials Testing Machines	Hinton, C.; Renfrew, A	Mechatronics In Products and Manufacturing			
87	Development of a Mechatronics Learning Facility	Mills, J.; Fraser, C	Mechatronics In Products and Manufacturing			
88	A Mechatronics Awareness and the Development of hands-on Training Equipment to the CIM Environment	Keyworth, V	Mechatronics In Products and Manufacturing			
89	System	Baines, K	Manufacturing			
90	An Intelligent Automatic Storage and Retrieval System	Mehdian, M.; Gil, R	Mechatronics In Products and Manufacturing			
91	Forward Engineering - A Strategic Link Between Design and Profit	Wilson, P.; Greeves, J	Mechatronics In Products and Manufacturing			
92	Ten Propositions on Mechatronics	Riesdijk, J	Manufacturing			
93	Mechatronics of the Silicon Repeater	Van Engelen, G	Manufacturing			
94	The Reliability and Design of Small Electric Actuators	Seedall, M	Mechatronics In Products and Manufacturing			
95	Multivariable Control	Bradshaw, A	Manufacturing			
96	Robots	Hywel-Smith, M	Manufacturing			
97	Assembly	Seike, K	Manufacturing			
98	A Solid Free form Fabrication and Selective Powder Sintering	Deckard, C.; Beaman, J	Review, North American Manufacturing Research Conference Proceedings	2		636-640
99	Integration of CAD and Inspection for Mold Production and Rework	Duffie N.; Kang, J	Review, North American Manufacturing Research Conference Proceedings	2		641-648
100	computer automated process planning system based on group technology concept	Han, Ch	Review, North American Manufacturing Research Conference Proceedings	2		546-551

REFERENCIA	TITULO	AUTOR	FUENTE	VOL.	NUM.	PAGINAS
101	Mechanical Design Simplification Using Function Description Language	Lai, K	Review, North American Manufacturing Research Conference Proceedings	2		641-648
102	Manipulation Using a Derived Force Vector	Kyberd, P; Chappell, P	Mechatronics, February 1992	2	1	
103	Algorithms for Processing Data from a Photoelastic Slip Sensor	Hopkins, G; Eghtadaei, F.; Pham, D	Mechatronics, February 1992	2	1	
104	of a Flexible One-Link Robot Based on Real-Time Link Deflection Measurements	Swevers, J.; Torfs, D; Demestre, F.; Van Brussel, H	Mechatronics, February 1992	2	1	29-41
105	Engineering Design. Part I: Descriptive, Prescriptive, and Computer-Based Models of Design Processes	Finger, Susan; Dixon, John	Research in Engineering Design,			51-67
106	Engineering Design. Part II: Representations, Analysis, and Design for the Life Cycle	Finger, Susan; Dixon, John	Research in Engineering Design,			121-137
107	New Goals for Engineering Education	Dixon, John	Mechanical Engineering, March 1991	113	3	56-62
108	response to the greening of the international market	Ryan, C; Haaken, M; Groene, D	Design Studies, January 1992	13	1	13-21
109	A criticism of an undergraduate design curriculum	Weat, Harry	DTMD1, Technical Conferences 3rd International Conference on Design and Methodology	31		33787
110	Controlled by Three Motors for a Hostile Environments	Gweon, D.; Kim, H	Mechatronics, February 1992	2	1	43-63
111	examples in active magnetic bearings	Schwelzer, G	Mechatronics, February 1992	2	1	85-74
112	hydraulic servo through an iterative learning control	Park, H.; Cho, H	Mechatronics, February 1992	2	1	75-88
113	Technology in High-Range Elevator Systems	Ovaska, J	Mechatronics, February 1992	2	1	89-96
114	Hardware Estimation Method for Embedded Systems	Biomqvist, H; Haaker, J	Mechatronics, February 1992	2	1	101-114
115	A Sensor Classification Scheme	White, Richard	Microsensors			vii-11
116	A Batch-Fabricated Silicon Accelerometer	Roylance, L.; Angell, J	Microsensors			352-356
117	Integrated Silicon Microbeam Pi-FET Accelerometer	Chen, Pau-Ling; Muller, R	Microsensors			363-369
118	Robotic and Manufacturing Automation Applications	Petersen, K; Kowalski, C	Microsensors			419-421
119	Silicon as a Mechanical Material	Petersen, Kurt	Microsensors			39-76
120	Fabrication and testing of the planar magnetic micromotor	Guckel, H; Skrobis, K	Microengineering, September 1991	1	3	135-138
121	Design Education: The Role of Mechatronics	Bradley, D; Dawson, D	Mechatronics Systems Engineering	1		18-29
122	Research in engineering design: Some proposals for improving research, teaching and practice	French, M	Journal of Engineering and Technology Management		7	145-151
123	Mechatronics and the Imitation of nature	French, M	Mechanical Engineers, London 1991	205	+	I-V
124	Surface micromachined mechanisms and micromotors	Mehregany, M; Tai Yu-Chong	Journal of Micromechanics and Microengineering, June 1991	1	2	73-85
125	Where Automotive Engine Technology Is Going	Plachinger, F; Kunert, W	Siemens Review, January/February 1992	59	1	I-XI
126	Processes	Nevins, J; Whitney, D				
127	Review: Mechatronics Design in Japan and Mechatronic Design	French, M	Design Studies, April 1992	13	2	209-210
128	New generation of automotive sensors to fulfil the requirements of fuel economy and emission control	Blinder, J	Sensors and Actuators A, March 1992	A31	1	60-67
129	Mechatronic sensors in integrated vehicle architecture	Zabler, E; Heintz, F	Sensors and Actuators A, March 1992	A31	1	54-59
130	MEMS: Microelectromechanical Systems	O'Connor, L	Mechanical Engineering, February 1992	114	2	40-47
131	Editorial: International Conference on engineering Design	Elder, E	Design Studies, October 1991	12	4	194-196
132	structure of scientific research and engineering design	Ewels, J; Roosenburg, N	Design Studies, October 1991	12	4	197-203
133	The status of design theory research in the United States	Utman, D	Design Studies, October 1991	12	4	197-203

REFERENCIA	TITULO	AUTOR	FUENTE	VOL.	NUM.	PAGINAS
194	1981-1991 for theories of design in Japan	Hongo, K; Nakajima, N	Design Studies, October 1991	12	4	209-213
135	situation report	Eder, E	Design Studies, October 1991	12	4	281-287
136	success	Vogl, C	Design News, 1990	7	9	82-91
137	Engineering Design Centre; Reporte vialta in Finlandia y Dnamarca	Bradley, D	Engineering Design Centre, Lancaster University UK			
138	Design for environmentalibility	Narvindhara, D	Design Theory and Methodology	31		119-125
139	U.S. must put R&D to work systems; an information measure and its application	Mraz, S	Machine Design, April 1991			24-28
140	School of Engineering, Computing and Mathematical Sciences; Mechatronics at Lancaster	Kim, S				541-545
141	Extending professional development		Lancaster University Engineering Designer, november-december 1991	17	6	8-13
143	The state of education	Dixon, J	Mechanical Engineering, February 1991	113	2	64-67
144	How they pass go	Mumby, J	1990-Jan 1991	107	1	42-43
145	Fresh approach reduces product time-to-market	Sharpe, C	Design Engineering, February 1991			26-28
146	Centres	Booker, P	January/February 1991	17	1	20-21
147	View point News	Coplin, J	Engineering, July/August 1991			4-May
148	Drive engineers at the cutting edge	Dobson, B	Control			24-25
149	Fuzzy Logic goes to market	Sengall, A	New Scientist, February 1992		1807	35-39
150	Methodology of Education and R&D in Mechatronics	Yamazaki, K; Suzuki, H; Hoshi, T	Int. Journal of Applied Engineering	1	1	35-41
151	The Future of sensors, materials science or software engineering?	Kleinrock, P; Handler, W	Sensors and Actuators A, May 1992	A33	1	1-May
152	Mechatronics - The Schemabuilder Project	Bracewell, R; Chaplin, R	Engineering Design Centre, Lancaster University			
153	Control System Design for a Robotic Backhoe	Bradley, D; Chaplin, R; Seward, D	Engineering Department, Lancaster University			
154	Design Methodology	Anderson, M	Journal of Engineering Design	2	4	321-335
155	Work group computing for competitive manufacturing	Sun Microsystems, Inc.	Machine Design, March 1991			B1
156	Laying the foundation	Inc.	Machine Design, March 1991			B6-B11
157	Posture	Inc.	Machine Design, January 1991			30-31
158	Team work Pays off	Inc.	Machine Design, March 1991			B4-B7
159	Software for Concurrent Engineering	Sun Microsystems Inc.	Machine Design, March 1991			B12-B16
160	Robotics in Japan from east to west and outer space to inner space	Doods, G; Ogatawari, T.	Computing and Control Engineering Journal, May 1992	3	3	143-148
161	Mechatronics a key player in concurrent engineering	Sharp, M	Electrotechnology, Oct/Nov 1991	2	5	182-185
162	Product Design for Manufacturing: The Use of Knowledge Based Systems in Concurrent Engineering	Gopalakrishnan, B; Pandurangjan, V	IEEE 1990			586-588
163	Concurrent design of automated manufacturing systems using knowledge processing technology	Kovacs, G; Mezgar, I; Kocacik, S	IMS'91 Computers in Industry, 1991		17	257-267
164	Future Trends in Mechatronics	Ishii, T	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	1-Jun
165	Present Status and Future of Opto-Mechatronics	Ito, K; Nishida, Y	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	7-Dec
166	Magnetic Bearings - Applications, Concepts and Theory	Schwitzer, G	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	13-18
167	Mechanical and Optical Characteristics of Optical Disks	Wetzu, S; Wetzbe, A; Yamada, I	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	19-24
168	Characteristics of Burnishing Heads of Magnetic Disks	Xian-Kui, W; Guang-Hong	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	25-28
169	Ariking from Flying Head/Disk Collision in Magnetic Disk Storage Systems	Hnaguchi, T; Matsumoto, M	JMSIE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics	33	1	29-34
170	for Head Positioning in Magnetic Disk Drives	Aruga, K; Mizoshita, Y	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	35-41
171	Suppression of Whirling Motion of High Speed Rotor	Sato, I; Nagahiro, J	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	42-48
172	A Laser Measurement System for Fast and Precise Positioning	Myazaki, C; Akatsu, T	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	49-54
173	An Active Air Bearing	Horiyawa, O; Shimokohbe, A	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	55-60
174	The Vertical Traverse Stage in Vacuum Condition	Ohtsuka, M; Furukawa, M	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	61-64

## Base de Datos

REFERENCIA	TITULO	AUTOR	FUENTE	VOL.	NUM.	PAGINAS
175	Influence of Printhead Vibration in Impact Printer on Printing Quality	Sato, T; Tanaka, K	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	85-90
176	Noise Reduction for a Dot-Matrix Impact Printer	Fujimoto, J; Ugo, R	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	70-75
177	Dynamic Analysis of Flying Head Sliders	Fukui, S; Kaneko, R	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	76-82
178	Development of an Ultrahigh-Speed Serial Printer	Iwazawa, N; Hashimoto, M	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	83-88
179	Servo-mechanism for a High Resolution Camera-Type Color Image Scanner	Ueda, T; Yamamoto, T	JMSE International Journal, Conference on Advanced Mechatronics	33	1	89-93
180	Multisum Absolute Encoder Using Spatial Filter	Kohzaka, F; Iino, T	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	94-99
181	Precision Automated Assembly Device Using Voice Coil Motors	Higuchi, T; Fujiwara, S	Conference on Advanced Mechatronics	33	1	100-105
182	The Role of Precision Engineering in Manufacturing of the Future	McKeown, P.A.	Annals of The CIRP Mechatronics Systems Engineering	36	2	495-501
183	Does Mechatronics Need a Special Design Attitude?	Buur, J	Engineering and Mathematical Sciences; Lancaster University	1	2	293-300
184	Action Learning in Mechatronics Its Impact on the Future Developments of Mechatronics Concept	Dawson, D; Bradley, D	Institute of Robotics and Mechatronics Lab			
185	Mechatronics in Switzerland Research and Education	Schweitzer, G	Institute of Robotics and Mechatronics Lab			
186	Design Models in Mechatronic Product Development	Buur, J; Andresen, M	Design Studies, July 1989	10	3	155-162
187	Definition and Conceptual Design Phases	Tanskanen, K; Verho A; Aho, K	International Conference on Engineering Design, August 1990			1-Jan
188	Developments in Automation and Robotics in Construction	Bradley, D; Seward, D	Engineering Department, Lancaster University			
189	Resumen de Experiencias en CIM	Kahner, D	onComputer Integrated Manufacturing; Singapore 1992			
191	B. Eng in Mechatronics Education	Rogers, G; Swift, K	School of Engineering and Computing; University of Hull			
192		D	Lancaster University			



## Base de Datos

REFERENCIA	FECHA	EDITOR	AÑO	AREA DE INTERES
1		Design, Cranfield Institute of Technology	1982	Control con Microprocesadores
2		USA Ltd.	1986	Mecatrónica
3		Design ( Denmark ); Denmark	1988	Metodologías de Diseño
4		UK	1988	Mecatrónica
5		U.S.A	1988	Computación, Mecatrónica
6		Grampian Ltd. U.K	1991	Mecatrónica en Japón
7	28/08/91	Hubka, V ; Zurich, Suiza	1991	Sensores
8	27/08/91	Hubka, V ; Zurich, Suiza	1991	Metodologías de Diseño
9	27/08/91	Hubka, V ; Zurich, Suiza	1991	Diseño de prototipos
10		Grampian UK	1991	Traductores
11		Publishing Inc. USA	1991	Medición
12		Publishing Inc. USA	1991	Instrumentación
13			1987	Diseño para Ensamble
14		Publishing; Cleveland Ohio USA	1991	Capacitación y educación
15		Publishing Inc. USA	1991	Control por computadora
16		Ellis Horwood Ltd. UK	1992	Mecatronica en la educacion
17		Publishing Inc. USA	1991	Elementos de automatización
18		Publishing Inc. USA	1991	Manufactura
19		Ellis Horwood Ltd. ; UK	1992	Mecatronica en la educacion
20		Publishing Inc. USA	1991	Sensores
21		Warner George, Penton Publishing Inc. USA	1991	Automatización
22		Institution of Engineering Designers	1991	Diseño Electrónico
23		Springer-Verlag London Limited; UK	1991	Manufactura en UK
24		Institution of Engineering Designers; UK	1991	Sistemas Electrónicos
25	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK	1990	Investigación
26	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK	1990	Investigación
27	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK	1990	Investigación
28	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK	1990	Investigación
29	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK	1990	Investigación
30	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK	1990	Investigación
31	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK	1990	Investigación
32	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK	1990	Investigación
33	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK	1990	Investigación
34	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK	1990	Investigación
35	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK	1990	Investigación
36	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publicatios Limited; UK	1990	Investigación

## Base de Datos

REFERENCIA	FECHA	EDITOR	AÑO	AREA DE INTERES
37	9/12/90	Systems Group of the Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
38	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
39	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
40	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
41	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
42	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
43	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
44	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
45	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
46	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
47	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
48	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
49	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
50	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
51	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
52	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
53	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
54	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
55	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
56	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
57	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
58	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
59	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación
60	9/12/90	Institution of Mechanical Engineers Publications Limited; UK	1990	Investigación

## Base de Datos

REFERENCIA	FECHA	EDITOR	AÑO	AREA DE INTERES
61		Sheldon, Derek, UK	1991	Metodos de Diseño
62	18-Dec	Burnsworth-Heinemann Ltd., UK	1991	Ingeniería de Diseño
63			1991	Sensores
64		Engineers, USA	1991	Sensores
65		Engineers, USA	1991	Robots
66		Springer - Verlag : London (IFS publications Ltd, UK)	1988	Sistemas de Ensamble
67		Springer - Verlag : London (IFS publications Ltd, UK)	1987	Desarrollo de productos
68		Springer - Verlag : London (IFS publications Ltd, UK)	1988	Diseño
69		Center, Dallas Texas USA	1984	Electrónica Automotriz
70		Chapman and Hall: UK	1991	Mecatrónica
71		Design; Technical University of Denmark	1990	Diseño Mecatrónico
72	22/08/89	Technology and Design Group of the Institution of Mechanical engineers; UK	1989	Mecatrónica en Finlandia
73	22/08/89	Mechanical engineers; UK	1989	Diseño Mecatrónico
74	22/08/89	Mechanical engineers; UK	1989	Diseño en Mecatrónica
75		Mechanical Engineers, USA	1990	Mecatrónica en Robots
76	9-Aug	Press Ltd; UK		Mecatrónica en la educación
77		Ltd,uk	1991	Análisis de Mecatrónica
78	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Mecatrónica en máquinas modular
79	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Control en Mecatrónica
80	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Mecatrónica en automatización
81	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Mecatrónica en medición
82	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Máquinas de producción
83	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Medición
84	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Sensores para la medición
85	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Control de servomotores
86	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Modelos matemáticos
87	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Mecatrónica en la educación
88	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Equipo didáctico
89	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Automatización
90	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Sistema de manufacture
91	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Excelencia en Ingeniería
92	9/11/1989	Lancaster University, UK	1989	Aspectos de Mecatrónica
93	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Ejemplo práctico Mecatrónico
94	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Uso de actuadores
95	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Sistema Mecatrónico
96	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Robots Autónomos móviles
97	9/11/89	Lancaster University, UK	1989	Automatización
98	27/05/87	Society of Manufacturing Engineers (SME), USA	1987	Fabricación de sólidos
99	27/05/87	Society of Manufacturing Engineers (SME), USA	1987	Uso de CAD y sensores
100	27/05/87	Society of Manufacturing Engineers (SME), USA	1987	Tecnología de Grupos

## Base de Datos

REFERENCIA	FECHA	EDITOR	AÑO	AREA DE INTERES
101	27/05/87	Society of Manufacturing Engineers (SME), USA	1987	Diseño de productos mecánicos
102	13-Jan	Pergamon Press, Oxford UK	1992	Control con microprocesadores
103	13-Jan	Pergamon Press, Oxford UK	1992	Sensores
104		Daniel, R; Hewitt, J ; Pergamon Press, Oxford UK	1992	Controladores
105		Springer-Verlag New York Inc.; USA	1989	Ingeniería de Diseño
106		Springer-Verlag New York Inc.; USA	1989	Ingeniería de Diseño
107		Mechanical Engineers, New York USA	1991	Educación en Ingeniería
108		Butterworth-Heinemann Ltd.	1992	Diseño ecológico
109	22/09/91	ASME; Miami Fla. USA	1991	Educación en Diseño
110		Pergamon Press, Oxford UK	1992	Robots
111		Pergamon Press, Oxford UK	1992	Concepto de Mecatrónica
112		Pergamon Press, Oxford UK	1992	Sistema hidráulico
113		Pergamon Press, Oxford UK	1992	Control de elevadores
114		Pergamon Press, Oxford UK	1992	Método de estimación
115		PRESS Selected Reprint Series, New York USA	1990	Sensores
116		PRESS Selected Reprint Series, New York USA	1990	Sensores
117		PRESS Selected Reprint Series, New York USA	1990	Acelerómetros
118		PRESS Selected Reprint Series, New York USA	1990	Sensores
119		PRESS Selected Reprint Series, New York USA	1990	Nuevos Materiales
120		Institute of Physics, IOP Publishing Ltd. UK	1991	Micromecánica
121		Kluwer Academic Publishers, Netherlands	1990	Educación en Ing. de diseño
122		Elsevier Science Publishers, UK	1990	Ingeniería de diseño
123	11/12/91	Institution of Mechanical Engineers, UK	1991	Definición de Mecatrónica
124		Institution of Physics, IOP Publishing Ltd, UK	1991	Micromecánica
125		Siemens	1992	Industria Automotriz
126		Company, USA	1989	Ingeniería Concurrente
127		Cross, N; Butterworth-Heinemann Ltd.; UK	1992	Crítica a libros publicados
128		D'Amico, A, Elsevier Sequoia	1992	Sensores para automóviles
129		D'Amico, A, Elsevier Sequoia	1992	Sensores para automóviles
130		Mechanical Engineers, USA	1992	Micro sistemas
131		Cross, N; Butterworth-Heinemann Ltd. UK	1991	Diseño
132		Cross, N; Butterworth-Heinemann Ltd. UK	1991	Diseño
133		Cross, N; Butterworth-Heinemann Ltd. UK	1991	Diseño

REFERENCIA	FECHA	EDITOR	AÑO	AREA DE INTERES
134		Cross, N; Butterworth-Heinemann Ltd, UK	1991	Teorías de Diseño en Japon
135		Heinemann Ltd, UK	1991	Enseñanza en Ing. de diseño
136			1990	Estrategias de empresa
137		Bradley, D	1991	Actividades académicas e industriales
138		ASME 1991	1991	Diseño
139			1991	Estrategias de empresa en E.U
140				Administración de Información
141		SECAMS, Lancaster University		Mecatronica en la enseñanza
142		Institution of Engineering Designers, UK	1991	Enseñanza en Ingeniería
143		Mechanical Engineers, USA	1991	Enseñanza en Ingeniería
144		Engineers, USA	1991	Enseñanza en Ingeniería
145		Pye, A	1991	Estrategias de Empresa
146		Designers, UK	1991	Centros de Investigación
147			1991	Estrategias de empresa
148				Nueva Tecnología
149		IPC magazines Ltd, UK	1992	Nueva Lógica de Control
150		Pergamon Press Ltd, UK	1985	Educación e Investigación en Mecatronica
151		Middelhoff, B; Elsevier Science Publishers, The Netherlands	1992	Sensores, Materiales y Software
152		Centre, Lancaster University	1992	Herramientas de Diseño
153		Engineering Department Lancaster University	1992	Diseño de un controlador
154		Sheldon, D; UK	1991	Metodología de Diseño
155			1991	Desarrollo de trabajo en grupos
156			1991	Trabajo en grupos
157			1991	Prototipos de 3D
158			1991	Ingeniería Concurrente
159			1991	Software para Ingeniería concurrente
160		Institution of Electrical Engineering; UK	1992	Robotica
161			1991	Ingeniería Concurrente
162		IEEE, EUA	1990	Ingeniería Concurrente
163		Elsevier Science Mechanical Engineers;	1991	Ingeniería Concurrente
164		Tokio, Japon	1990	Mecatronica
165		Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Opto - Mecatronica
166		Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Producto Mecatronica
167		Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Sistemas de Medicion
168		Mechanical Engineers; Tokio Japon	1990	Cabezas para discos magneticos
169		Japan Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Discos Magneticos
170		Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Metodo de Control
171		Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Elementos no lineales
172		of Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Sistemas de Medicion
173		Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Ejemplo de Sistemas Mecatronicos
174		Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Sistema Mecatronico

## Base de Datos

REFERENCIA	FECHA	EDITOR	AÑO	AREA DE INTERES
175		Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Impresoras de Impacto
176		Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Impresoras de Impacto
177		Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Sistema Mecatronico
178		Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Impresoras de Alta velocidad
179		Japanese Society of Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Propiedades de Productos Mecatronicos
180		Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Elementos Mecatronicos
181		Mechanical Engineers, Tokio Japon	1990	Ensamble
182			1987	Ingenieria de Precision
183		Kluwer Academic Publishers, Holanda	1990	Desarrollo de Productos Mecatronicos
184				Aprendizaje en Mecatronica
185				Avances en Mecatronica
186				Mecatronica en Suiza
187		Butterworth & Co Ltd, U.K	1989	Diseño Mecatronico
188	8/28/90		1990	Diseño de Productos
189				Aplicaciones de Robotica
190	9/30/92		1992	Manufatura
191				Academia
192				Academia

REFERENCIA	TEMA ESPECIFICO	TIPO DE REFERENCIA	ISBN	REFERENCIA	CLASIFICACION
1	Motora de Pasos	T		1	8.2
2	Robots	L	0-87011-854-4	2	11
3	Diseño en Mecatrónica	L		3	11
4	Mecatrónica en Japón	L	0-412-01441-8	4	11
5	Micro y opto electrónica	L	0 81155 1096 9	5	11
6	Diseño de productos	A	0308 8448	6	1.2
7	Procedimiento de selección	A	3-85093-0248	7	7
8	Diseño de sistemas en Ing.	A	3-85093-0248	8	5.1
9	Metodología de Diseño	A	3-85093-0248	9	7.1
10	Transistor Pneumático	A	0308 8448	10	10.1
11	Sistemas de medición	A	0896-6052	11	10.2
12	Introducción de datos por voz	A	0896-6052	12	10.2
13	Ensamble	A		13	3.2
14	Capacitación en la Industria	A	0896-6052	14	1.2
15	Tecnología de Automatización	A	0896-6052	15	6.1
16	Filosofía de la enseñanza de la Mecatronica	A	0306-4190	16	9
17	Tecnología de automatización	A	0896-6052	17	10.2
18	Diseño en Manufactura	A	0896-6052	18	3.2
19	Mecatronica dentro de los cursos de ingeniería	A	0308-4190	19	9
20	Producción y uso de sensores	A	0896-6052	20	10.1
21	Tecnologías de automatización	A	0896-6052	21	10.1
22	Fallas en Diseño electrónico.	A	0013-7658	22	4.2
23	Industria	A		23	1.2
24	electrónica en el automóvil	A	0013-7658	24	10.1
25	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	25	8.2
26	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	26	8.3
27	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	27	8.3
28	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	28	8.2
29	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	29	3.2
30	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	30	8.2
31	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	31	8.1
32	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	32	8.1
33	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	33	8.1
34	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	34	8.1
35	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	35	2.1
36	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	36	4.1

## Base de Datos

REFERENCIA	TEMA ESPECIFICO	TIPO DE REFERENCIA	ISBN	REFERENCIA	CLASIFICACION
37	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	37	8.2
38	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	38	8.3
39	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	39	8.3
40	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	40	8.2
41	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	41	8.2
42	Metodologías de Diseño	C	0 85298 722 6	42	1.2
43	Mecatrónica en Finlandia	C	0 85298 722 6	43	11
44	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	44	8.3
45	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	45	8.2
46	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	46	8.3
47	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	47	8.1
48	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	48	8.3
49	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	49	4.4
50	Ing de Diseño en Me- catrónica	C	0 85298 722 6	50	5.2
51	Metodologías de Diseño	C	0 85298 722 6	51	7.1
52	Diseño en Mecatrónica	C	0 85298 722 6	52	7.1
53	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	53	8.2
54	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	54	4.2
55	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	55	4.2
56	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	56	11
57	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	57	8.2
58	Ejemplo práctico(Mecatrónica)	C	0 85298 722 6	58	8.2
59	Mecatrónica en la educación	C	0 85298 722 6	59	9
60	Educación para Mecatrónica	C	0 85298 722 6	60	9



REFERENCIA	TEMA ESPECIFICO	TIPO DE REFERENCIA	ISBN	REFERENCIA	CLASIFICACION
81	Educa., industria y aplicación	C	0954-4828	81	1.2
82	Sistemas Mecatrónicos	A	800142694X	82	5.1
83	Sensores Biológicos	A		83	6.1
84	Sensores y su aplicación	A	0361-0853	84	10
85	robots para ensamble	A	0361-0853	85	10
86	Sist. flexibles de ensamble	L	0-948507-21-7	86	3.2
87	Industria y productos	L	0-948507-21-7	87	2.1
88	Diseño para ensamble	L	0-948507-79-9	88	3.2
89	Sistemas automáticos	L	0-89512-167-0	89	10
70	Productos y procesos	L	0-412-34200-8	70	11
71	Diseño Mecatrónico	L		71	11
72	Problemas multi-disciplinarios	C	0 85298 691 2	72	5.2
73	Metodología de Diseño/Mecatron.	C	0 85298 691 2	73	5.1
74	máquinas Inteligentes	C	0 85298 691 2	74	5.2
75	Robots de alta precisión	A	0025-6501	75	8.3
76	Cursos sobre Mecatrónica	A		76	9
77	Áreas que abarca Mecatronica	A		77	1.2
78	sistemas de máquinas modulares	C		78	8.2
79	Control factor de Integración	C	+	79	5.1
80	Automatización Indust. textil	C	+	80	8.3
81	Medición de tensión	C		81	8.3
82	Software y control	C	+	82	8.2
83	Máquina de medición	C	+	83	8.3
84	Técnicas de medición	C	+	84	8.2
85	Control Integrado servomotores	C		85	8.2
86	máquinas de pruebas materiales	C		86	4.2
87	Laboratorio como apoyo	C		87	9
88	Equipo didáctico mecatrónico	C		88	9
89	Manufactura y computación	C	+	89	8.2
90	Almacenamiento automático	C	+	90	8.2
91	Empresa de manufactura	C		91	1.2
92	Concepto de Mecatronica	C		92	11
93	Ejemplo práctico	C		93	6.1
94	Actuadores miniatura (micro)	C		94	8.2
95	Controlador multivariable	C		95	8.2
96	control para AMR	C		96	8.2
97	Ensamble automatizado	C		97	8.1
98	Modelos de computadores	C	0-87263-276-8	98	4.3
99	Corrección de errores	C	0-87263-276-8	99	6.1
100	Planación de procesos	C	0-87263-276-8	100	7.1

REFERENCIA	TEMA ESPECIFICO	TIPO DE REFERENCIA	ISBN	REFERENCIA	CLASIFICACION
101	Metodología de Diseño	C	0-87263-278-8	101	7.1
102	Control mano artificial	A	0957-4158	102	8.1
103	Aplicación de sensores	A	0957-4158	103	8.1
104	Controlador de robot flexible	A	0957-4158	104	8.1
105	Diseño en Ing. Mecánica	A		105	7.1
106	Diseño en Ing. Mecánica	A		106	7.1
107	Educación de Ing. de Diseño	A	0025-6501	107	9
108	Desarrollo de ecoDiseño	A	0142-694X	108	3.2
109	Plan de estudio Ing. mecánica	C	07018-0747-9	109	9
110	Diseño de Robot móvil	A	0957-4158	110	8.2
111	Ejemplos concepto Mecatrónica	A	0957-4158	111	11
112	Sistema hidráulico	A	0957-4158	112	8.1
113	Tecnología de control	A	0957-4158	113	8.1
114	Método requerimientos hardware	A	0957-4158	114	8.1
115	Clasificación de Sensores	L	0-87942-245-9	115	8.1
116	Sensores de aceleración	L	0-87942-245-9	116	8.1
117	Acelerómetros de Silicon	L	0-87942-245-9	117	8.1
118	Sensores de Fuerza	L	0-87942-245-9	118	8.1
119	Silicon: propiedades mecánicas	L	0-87942-245-9	119	8.1
120	Micromotores	A	0960-1317	120	8.1
121	Mecatrónica en la educación	A		121	9
122	Investigación en Ing. de diseño	A		122	9
123	cambios en Ing. mecánica	C		123	7.1
124	Micromotores y Microactuadores	A	0960-1317	124	8.1
125	Tecnología en motores para automóviles	A	0302-2528	125	8.3
126	Ing. consumiente en manufactura	L	0-07-046341-7	126	2.1
127	Crítica a libros publicados	A	0142-694X	127	11
128	Sensores para control en automóvil	A	0924-4247	128	8.3
129	Sensores mecatrónicos en el automóvil	A	0924-4247	129	8.2
130	Sistemas Microelectromecánicos	A	0025-6501	130	8.1
131	Ingeniería de diseño	A	0142-694X	131	5.1
132	Ing. de diseño e investigación científica	A	0142-694X	132	7.1
133	Investigación en teoría de diseño	A	0142-694X	133	7.1

REFERENCIA	TEMA ESPECIFICO	TIPO DE REFERENCIA	ISBN	REFERENCIA	CLASIFICACION
134	Desarrollo de teoría de diseño en Japon	A	0142-694X	134	7.1
135	Situación en la enseñanza Ing. de diseño	A	0142-094X	135	9
136	diseño como estrategia de empresa	A		136	1.2
137	Actividades académicas e industriales	R		137	9
138	diseño compatible con el medio ambiente	A		138	3.2
139	Investigación y Desarrollo en E.U.	A		139	1.2
140	Sistemas automatizados	A		140	2.3
141	Mecatronica en la Univ. de Lancaster	R		141	9
142	Estructura de cursos en ingeniería	A	0013-7858	142	9
143	Enseñanza en Ing. de diseño	A	0025-8501	143	9
144	Cursos en Ingeniería	A	0361-0853	144	9
145	Ingeniería Simultánea	A	0308-8448	145	1.3
146	Investigación en diseño	A	0013-7858	146	9
147	Estrategias en diseño	A		147	1.3
148	Nueva maquinaria automática	A		148	8.4
149	Lógica para control	A	0262-4079	149	8.1
150	Métodos de Investigación y educación en Japon	A	0742-0269	150	9
151	futuro de los sensores, materiales y software	A	0924-4247	151	8.2
152	Herramienta de diseño Mecatronica	R		152	7.1
153	Robotica en Ingeniería civil	R		153	8.2
154	Herramientas de diseño	A	0954-4828	154	5.1
155	Ingeniería Concurrente	A		155	2.1
156		A		156	2.1
157	Modelado de Prototipos de 3D	A		157	4.3
158	Implementación de Ingeniería concurrente	A		158	2.1
159	Ingeniería concurrente en el desarrollo de productos	A		159	2.1
160	Robotica en Educación	A	0956-3385	160	9
161	Mecatronica dentro de la Ing. concurrente	A		161	2.1
162	diseño de Productos uso de Ingeniería Concurrente	A	0000-0568	162	2.1
163	diseño concurrente en sistemas de manufactura	C	0166-3615	163	2.1
164	Tendencias de la Mecatronica	C	5073-789600	164	11
165	Tecnología Mecatronica Óptica	C	5073-789600	165	11
166	Ejemplo de un producto mecatronico	C	5073-789600	166	11
167	Sistemas de medición para discos ópticos	C	5073-789600	167	8.2
168	Discos Magnéticos	C	5073-789600	168	8.2
169	Método de Posición para cabezas lectoras	C	5073-789600	169	8.3
170	Discos Magnéticos	C	5073-789600	170	8.2
171	Control de Vibración	C	5073-789600	171	8.1
172	Sistemas de Medición Mecatronicos	C	5073-789600	172	8.3
173	Sistemas Mecatronicos	C	5073-789600	173	8.2
174	Sistema para la Precisión en Posición	C	5073-789600	174	8.2

## Base de Datos

REFERENCIA	TEMA ESPECIFICO	TIPO DE REFERENCIA	ISBN	REFERENCIA	CLASIFICACION
175	Control de Vibracion	C	5073 769600	175	8.3
176	Reduccion de Ruido	C	5073 769600	176	8.3
177	Características Dinámicas	C	5073 769600	177	8.1
178	Desarrollo de Impresoras de Alta velocidad	C	5073 769600	178	8.3
179	Servomecanismos	C	5073 769600	179	8.3
180	Elementos Mecatronicos	C	5073 769600	180	8.2
181	Ensamble de Presicion	C	5073 769600	181	8.2
182	Maquinaria de alta precision	A		182	8.3
183	Filosofia de Diseño	A	0024-3092	183	11
184	Métodos de aprendizaje	A		184	9
185	Diseño de Robots	A		185	8.3
186	Educación e Investigación en Mecatrónica	A		186	9
187	Modelos de Diseño	A	0142-694X	187	11
188	Definición de Lenguajes	C		188	11
189	Robotica en la Ingeniería Civil	A		189	8.3
190	Manufactura Integrada por Computadora	C		190	9
191	Planes de Estudio	A		191	9
192	Planes de Estudio	A		192	9