



SOCIEDAD DE TÉCNICOS DE AUTOMOCIÓN

Con el patrocinio de:



El vehículo eléctrico

**Desafíos tecnológicos,
infraestructuras
y oportunidades de negocio**

Información, contenidos y servicios complementarios en
nuestro microsite temático dedicado al vehículo eléctrico:
<http://vehiculoelectrico.librooks.es>

Librooks

Librooks

Colección

i+I+D

El vehículo eléctrico

Desafíos tecnológicos, infraestructuras y oportunidades de negocio

Este libro ha sido realizado con la autoría de la STA (Sociedad de Técnicos de Automoción) bajo la supervisión técnica de Rafael Boronat (Presidente de STA) y Maite García (Directora de STA).

Han colaborado con sus aportaciones en la elaboración de contenidos:

Marcos Alonso - Nissan
Francesc Buyolo - Moventia grup
Santi Castellà - Seat
Antoni Freixa - Seat / Vicepresidente de STA
Víctor Fuses - UPC (Universitat Politècnica de Catalunya)
Eduardo García - Nissan
Inocencio González - Cluster Moto
Antonio Merino - Seat
Rosa Palacín - ICMAB (Institut de Ciències de Materials de Barcelona)
Joan Pallisé - Circutor
Xavier Santamaria - STA
Matthias Schunk - Siemens
Mario Segura - Edag

Han participado en la redacción técnica: Víctor Baro y Ramon Falip (ingenieros colaboradores de STA).

Agradecimientos a:

Ricard Bosch - UPC (Universitat Politècnica de Catalunya)
Frederic Duat - Honda
Felip Fenollosa - Fundació CIM
Transports Metropolitans de Barcelona - TMB

Primera edición: Barcelona, junio de 2011

© Sociedad de Técnicos de Automoción (STA), 2011

© De esta edición:

LIBROOKS BARCELONA, S.L.L.
Bailén 95, 1º 1ª - 08009 Barcelona
Tel. +34 93 184 09 60
www.librooks.es
www.imasimasd.es

Dirección editorial: Cèlia Pujals

Diseño y maquetación: Quim Gual, José Domènec, Martín Garcés

© Ilustraciones: Quim Gual, 2011

ISBN: 978-84-938910-0-8

Depósito legal: XXXXXXXXXXXXX

Impresión y encuadernación: Nova Era

Reservados todos los derechos. Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos. Si necesita fotocopiar o reproducir algún fragmento de esta obra, diríjase al editor.

El vehículo eléctrico

Desafíos tecnológicos,
infraestructuras
y oportunidades de negocio

STA

SOCIEDAD DE TÉCNICOS DE AUTOMOCIÓN

Sumario

10 PRÓLOGO

13 PRESENTACIÓN

16 INTRODUCCIÓN

18 Historia

El motor de combustión: su primera victoria
Los pioneros del VE
Nace el primer híbrido
Los eléctricos no arrojan la toalla
¿Y el futuro?

24 Por qué vehículo eléctrico

La cuestión energética

28 Introducción a la electrificación de vehículos

Cambio tecnológico
Cambio energético
Cambio social

34 Tipología de módulos de propulsión y arquitectura general del vehículo

36 VEHÍCULO ELÉCTRICO

38 Motores eléctricos. Tipología y funcionamiento

Requisitos del motor eléctrico
Sensaciones de la conducción
Rendimiento y eficiencia energética
La entrega de par
Tipos de motor eléctrico
Motor de continua
Motor síncrono
Motor asíncrono
Motor de reluctancia conmutada
Motor de flujo axial
Conclusiones

60 Electricidad y electrónica

Evolución de la electrónica

Electrónica de potencia

Convertidores estáticos de energía eléctrica

Variadores de velocidad

Convertidor DC/DC

Tomas de corriente

Electrónica de control

Control convencional

Control para vehículos con tracción eléctrica

EMS (*Energy Management System*)

Seguridad intrínseca en la electrónica de control

Compatibilidad electromagnética

Conceptos previos

Generadores, receptores y acoplamiento de las EMI

80 Sistemas de recuperación de energía

La electricidad, principal energía de nuestro tiempo

Soluciones de almacenamiento

Cómo elegir una batería

Tipos de baterías

Plomo-ácido

Níquel-cadmio (Ni-Cd)

Níquel-hidruro metálico (Ni-MH)

Ión-litio (Li-ion)

Zinc-aire

Zebra

Supercondensadores

Importancia de la recuperación de energía

Cargas/descargas

Estandarización y reciclaje

Conclusiones

94 **Adaptación de la estructura y carrocería a la nueva arquitectura**

Diseño de nuevas arquitecturas: motivos de cambio y posibles soluciones

Baterías

Motor

Confort

Transformación de arquitecturas de vehículos existentes

100 **Seguridad. Nuevas consideraciones**

Efectos de una descarga eléctrica

Riesgo sobre los equipos y las personas

Elementos de protección

Protección contra el cortocircuito

Tipo de tierra y neutro

Protección contra la corriente de falta o derivación de masa

La seguridad en vehículos eléctricos según las normas de la IEC

Procedimientos de trabajo eléctricos con y sin tensión

Electricidad estática

110 **Mantenimiento y reciclaje**

Dos tipos de mantenimiento...

...y dos tipos de componentes

Mantenimiento del motor eléctrico

Mantenimiento de las baterías

Mantenimiento del sistema de transmisión

Reciclaje profesional de talleres y mecánicos

Emergen nuevas oportunidades de negocio

La necesidad de reparar

Fomentar el reciclaje

Reutilización de las baterías

120 **Confort**

Ruidos y vibraciones

Tracción eléctrica

Frenada regenerativa

Comportamiento dinámico

Aire acondicionado, radio, luces...

Interfaz

126 **Homologación de vehículos.**

Aplicación a vehículos eléctricos

Introducción

Reglamentación y procedimientos de homologación

Homologación de vehículos eléctricos

Reglamentación específica para VE y reglamentación general particularizada a VE

Reglamento 100: homologación de vehículos eléctricos

Reglamento 10 ECE: compatibilidad electromagnética de vehículos

Reglamentos 13 y 13H ECE: frenado de vehículos de turismo y comerciales

Reglamento 79 ECE: sistema de dirección

Reglamento 85 ECE: potencia

Reglamentos 94 y 95 ECE: choque frontal y lateral

Reglamento 101 ECE: consumo de combustible

y emisión de CO₂

Directivas 2000/53 y 2005/64

Otras reglamentaciones

138 **OTRAS ARQUITECTURAS Y APLICACIONES**

140 **Vehículo híbrido e híbrido enchufable**

Dimensionar la potencia máxima

Vehículo híbrido eléctrico

Mycro Hybrid

Mild Hybrid

Full Hybrid (HEV)

PHEV-RE

Híbridos enchufables y no enchufables

Conclusiones

154 **Tecnología híbrida en autobuses**

¿Por qué hibridar un autobús? Justificación del proyecto

Desarrollo técnico

Selección de los motores

Selección de los ultracaps

Modificaciones electrónicas

Integración de los elementos

162 **Motocicleta eléctrica**

Razones de una baja popularidad

Tipologías de motocicletas

Conclusiones

170 **INFRAESTRUCTURAS DE RECARGA**

172 **La reinención de la movilidad**

176 **El sistema eléctrico español y la nueva movilidad eléctrica**

182 **Potencia y energía para la nueva movilidad**

Resistencias al movimiento y cálculo de potencia del vehículo

Nuevas demandas a la red eléctrica

194 **Sistemas, aplicaciones y modos de recarga de los vehículos eléctricos**

Clases de cargadores y modos de recarga

Infraestructuras de recarga

Equipos para las viviendas unifamiliares

Flotas de empresas

Aparcamientos en garajes públicos con plazas fijas y en rotación

Infraestructuras en la vía pública

Edificios y aparcamientos en multipropiedad

Electrolineras

Protecciones y posibles afectaciones sobre la red de distribución

220 **Nuevos gestores de recarga y algunos escenarios de futuro**

222 **ANEXOS**

224 **Glosario**

228 **Índice de tablas, gráficos y figuras**

230 **Índice analítico**

234 **Bibliografía**

235 **Webs de interés**

236 **Créditos fotográficos**