



# APLICACIONES INDUSTRIALES DE MEMS

## (INDUSTRIA AUTOMOTRIZ)



## MERCADO AUTOMOTRIZ

- En 2003 se produjeron 42 millones de vehículos de pasajeros
- Al final del 2004 se tenían 850 millones de vehículos circulando en el mundo
- Han aparecido nuevos actores en el mercado:
  - El mercado chino es de 20 millones y se multiplicará por 7 en 15 años
  - China será el mercado automotriz No. 1 en 2020 con 140 millones de unidades circulando

(Fuente: **Opportunities & Challenges for Photonics in the Automotive, Yole Development 2004**)

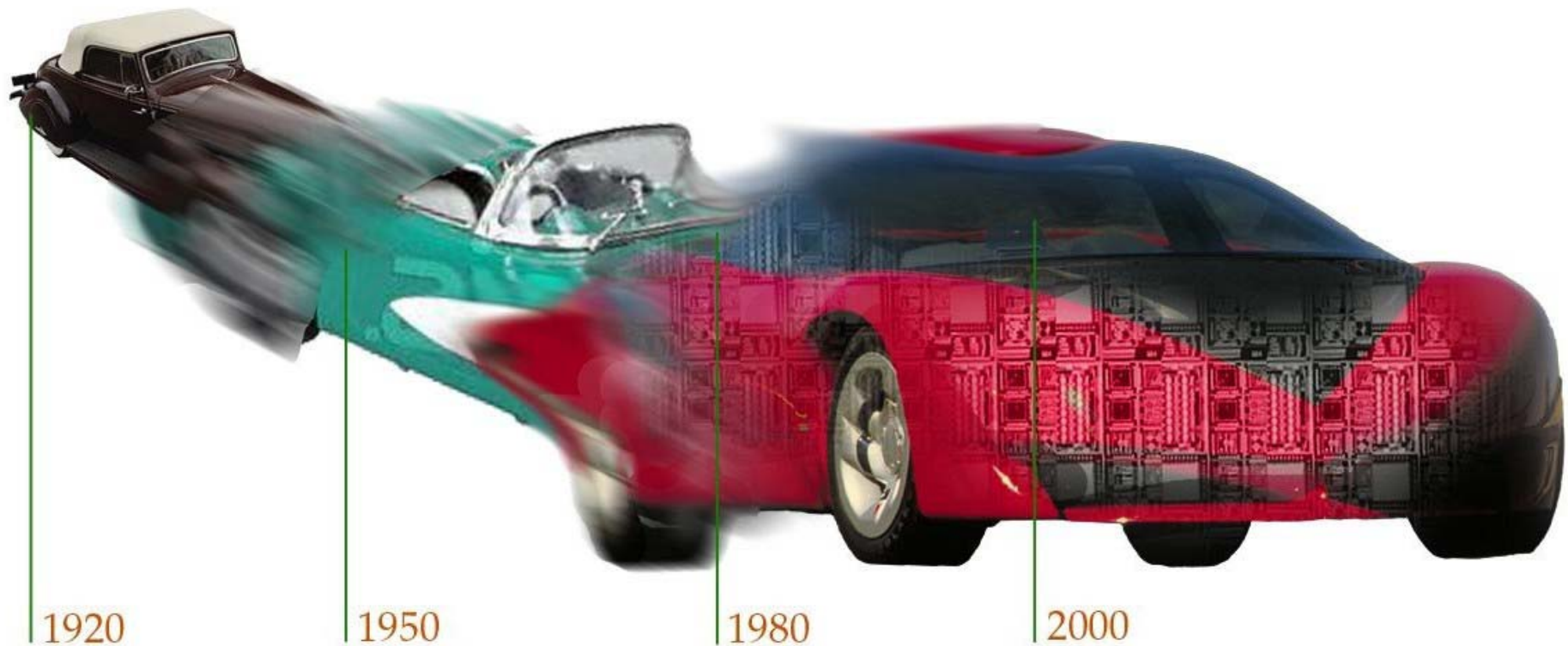


## IMPULSORES DE MERCADO

- Regulaciones Gubernamentales
  - Seguridad
  - Emisiones evaporativas, escape y diagnóstico
  - Consumo de gasolina
- Confort
- Entretenimiento
- Productividad personal
- Costo

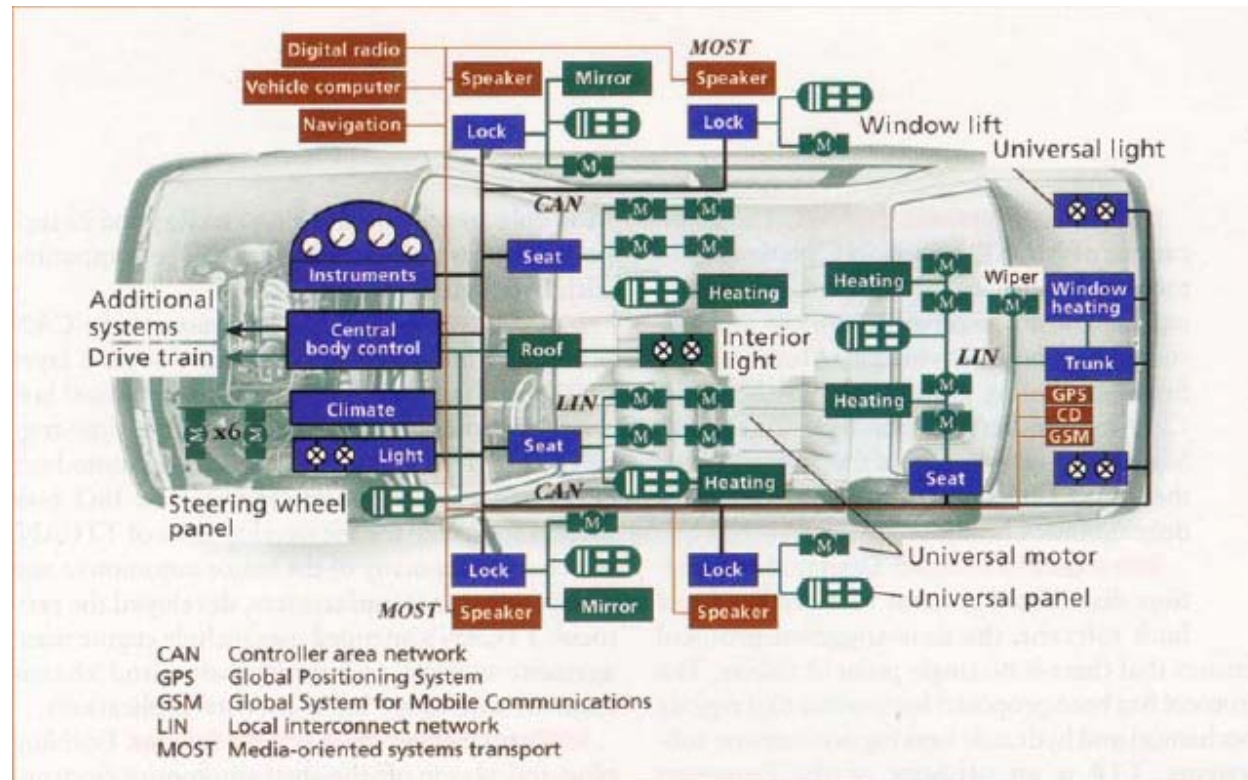


- % de contenido “Electrónico” sobre el precio total del vehículo  
1974: 4% ...      2003: 20% ...      2010: 35 %



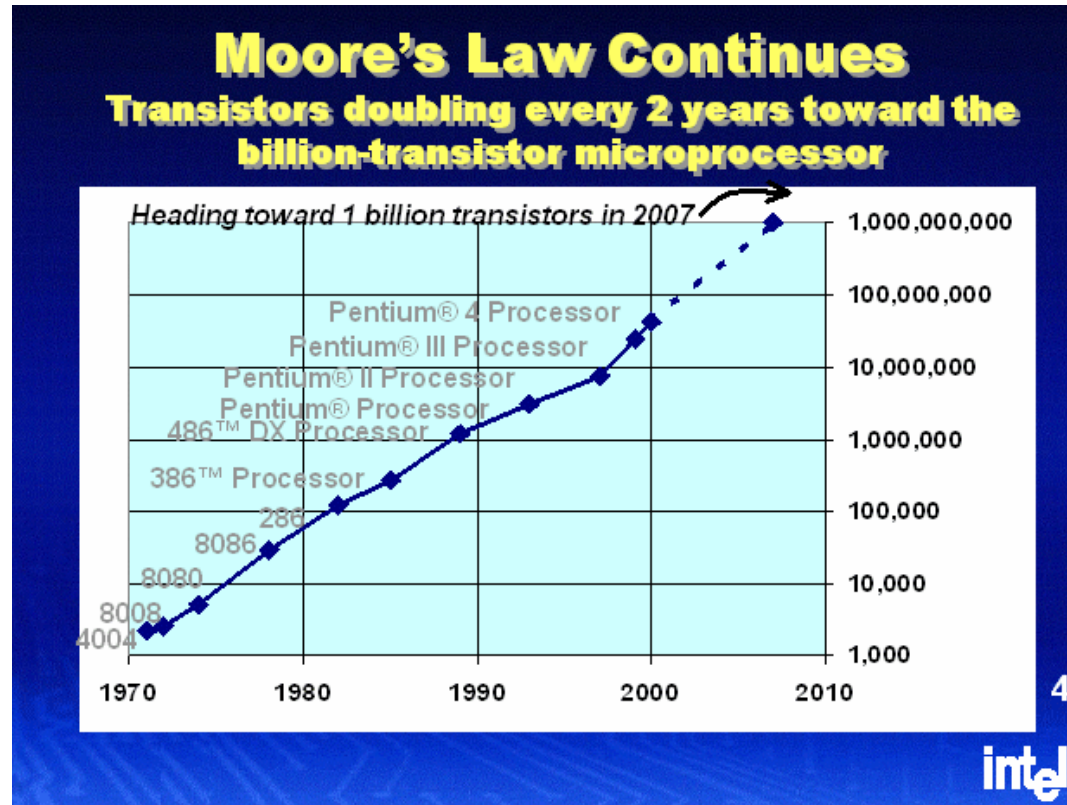


## SISTEMAS ELECTRÓNICOS EN EL AUTOMÓVIL





## LEY DE MOORE DE INTEGRACIÓN DE SEMICONDUCTORES

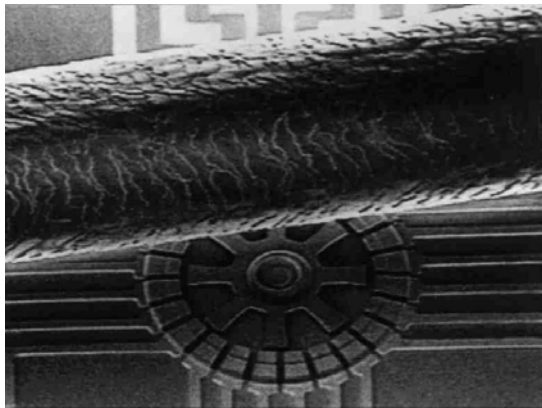


Las tendencias actuales muestran que se están estableciendo las bases para una nueva industria basada en máquinas del tamaño de un cabello humano

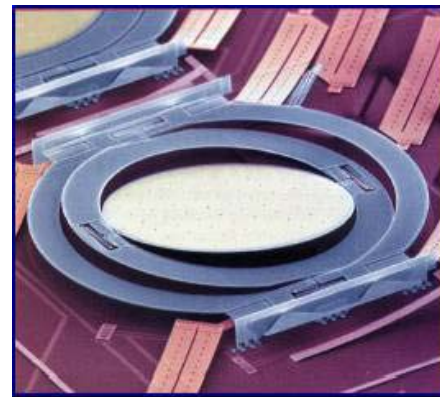


## MEMS

Los Sistemas Microelectromecánicos (*Micro-Electro-Mechanical-Systems*) **MEMS** son la integración de elementos mecánicos, sensores, actuadores, y la propia electrónica en un sustrato de silicio a través de tecnología de la microfabricación.



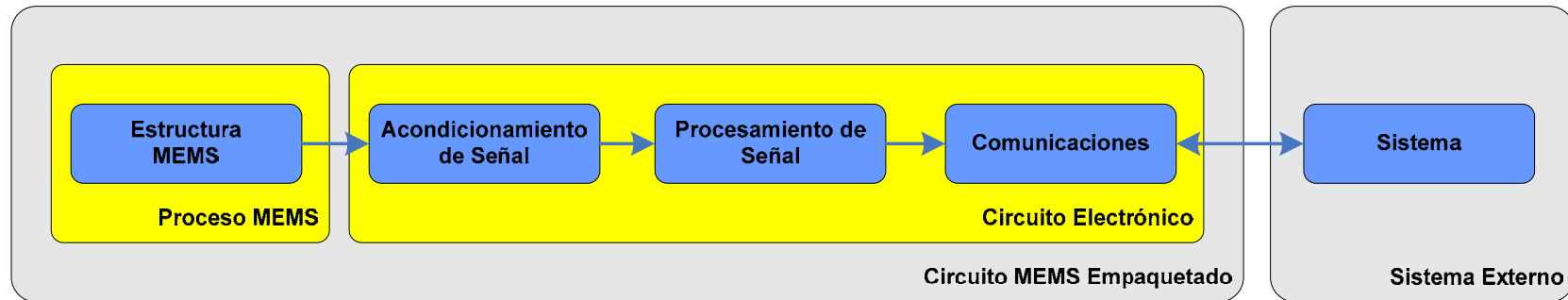
Micromotor eléctrico y un cabello



Fotografía de un espejo micromaquinado

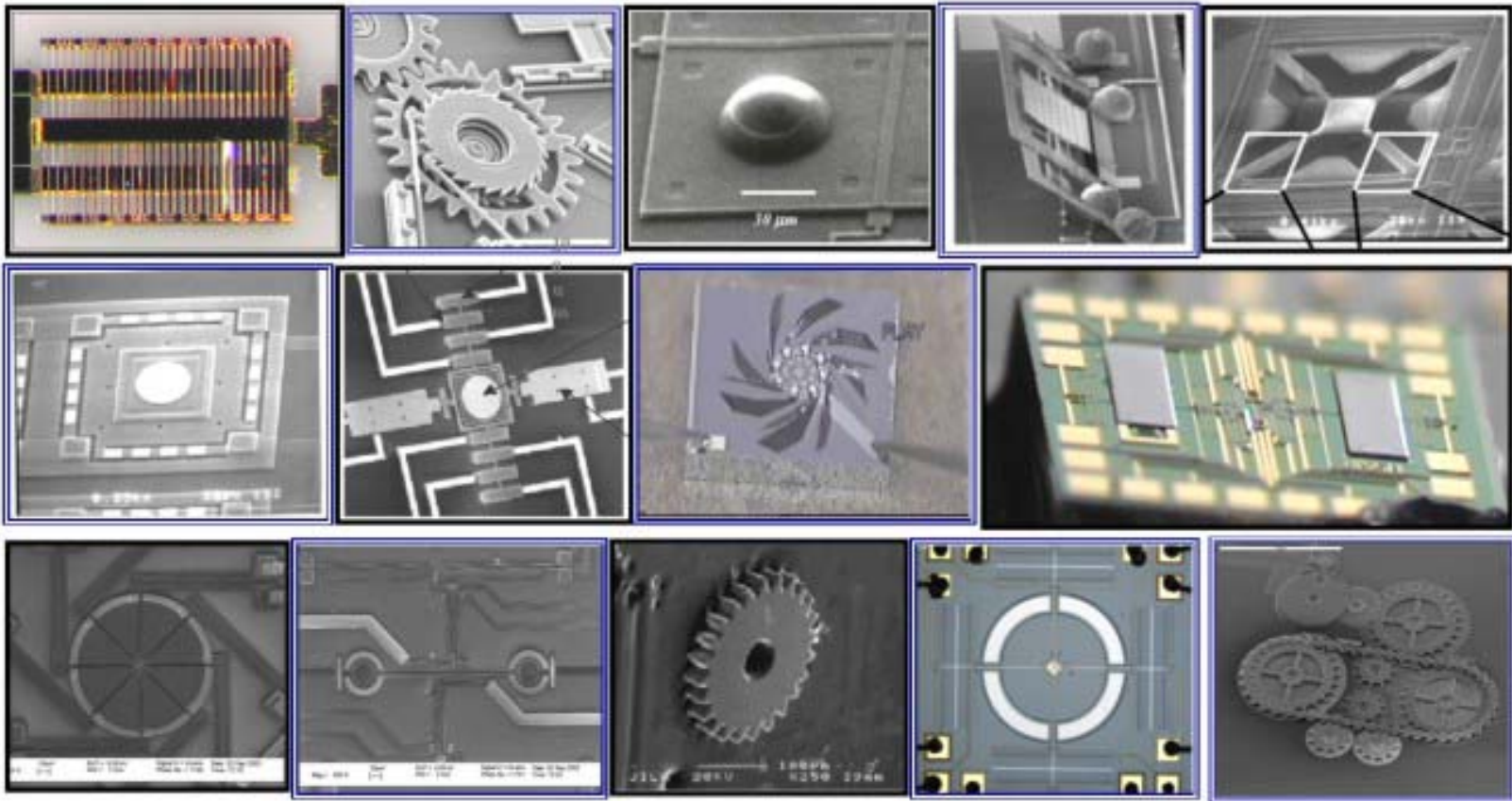


## ESTRUCTURA BÁSICA DE LOS MEMS



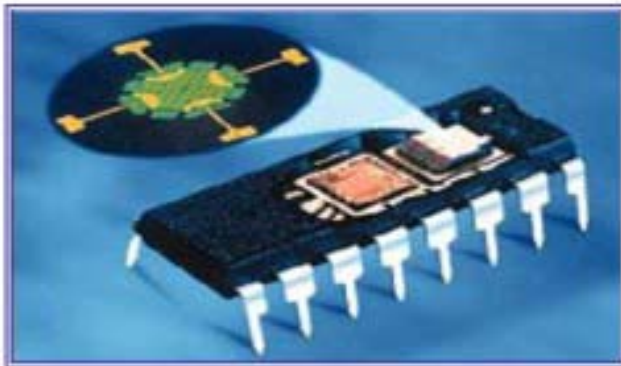


## MICRODISPOSITIVOS MEMS

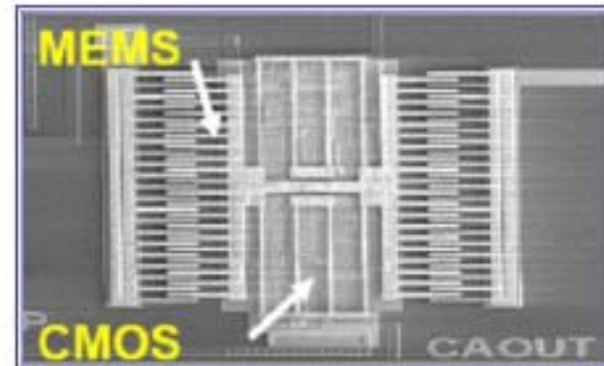




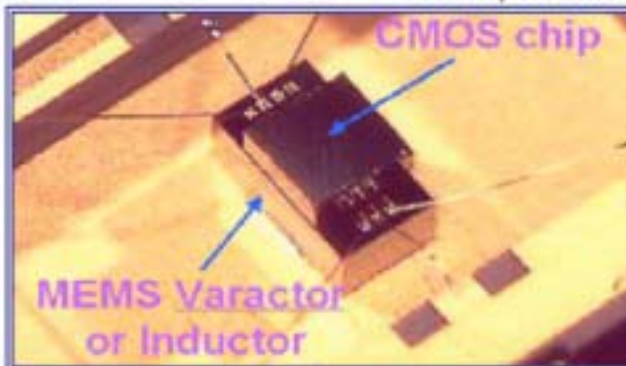
## MICRODISPOSITIVOS MEMS



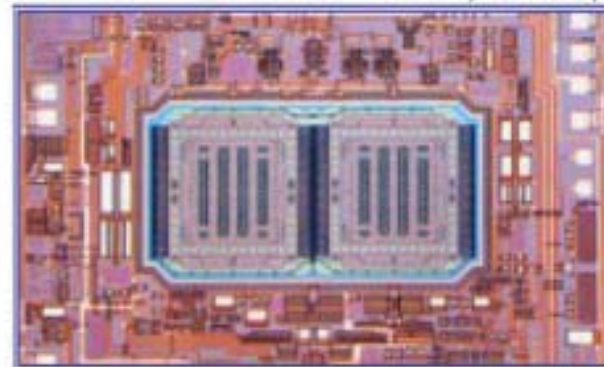
Courtesy of Motorola



Courtesy of Berkeley



Courtesy of Intel

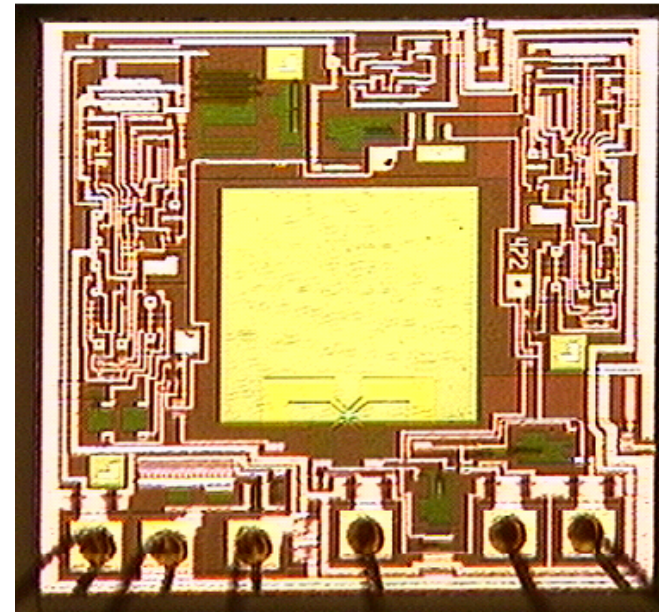


Courtesy of ADI



## VENTAJAS DE LOS DISPOSITIVOS MEMS

- Bajo costo
- Bajo consumo de energía
- Pequeñas dimensiones
- Alto desempeño
- Integración con electrónica
- Confiables
- Fácil adaptación e integración a sistemas actuales
- Alargan la vida del producto



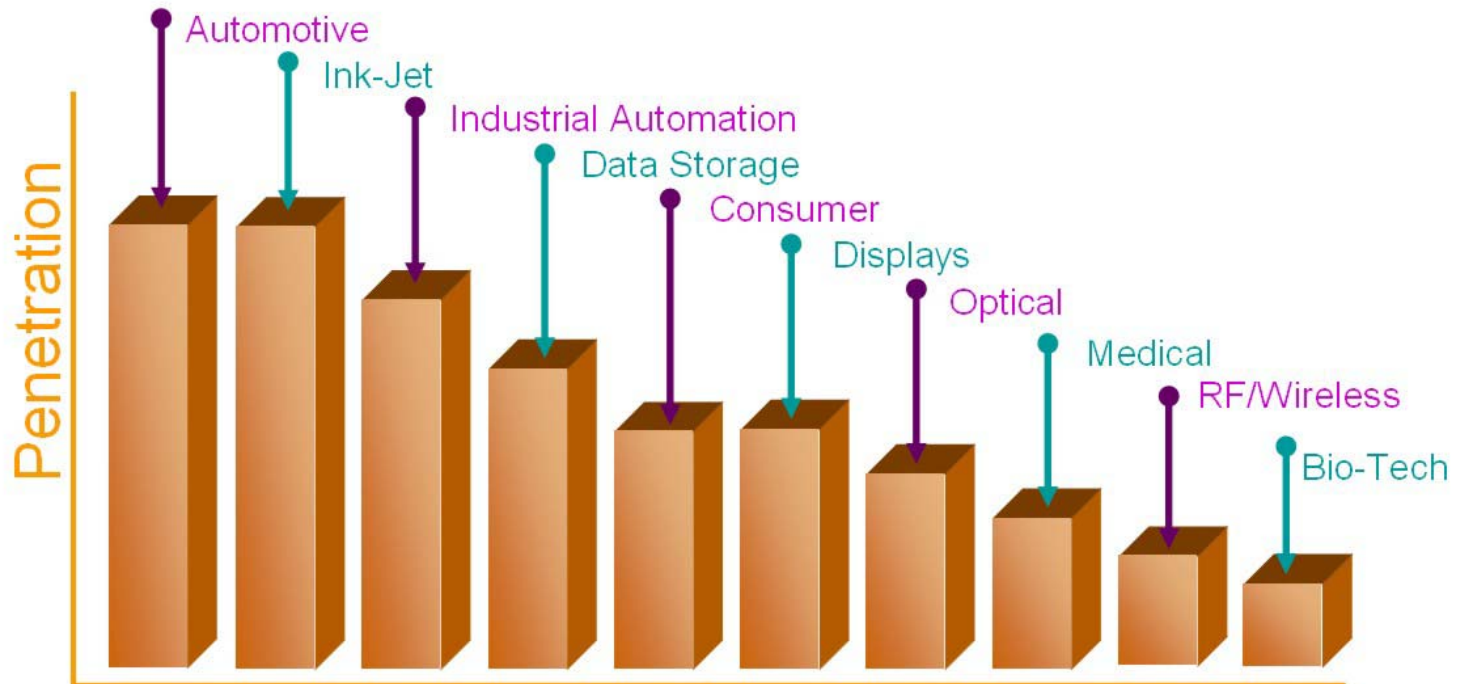


## ANTECEDENTES DE LOS MEMS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

- La aplicación de los MEMS en la industria automotriz comenzó con el sensor de presión del maníful a mediados de los 80s.
- La producción en masa de este dispositivo sólo era rivalizada por el sensor de presión sanguínea y la cabeza de impresión de inyección de tinta.
- En los 90s comenzó la producción en masa de acelerómetros para bolsas de aire (Analog Devices y Motorola).



## PENETRACIÓN DE LOS MEMS EN LOS DIFERENTES MERCADOS



Courtesy of wi Spry



**REDES INALÁMBRICAS DE DISPOSITIVOS EN EL AUTOMÓVIL  
WIMS (WIRELESS INTEGRATED MICROSYSTEMS)  
CAPACIDAD DE COMUNICARSE CON EL EXTERIOR**

## Wireless Sensors for Automobiles

Measure strain, torque, displacement, temperature, acceleration & orientation

drive train torque measurements

door & body panel gap dimensional quality control

valve position sensors

engine piston telemetry

suspension system acceleration & displacement measurement

tire pressure & temperature

vehicle orientation & dynamics

chassis vibration control & strain monitoring

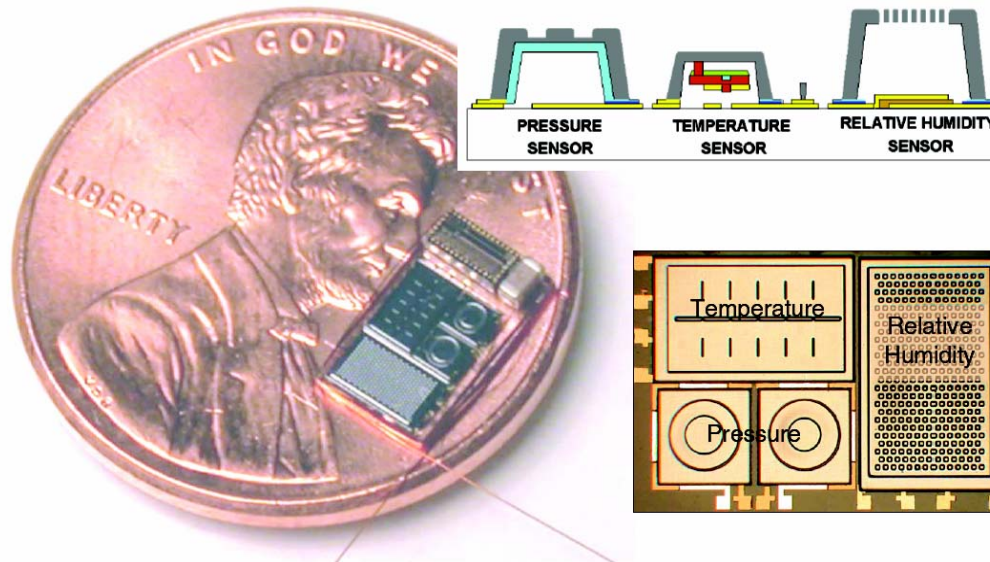
**MicroStrain**

800.449.3878  
[www.microstrain.com](http://www.microstrain.com)



## APLICACIONES DE DISPOSITIVOS MEMS EN MEDICIÓN

### CAPACITIVE P-T-RH SENSORS (2004)



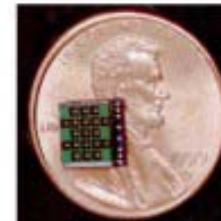


## INTEGRACIÓN DE MEMS EN SISTEMAS EMBEBIDOS

<p>In-Cell/Miniature Analogue Strain Gauge Voltage &amp; Current <b>SIGNAL AMPLIFIERS</b></p>	<p>ICA Series</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miniature Design (0.75mm x 1.0mm high)</li> <li>• 0-10mV, 0-100mV, 0-1.0V and 0-100mA Versions</li> <li>• User Adjustable Sensitivity</li> <li>• Zero and Span Controls using 2R trim potentiometers</li> <li>• CE Approved</li> <li>• 1 YEAR WARRANTY</li> </ul>



Accelerometer Node



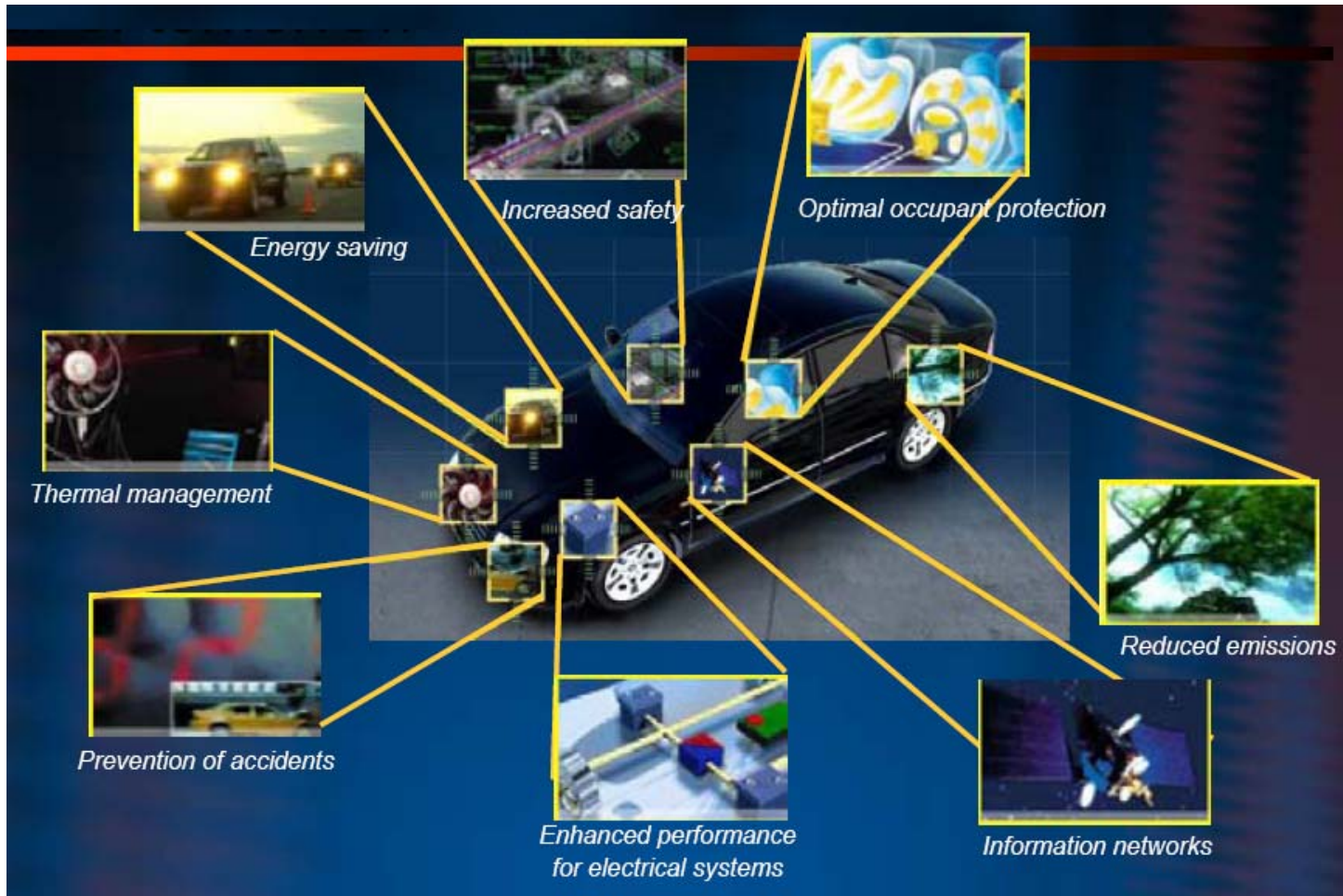


## APLICACIONES ACTUALES Y FUTURAS DE MEMS CON PRODUCCIÓN EN MASA

- En la actualidad
  - Presión Absoluta del Maniful (MAP)/ Presión Barométrica (BAP)
  - Bolsas de aire (Acelerómetro)
- Aplicaciones futuras
  - Razón de cambio angular (gyro)-Rollover
  - Presión de los neumáticos
  - Velocidad de las ruedas
  - Frenos Activos (pressure)
  - Presión de vapor de gasolina (presión)
  - Línea de combustible (presión)
  - Posición del árbol de levas
  - Transmisión electrónica
  - Ocupación de asientos de pasajeros
  - Sensores biométricos

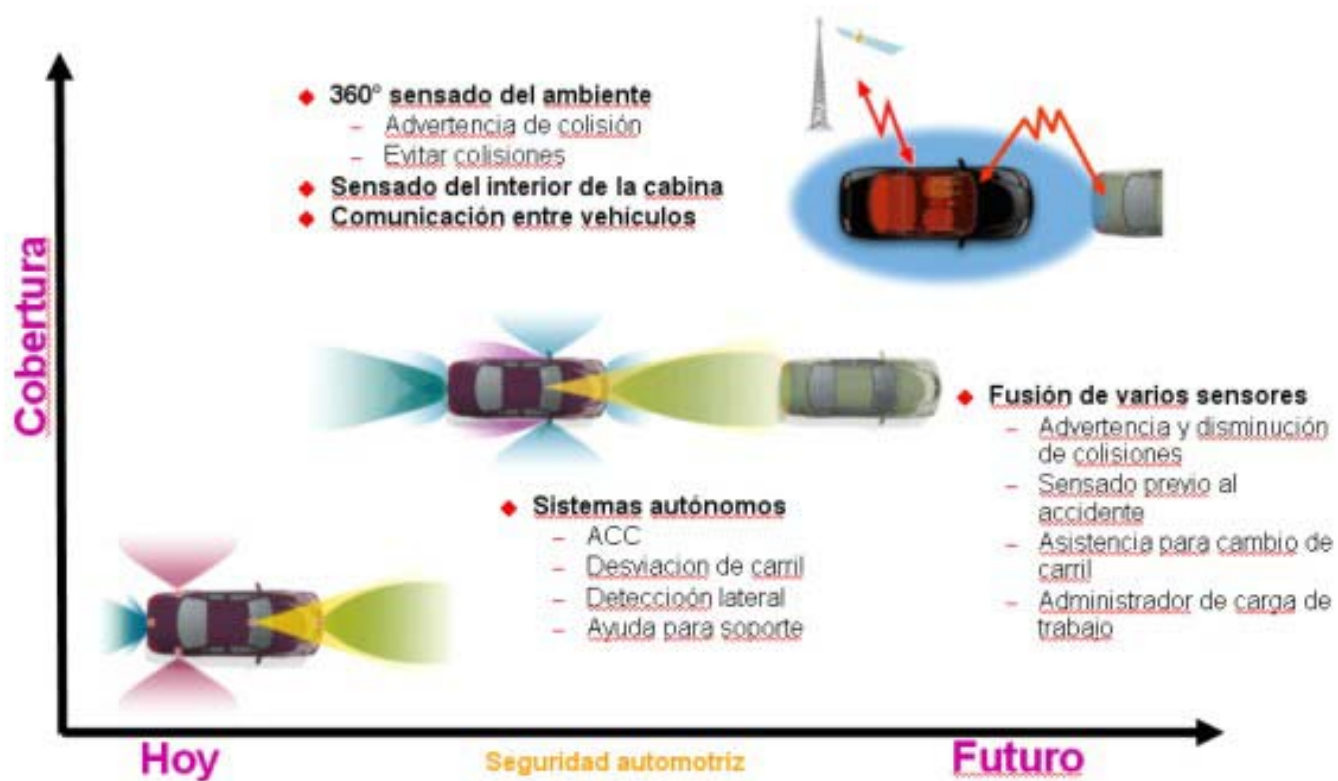


## OPORTUNIDADES FUTURAS DE LOS SENSORES EN EL AUTOMÓVIL





## EL “NICHOS DE SEGURIDAD” SE DESARROLLARÁ CON SISTEMAS ELECTRÓNICOS ACTIVOS





## PRINCIPALES ACTORES DE MICROSENSORES

- Analog Devices – Empresa fabricante de circuitos integrados de \$ 2.6 Billones produce más de 2 millones de acelerómetros por mes (Forbes).
- Robert Bosch GmbH, empresa alemana tiene la línea más completa de productos, con más de 35 sensores micromaquinados.
- Motorola, proveedor de General Motors
- Delphi Automotive Systems, proveedor de General Motors



## DESARROLLOS RECIENTES

- Conti Temic Microelectronic GmbH – Concepto para Volkswagen de sensores instalados en el techo para detectar la presencia de ocupantes. Para activación de bolsas de aire frontales o laterales, y sistemas de restricción de la cabeza.
- Autocruise Consortium – Sistema de control de crucero activo en un Mercedes-Benz con sensores bajo la parrilla frontal que determinan la distancia al vehículo delantero. Se controla el frenado y aceleración para mantener una distancia segura.
- Raytheon Commercial Infrared – Cámara infrarroja montada bajo la parrilla de un Audi para proporcionar una imagen infrarroja del área frente al vehículo que se proyecta sobre el parabrisas.
- Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration – Arreglos de microespejos que incrementan el desempeño de los faros principales.
- IBEO – Sistema láser que detecta peatones y su velocidad.
- Phillips Semiconductors – Sistemas de monitoreo de presión en neumáticos.
- BMW AG – Sensores en pedal de freno para detectar “frenado de pánico”



## RETOS A VENCER: CONFIABILIDAD Y COSTOS

- Los requerimientos de durabilidad están creciendo
  - 150,000 millas, 15 años
- Las ventajas de nuevas tecnologías debe ser demostradas
  - Validación inicial transferida a proveedores
  - Se continúan resolviendo problemas técnicos con tecnologías mas baratas que MEMS
  - Los componentes MEMS tienen que demostrar mejoras sustanciales a los sistemas o una reducción al costo de componente que esta sustituyendo o al sistema como un todo
- El gobierno americano otorga millones de dólares como resultado de procesos legales referentes a daños por accidentes.



## RETOS A VENCER: INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD

- Las armadoras buscarán ofrecer vehículos con mejor confort y más convenientes
- Búsqueda de diferenciación de vehículos
  - Mejorar competitividad
  - Mercados nichos para vehículos de lujo
- Varios sectores de MEMS ya saturados
  - Acelerómetros
  - Sensores de presión
  - Giroscopios
- Capacidad para enfrentar el impacto en los métodos y herramientas, infraestructura y normatividad.
- Capacidades en cuanto a fuerza de trabajo adecuadamente entrenada



## RETOS A VENCER: OPORTUNIDAD

- Económicas
  - En el 2002 había un promedio de 5.0 MEMS por vehículo, para el 2007 se estima un promedio de 9.1 MEMS por vehículo (BMW 740i tiene alrededor de 70 sensores MEMS).
  - El 25% del mercado de sensores para los automóviles es de microdispositivos. Se estima que en el 2010 se incrementará al 45%.
  - Las ventas mundiales de dispositivos MEMS serán de \$ 9.7 billones para el 2010
  - A largo plazo (25 años) serán de trillones de dólares
- Regulatorias
  - National Highway Traffic Safety Administration estableció los estándares para el desempeño de las bolsas de aire
  - Environmental Protection Agency emitió las normas de control de emisiones que llevaron al desarrollo del sensor MAP.
  - La controversia FIRESTONE hizo que el congreso presentara una legislación para medir la presión de los neumáticos en todos los vehículos
  - La Ley Federal de los Estados Unidos estableció que los nuevos vehículos incluyan microsistemas detectores de ocupación de asientos para el 2007.



## RETOS A VENCER: OPORTUNIDAD

### CRECIMIENTO DEL MERCADO DE MEMS

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Inkjet Head	1 532	1 663	1 660	1 881	2 004	2 015
Pressure sensors	911	1 053	1 150	1 172	1 206	1 254
Silicon Microphones	65	116	172	259	330	398
Accelerometers	394	431	472	571	699	860
Gyroscopes	398	435	506	595	691	801
MOEMS (incl. DMD)	1 292	1 743	2 069	2 348	2 748	3 154
Microfluidics	404	453	508	629	732	849
RF MEMS	105	128	150	199	259	331
μ-fuel cells	0	0	0	1	26	65
<b>Total</b>	5101	6022	6687	7655	8695	9727



## CONCLUSIONES

- La carrera por la integración masiva de MEMS/WIMS en el automóvil ya comenzó. La investigación y el desarrollo será fundamental para mantener la competitividad de los países que actualmente son líderes en los mercados de la industria automotriz.
- Las futuras tecnologías tendrán que competir para desplazar a las tecnologías maduras. La industria de MEMS/WIMS está en su infancia.
- La seguridad y confiabilidad serán decisivos para la aceptación de las tecnologías MEMS y WIMS.
- Las proyecciones del mercado automotriz sugieren una fuerte competencia con países asiáticos en el desarrollo de microsistemas.
- Presionar a los gobiernos para cambiar las regulaciones que frenan el desarrollo.