

# La ingeniería meatrónica

La meatrónica aúna el diseño y la fabricación de una nueva generación de productos o sistemas inteligentes que incluyen funciones híbridas mecánicas y electrónicas de alta precisión

Yolanda G. Diego

La innovación tecnológica sitúa a las empresas en una posición de ventaja competitiva. Pero este proceso de innovación es, por otra parte, complejo y de difícil gestión. Las empresas, independientemente de su tamaño, deben asumir la tecnología como un recurso básico para su competitividad, que obliga a una gran interrelación entre diversas técnicas. Esta interdisciplinariedad constituye una nueva técnica y no se puede obtener mediante la suma de las tecnologías individuales existentes, tal y como tradicionalmente eran empleadas.

Una de estas nuevas tecnologías es la meatrónica, en la que convergen principalmente la mecánica, electrónica, óptica e informática. Los resultados son unos sistemas más baratos, más simples, más fiables y que permiten una

mayor flexibilidad operativa que sus predecesores.

El campo de aplicación de la Meca-trónica es muy amplio, esto hace que cualquier empresa, sin importar el tamaño o el sector, puede aprovecharse de su tecnología. En los últimos años ha surgido una nueva generación de productos tales como componentes, dispositivos, equipos, máquinas y sistemas producidos con enfoque meatrónico. La lista de los mismos es cada vez mayor. Algunos de los ejemplos son las máquinas de control numérico, prensas hidráulicas, medidores de gases, marcapasos, prótesis, automóviles equipados con sistemas de encendido electrónico, control de ruido, etc. Los productos hechos con ingeniería meatrónica poseen mecanismos de alta precisión; son controlados por dispositivos electrónicos reprogra-

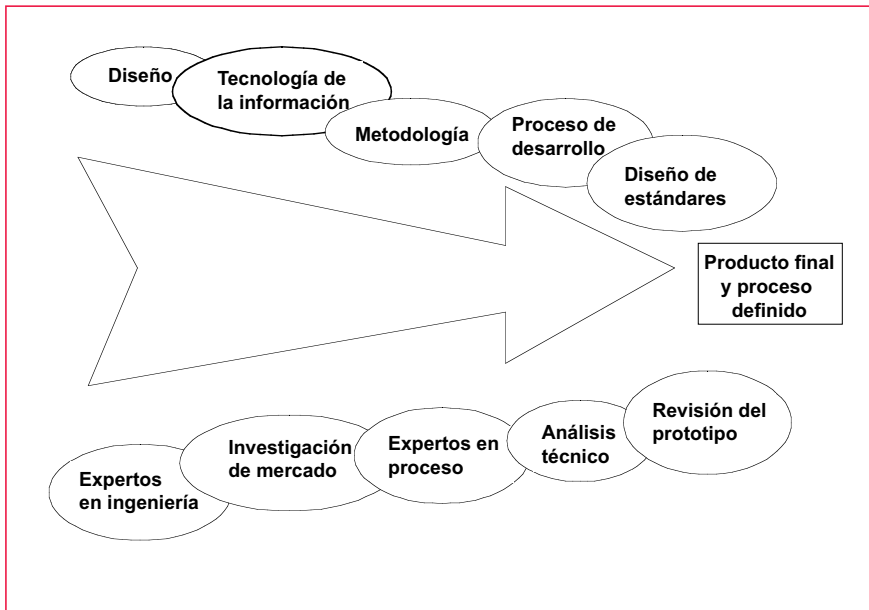


Figura 1. Convergencia de ideas en el proceso de fabricación de un producto mecatrónico.

mables para que funcionen en diferentes condiciones, hacen uso óptimo de los materiales y energía que consumen, tienen diseños más estéticos y ergonómicos, y tienen lo que se podría llamar una relación “inteligente” con el medio ambiente.

### La mecatrónica

El término “mecatrónica” fue adoptado por primera vez por los funcionarios del Ministerio Internacional de Comercio e Industria (MITI) de Japón, a principios de los setenta. La noción original de mecatrónica incluía un proceso de ingeniería que se usó para diseñar y fabricar productos electrónicos “inteligentes”. La primera referencia del éxito de este proceso fue el desarrollo de la cámara autofocus Canon SLR. Desde entonces la mecatrónica se ha convertido en una especialidad de la ingeniería en Japón, Estados Unidos, Sudamérica, Alemania, etc.

Para crear nuevos productos, el desarrollo de la mecatrónica es uno de los factores más importantes si se quiere conseguir más seguridad y fiabilidad en los procesos de desarrollo, diseño y fabricación de productos mecatrónicos.

“Mecatrónica es un proceso de ingeniería que aúna el diseño y la fabricación de productos o sistemas inteligentes que incluyen funciones híbridas mecánicas y electrónicas”.

Como consecuencia de esto, uno de los primeros pasos es cambiar los programas académicos actuales. Esto es debido a la necesidad actual de formar no sólo especialistas, sino generalistas, que sean capaces de diseñar los nuevos

sistemas inteligentes. Actualmente este cambio en el concepto académico se está llevando a cabo en diversas universidades americanas y alemanas.

### Una tecnología multidisciplinar de la ingeniería

El éxito de las empresas en la fabricación y venta de bienes en el mercado global

está creciendo dependiendo de la habilidad para integrar electrónica y tecnologías informáticas dentro de un amplio rango de productos y procesos primordialmente mecánicos. El funcionamiento de muchos de los productos actuales –coches, lavadoras, robots o máquinas herramientas- y su fabricación, depende de la capacidad de la industria para aprovechar los nuevos avances en tecnología e introducirlos en el nivel de diseño en los procesos de fabricación.

En esta situación altamente competitiva, las antiguas divisiones entre las ingenierías mecánicas y electrónicas están siendo rápidamente reemplazadas por un acercamiento integrado e interdisciplinar a la ingeniería de diseño denominada mecatrónica.

El diagrama superior ilustra las tres grandes disciplinas, mecánica, electrónica, e informática, que están incluidas dentro de la tecnología mecatrónica. Cada una de estas disciplinas tradicionales de la ingeniería contribuye a la mecatrónica cómo se muestra en la *figura 2*. También se muestran en el mismo diagrama las materias interrelacionadas entre dos disciplinas tradicionales cualesquiera.

Por ejemplo, las materias interrelacionadas entre la ingeniería mecánica y

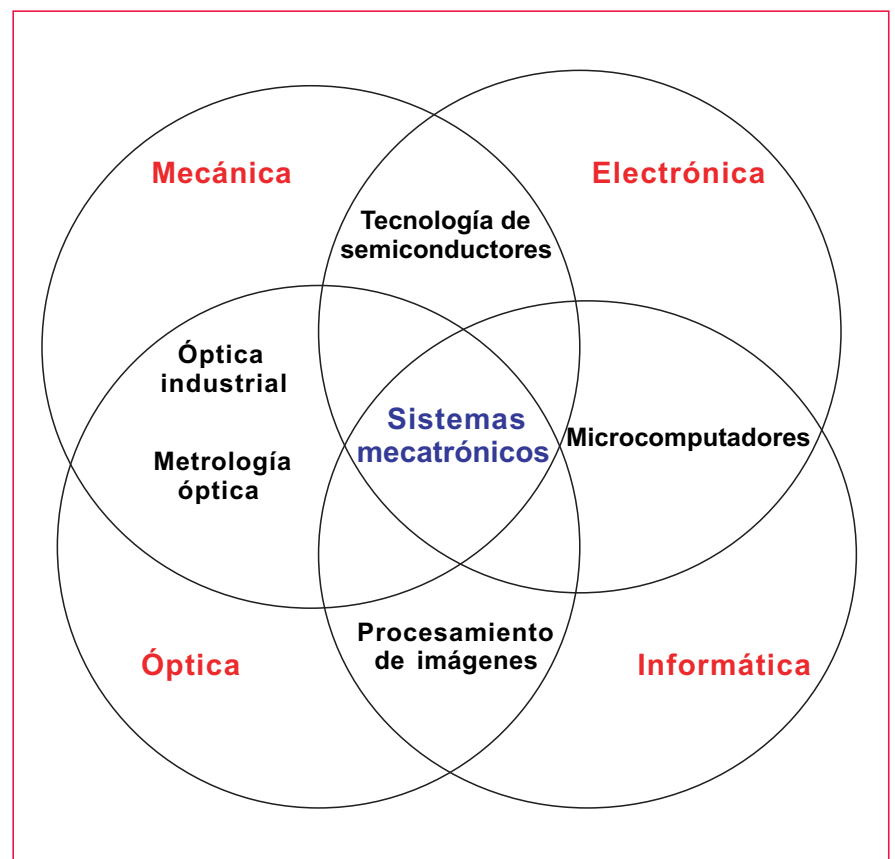


Figura 2. Disciplinas incluidas en la mecatrónica.

Productos típicos mecatrónicos y elementos esenciales de la Mecatrónica  
**Son productos “inteligentes” con funciones híbridas, mecánicas y electrónicas**

Productos típicos mecatrónicos:	Elementos esenciales de la Mecatrónica
Productos de consumo: Cámaras electrónicas, vídeos programables, fotocopiadoras en color, cámaras de vídeo, etc.	Electrónica: Tecnología básica eléctrica, analógica y digital, amplificadores de corriente, procesamiento de señales, etc.
Viviendas inteligentes: Sistemas de calefacción central y de aire acondicionado, puertas de garaje de apertura automática, sistemas de irrigación programables, etc.	Sensores, instrumentación y mediciones: Sensores (fuerza, ópticos, acústicos, temperatura)
Industria del automóvil: Sistemas electrónicos de inyección de combustible, controles de ruta, limpiaparabrisas, calefacción, aire acondicionado, ventilación, ajuste automático de los asientos, cambio automático de marchas, etc.	Actuadores: Actuadores eléctricos: aparatos solenoides, motores, actuadores electro-mecánicos, y electro-neumáticos, etc.
Fabricación: Máquinas de control numérico, robots, visores, sensores, vehículos guiados automáticamente, fabricación de circuitos integrados, etc.	Controles: Sistemas de control, técnicas digitales de control, controles de movimiento (corriente, velocidad, controles de posición, etc).
Industria informática: Impresoras láser y de inyección, plotters, sistemas de almacenaje, discos y cabezas lectoras, etc.	Tecnología de microprocesadores: Codificación de datos, arquitectura de microprocesadores, estándares de comunicación de datos digitales, etc.
Industria aeroespacial: Sistemas de navegación automática, misiles guiados, mecanismos espaciales, etc.	Software: Lenguajes de control en tiempo real, aplicaciones de control, etc.
Industria sanitaria: Marpasos, sillas de ruedas electromecánicas, robots quirúrgicos, órganos artificiales, etc.	Componentes mecánicos: Componentes de transmisión, transmisión de movimiento, etc.

Tabla 1. Productos mecatrónicos.

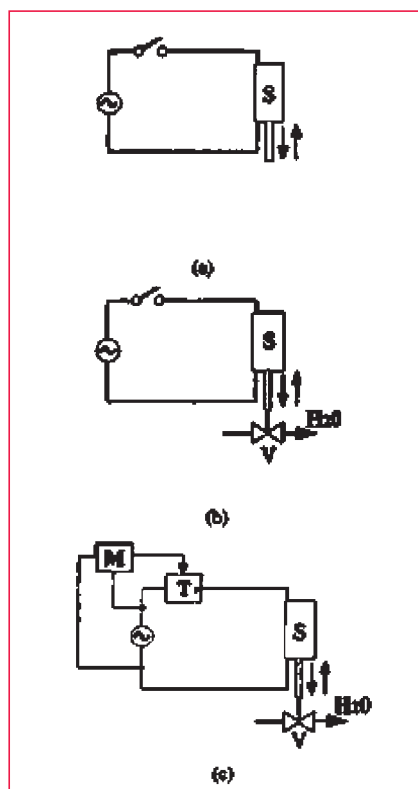


Figura 3. Sistema inteligente de aspersión. Sistema mecatrónico:  
a) aparato electromecánico, b) sistema electromecánico, c) sistema mecatrónico.

eléctrica implican la fabricación de circuitos integrados (IC) y el encapsulamiento electrónico, lo que requiere la aplicación de la ingeniería mecánica y electrónica. Otras tres grandes ingenierías que se relacionan con la Mecatrónica son la ingeniería de los materiales, que busca y selecciona los materiales que pueden usarse en los productos mecatrónicos; y la ingeniería industrial para la fabricación de estos productos. Por otra parte, la ingeniería química está presente en muchos productos, como por ejemplo, en los recubrimientos de la superficie de los discos duros de los ordenadores.

### Definición de mecatrónica

En este momento una definición precisa de la “mecatrónica” está lejos de ser uniforme. Muchos investigadores e ingenieros piensan que la Mecatrónica no es otra cosa que una aplicación extendida de la tecnología del “control del movimiento”. Una definición más amplia, pero todavía restrictiva, puede ser:

“Mecatrónica es la combinación sinérgica de la ingeniería de precisión mecánica, electrónica, ingeniería de control, e informática”.

Pero quizás la definición que más se

ajuste a la realidad en toda la extensión de la Mecatrónica, puede ser:

“Mecatrónica es un proceso de ingeniería que implica el diseño y la fabricación de productos inteligentes o sistemas que combinan funciones híbridas mecánicas y electrónicas”.

Por ejemplo, un solenoide (s) es un “aparato electromecánico” de uso común. El núcleo magnetizado de hierro se mueve linealmente dentro de la bobina de alambre conductor cuando la electricidad pasa a través de él. Como se muestra en la figura 3, cuando este aparato se usa en un sistema de aspersión, el movimiento lineal del núcleo acciona la apertura o cierre de la válvula que permite el flujo del agua. El temporizado del flujo del agua puede ser controlado de forma simple instalando un temporizador (t) en el circuito eléctrico que suministra corriente al solenoide.

El temporizador (t) más el solenoide (s) y la válvula mecánica (v) constituyen un “sistema electromecánico”. Pero la mayoría de los sistemas de aspersión deben funcionar en determinados periodos de tiempo que pueden variar con los días y época del año, así como la cantidad de flujo de agua (por ejemplo,

variando la apertura de la válvula). Este funcionamiento programable, hace que el sistema sea “inteligente”. Esta “inteligencia” del sistema puede conseguirse reemplazando el temporizador por una unidad central de proceso (CPU) en el sistema. Es este sistema inteligente lo que hace del sistema de aspersión automatizado programable un sistema mecatrónico. La “inteligencia” del sistema de aspersión programable puede mejorarse introduciendo en el sistema sensores y CPUs sofisticadas; algunos sistemas de irrigación modernos usan sensores para monitorizar la humedad del suelo y la humedad del aire. Estos parámetros se usan como entradas en una CPU que determina luego el encendido/apagado del sistema.

### Filosofía mecatrónica versus ingeniería tradicional

Muchos de los productos o procesos de ingeniería tienen partes móviles y requieren la manipulación y el control de sus partes dinámicas con un alto grado de precisión. Esto implica una combinación de las tecnologías disponibles como son los sensores, actuadores, estructuras mecánicas, electrónica, microcontroladores, ingeniería de control y de software, redes neuronales, lógica difusa, etc. Un factor clave en la filosofía mecatrónica es la integración de la microelectrónica, informática y control dentro de los sistemas mecánicos, para obtener la mejor solución posible en el diseño, así como un producto con un grado de inteligencia y flexibilidad. El diseño de este tipo de productos y procesos, debe ser por ello una actividad multidisciplinar en vez de una interdisciplinar. En todos los casos, la importancia de la adopción de diseños mecatrónicos debe tener algunos otros valores añadidos. Esto puede mejorar la funcionalidad por el mismo precio, o reducir el precio por una funcionalidad similar cuando se compara



Figura 4. Sistema robótico modular.

con un producto fabricado de una forma más convencional.

La adopción de estas filosofías, comenzando con nivel conceptual de diseño, requiere ingenieros con una nueva gama de conocimientos y actitudes, por lo que nos encontramos ante un nuevo reto para los profesores y una oportunidad para cambiar y desarrollar sus actuales métodos de enseñanza.

“El verdadero ingeniero mecatrónico del futuro debe ser capaz de trabajar sin fronteras entre las disciplinas de ingeniería e identificar y usar la combinación correcta de tecnologías, que dará lugar a la solución óptima al problema que maneje”.

La transición entre los productos tradicionales y los sistemas mecatrónicos se está desarrollando de forma gradual y de varias maneras, pero ha sido asociada principalmente con la introducción de sofisticados niveles de control, a través de sensores realimentados por el operador y del control de ciclos de movimiento. Pero una diferencia fun-

damental entre una aproximación al control y una aproximación a la mecatrónica es el rediseño que acompaña al sistema mecatrónico para alcanzar unas mayores ventajas y una funcionalidad extra que es aportada por el microprocesador.

### Procedimiento de diseño para sistemas mecatrónicos

El diseño y el desarrollo de productos son procesos de ingeniería complejos que requieren diferentes habilidades y especialidades. La mecatrónica no se define de forma distinta a cualquier especialidad de la ingeniería, pero es un tema que se integra dentro del proceso de diseño. Para conseguir esta integración, la mecatrónica combina sus disciplinas base –ingeniería electrónica, informática e industrial– enlazándolas con áreas tan diversas como son la tecnología de fabricación, dirección de producción, etc.

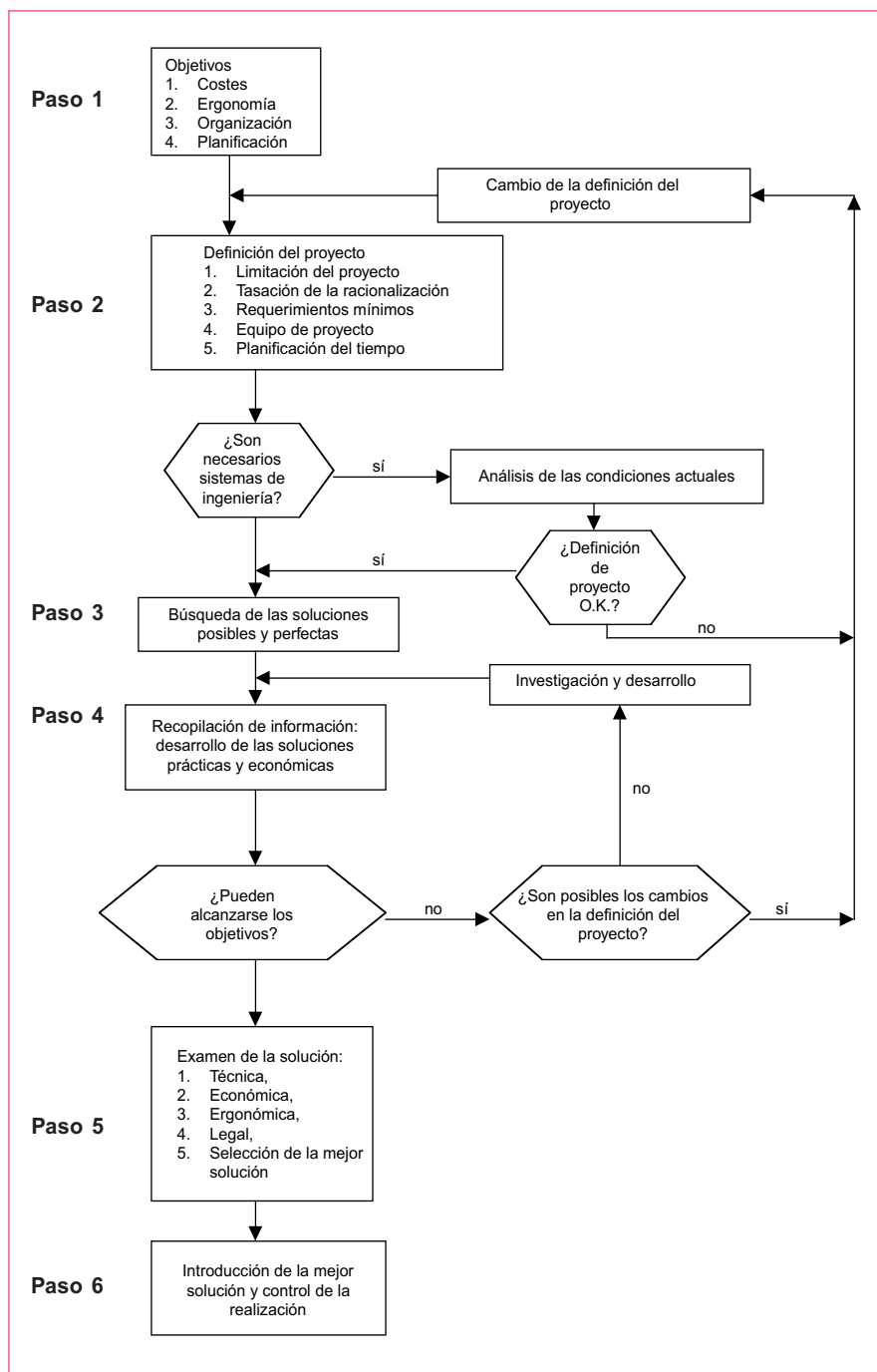
Una característica del uso de la mecatrónica en el diseño es que los sistemas mecánicos que resultan son a menudo más simples, implicando pocos componentes y piezas móviles que los aparatos puramente mecánicos.

Esta simplificación se alcanza mediante la transferencia de funciones complejas, tales como el posicionamiento exacto, del sistema mecánico al electrónico.

Un ejemplo de esto puede verse en el sistema modular robótico de la *figura 4*. Este tipo de sistemas permite montajes más cómodos, precisos e informatizados, consiguiendo un alto grado de calidad. Este tipo de sistemas puede ins-

Ingeniería tradicional	Ingeniería mecatrónica
Grandes sistemas	Sistemas compactos
Mecanismos complejos	Mecanismos simplificados
Ciclos de movimiento no programables	Movimientos programables
Sincronización mecánica	Sincronización electrónica
Estructuras rígidas y pesadas	Estructuras más ligeras
Precisión determinada por la tolerancia del mecanismo	Precisión conseguida mediante respuesta
Control manual	Control automático y programable

Tabla 2. Comparación entre la ingeniería tradicional y la ingeniería mecatrónica.



– Módulo de medida

Concerniente a la recopilación de información sobre el estado del sistema y su comportamiento.

– Módulo de comunicación

Concerniente a la transmisión de información entre los módulos que forman el sistema.

– Módulo de procesamiento

Concerniente al procesamiento de la información proporcionada por los módulos de medida e interfaces.

– Módulo de software

Contiene las instrucciones operacionales y los algoritmos definidos para el sistema y el control de la operación del módulo de procesamiento.

– Módulo de actuación

Representa las acciones necesarias en el sistema para cambiar las condiciones del sistema.

– Módulo interfaz

Concerniente a la transferencia de información entre los niveles que componen el sistema, y a un nivel más alto, a proporcionar los interfaces necesarios entre el hombre y la máquina para la transferencia de la información usada.

### Mecatrónica en productos

Dentro de los productos, la diversidad y oportunidades ofrecidas por la utilización de la mecatrónica en la ingeniería de diseño permanecen todavía sin realizarse. Aún así, actualmente hay una gran oferta de productos que están a nuestro alcance, en cuyo diseño, desarrollo y producción, ya han sido utilizadas técnicas mecatrónicas.

### Ejemplos de productos existentes que ofrecen capacidades mejoradas

– Motores de automoción y transmisiones: Motores y sistemas de dirección destinados a mejorar la economía del carburante, sistemas de frenado antibloqueo, cambios de velocidades automáticos, protección contra malos usos, como por ejemplo, prohibiendo un caudal de carburante excesivo a bajas velocidades.

– Cámaras: Ajuste automático del foco, velocidad adaptada a las condiciones del cierre y apertura, etc.

– Maquinaria: Herramientas modernas, como taladros, que ofrecen una amplia gama de posibilidades incluyendo el control de la velocidad y del esfuerzo de torsión, y del control de la aceleración.

### Nuevas áreas de productos

– Robots modulares: Los robots convencionales están con frecuencia limita-

talarse tanto en pequeñas líneas de montaje, así como en plantas de producción complejas.

Para tener éxito, el acercamiento hacia la mecatrónica necesita establecerse desde las primeras fases del proceso conceptual del diseño, donde las opciones pueden mantenerse abiertas antes que se determine la forma final del producto o del diseño.

Un acercamiento hacia la mecatrónica en la ingeniería de diseño, está relacionado con la disposición de una estructura dentro de la cual la integración de varias tecnologías pueda ser establecida y evaluada. Para alcanzar este objetivo, se sugiere utilizar una estrategia basada

en la información de arriba abajo, de forma que el sistema total se analiza por series de bloques o de módulos. El papel de estos módulos es como sigue:

– Módulo ambiental

Concerniente a aquellos parámetros externos tales como el rango de temperaturas y factores de carga que influenciarán sobre la operación del sistema completo.

– Módulo de ensamblaje

Representa la realización física de las estructuras y elementos mecánicos del sistema. Se refiere principalmente a parámetros tales como las propiedades de los materiales, comportamiento estructural, forma y contexto.

dos por su geometría. Equipándolos con una gama de componentes estructurales y actuadores, junto con un control central, puede disponerse un sistema robótico modular.

Pilotos automáticos para pequeños botes.

– Reproductores de vídeo y discos compactos: Los sistemas de vídeo y discos compactos incluyen sistemas complejos de láser para leer las señales codificadas digitales que llevan los discos. Este control se consigue con un procesador basado en un sistema que también permite características como múltiple selección de pistas, escáner y previsualizado.

Un factor común de los productos mecatrónicos es la capacidad continua de mejora a la hora de reducir o mantener un coste final al usuario. La capacidad de una sistema mecatrónico, basado en un uso habitual de componentes o módulos baratos, también proporciona razones para ejecutar las mejores soluciones a problemas especiales sin un incremento en el precio final.

### Conclusión

Tanto si hablamos del diseño y de la fabricación de semiconductores, siste-

mas multichip, sistemas micro-mecatrónicos o macro-mecatrónicos, las propiedades físicas y geométricas de los materiales juegan un papel primordial. Por ello, deben introducirse nuevos diseños y métodos de simulación que controlen y evalúen el funcionamiento eléctrico, las condiciones térmicas, y que puedan prever las tensiones mecánicas a las que estarán sometidos. La integración de métodos numéricos de simulación en el desarrollo de tecnologías óptimas para esos sistemas, y en el proceso de diseño, debe replantearse desde otro punto de vista integrador, ya que las herramientas de diseño y simulación actuales no son suficientes para las demandas del futuro.

### Bibliografía

- Neff, Fritz J.: Director del Centro de Transferencia de Tecnología Steinbeis Mecatronica Karlsruhe. Conferencia sobre Mecatrónica. Parque Científico y Tecnológico de Gijón, Abril 2000.
- Bradley, D.A.; Dawson, D.; Burd, N.C.; Loader, A.J.: Mechatronics –Electronics in products and processes, Chapman & Hall, London, 1991.
- Furman, B.; Pinkernell, D.; Elgee, S.: Case studies

on design of mechatronic products, IEEE Transactions on components, packaging and manufacturing technology –Part C, Vol. 20, n° 1, p. 8– 13, January 1997.

Heuberger, A.: Mikromechanik, Mikrofertigung mit Methoden der Halbleitertechnologie, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1989.

Krause, M.: Midrosensorik, Technische Anwendung –wirtschaftliche Nutzung– Zukunftstrend, Technologie und Management, Verlag Exper Press, 2/97.

Reichl, H.: Hybridintegration: Technologie und Entwurf von Dickschichtschaltungen, Dr. Alfred Hüthig Verlag GmGH, Heidelberg 1988.

## AUTOR

**Yolanda G. Diego**

ygdiego@yahoo.es

Ingeniero técnico industrial mecánico por la E.U.I.T.I. de Gijón. Ha trabajado dos años en el departamento de mecatrónica de la Fachhochschule (Escuela Superior) de Karlsruhe, Alemania. Actualmente y desde hace un año lleva el programa "Incorporación de la Mecatrónica en las empresas de la región", incluido en los programas tecnológicos del Parque Científico y Tecnológico de Gijón.

## PREVENCIÓN Y CONTROL DE LEGIONELLA

### TRATAMIENTOS FÍSICO-QUÍMICOS

- RED SANITARIA DE AGUA CALIENTE Y FRÍA.
- CONDUCTOS DE AGUA ACONDICIONADO
- TORRES DE REFRIGERACIÓN.
- DEPÓSITOS DE AGUA POTABLE.
- FUENTES ORNAMENTALES.
- BALSAS DE HUMECTACIÓN.
- PISCINAS CLIMATIZADAS.
- SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN.
- INSTALACIONES TERMALES.
- OTROS EQUIPOS QUE PUEDAN PRODUCIR AEROSOL.

#### VENTAJAS

- Sin riesgo para los usuarios.
- Sin necesidad de clausurar o paralizar los recintos tratados.
- Sin generación de productos corrosivos y perjudiciales para la salud (FENÓLICOS, bromatos por la oxidación del cloro y su derivado).
- Sin vertidos químicos contaminantes para el medio ambiente.
- Gestión y mantenimiento integral del ED-RED.
- Elaboración de protocolos de desinfección y limpieza. Control y funcionamiento.
- Tratamiento en continuo y en depósito de control microbiológico integral.



C/ Isabel la Católica, nº 14  
 28036 PUEBLO NUEVO - ESPAÑA  
 TEL. 91 672 88 74 - 91 671 61 61  
 Fax: 91 670 64 64  
 E-mail: cosemar@cosemar.es  
 www.cosemar-ozono.com

Miembro de la Asociación Internacional del Cloro (ICA)  
 Miembro de la Federación Española de Empresas de Desinfección (ANED-FED)  
 Miembro de la Asociación Nacional de Empresas de Fito y Climatización (ANEFYC)

#### CUMPLIMIENTO

- RD-106, para la prevención y control de la legionella.
- Decreto 16/1972 sobre la conservación de los edificios.
- RD 1118/1990 sobre la seguridad y salud de los trabajadores.
- Real Decreto 21 de octubre de 1984, ley de aguas y saneamiento.

## Técnica Industrial

### Cupón de suscripción

Deseo suscribirme durante un año a la revista Técnica Industrial al precio de 20 euros

Nombre \_\_\_\_\_

Apellidos \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_

Localidad \_\_\_\_\_

Código postal \_\_\_\_\_

Provincia \_\_\_\_\_

País \_\_\_\_\_

Fecha y firma

Adjunto cheque nº \_\_\_\_\_

del Banco \_\_\_\_\_

Sucursal \_\_\_\_\_

Por transferencia bancaria

(Confirmar en los teléfonos 915 541 806 / 809