

**CONOCIMIENTOS SOBRE DISEÑO DEL  
SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y  
PRESTACIONES DEL AUTOMÓVIL**

**Volumen II**

**PRIMERA EDICIÓN**

**REVISIÓN 0**

**septiembre 2024**

**Santiago Baselga Ariño**





AUTOR:

Dr. Santiago Baselga Ariño  
Profesor de Automóviles y Ferrocarriles  
de la Universidad de Zaragoza

A Merche, Mario y Carolina.

**Autor:** Santiago Baselga Ariño  
Prohibida su reproducción  
1ª Edición: julio 2024

Depósito Legal: Z-467/05 - XXXXXXXXXXXXX  
Revisada en: septiembre 2024

Imprime y Edita:  
KRONOS  
C/ Menéndez Pelayo, 4  
50009 Zaragoza  
[www.kronoscenter.com](http://www.kronoscenter.com)

50009 Zaragoza  
[www.kronoscenter.com](http://www.kronoscenter.com)

Esta es la segunda de las dos partes de esta publicación. La temática de esta colección corresponde a la descripción y cálculo de los elementos de la transmisión de vehículos terrestres, así como del estudio de las prestaciones de los vehículos y los conceptos básicos de adherencia relacionados con los mismos.

Gran cantidad de los conceptos explicados en cada una de las partes se entrelazan con la temática estudiada en la otra, con lo que no se pueden considerar como dos partes completamente diferenciadas, sino más bien como un conjunto dividido en dos grupos de temas para facilitar su manejo.

De nuevo, gracias.



ÍNDICE	Página
<b>CAPÍTULO - 6 - PRESTACIONES DEL MOTOR</b>	<b>1</b>
6.1. Introducción	1
6.2. Estado del arte de los motores de combustión	1
6.3. Termodinámica básica	3
6.4. Las leyes de los gases	5
6.5. Clases de ciclos en motores de combustión	7
6.6. Aspectos del rendimiento en el ciclo Otto	8
6.7. Aspectos del rendimiento del motor "Diésel"	10
6.8. Otto frente a Diésel	10
6.9. Avances tecnológicos en el motor de combustión	12
6.9.1. Compresión	12
6.9.2. Régimen de giro	14
6.9.3. Cilindrada	15
6.9.4. Densidad del aire de admisión	15
6.9.5. Dosado	26
6.9.6. Poder calorífico del combustible	30
6.9.7. Rendimiento mecánico	30
6.9.8. Rendimiento volumétrico	31
6.9.9. Frenos en el escape	31
6.10. Teoría y práctica en el uso de motores de combustión	34
6.11. Motores presentes en los vehículos eléctricos	36
6.11.1. Composición básica de los motores eléctricos	36
6.11.2. Tipos de motores eléctricos	37
6.11.3. Funcionamiento del motor eléctrico	38
6.11.4. Diferencias motor eléctrico monofásico/trifásico	39
6.12. Diferencias entre motores eléctricos/combustión	40
6.12.1. Propiedades y composición	40
6.12.2. Eficiencia y rendimiento	40
6.12.3. Mantenimiento y costes operativos	41
6.12.4. Vida útil	42
6.12.5. Comparación de prestaciones motor eléctrico/combustión	42
<b>CAPÍTULO - 7 - EMBRAGUE</b>	<b>45</b>
7.1. Introducción - objeto	45
7.2. Tipos básicos de embragues	45
7.2.1. Embragues de fricción	45
7.2.2. Embrague electromagnético	50
7.2.3. Embragues semiautomáticos y automáticos	50

**VOLUMEN - II -**

7.3. Embrague clásico de fricción	58
7.4. Elementos auxiliares del embrague	64
7.5. Calculo del embrague hidrodinámico	66
7.5.1. Semejanza hidrodinámica	67
7.5.2. Par y potencia transmisibles	72
7.5.3. Cálculo del radio medio del embrague hidrodinámico	74
7.5.4. Par y potencia transmitidos según volumen de aceite	76
7.6. Convertidor hidráulico de par	77
7.6.1. Características	77
7.6.2. Componentes del convertidor hidráulico	77
7.6.3. Funcionamiento del convertidor	79
7.6.4. Diseño del convertidor hidráulico	89
7.7. Calculo del embrague de fricción	94
7.7.1. Cálculo del embrague de fricción de disco	95
7.7.2. Embrague de fricción de doble o múltiple disco	99
7.7.3. Embrague de fricción con pastillas cerámicas	100
7.8. Tiempo de actuación del embrague en arrancada	102
7.9. Consideraciones energéticas del embrague de fricción	107
7.10. Timonería	109
<b>CAPÍTULO - 8 - CAMBIO DE MARCHAS</b>	<b>119</b>
8.1. Introducción - objeto	119
8.2. Mecanismo de cambio de marchas manual	120
8.2.1. Funcionamiento	120
8.2.2. Dispositivo de sincronización	122
8.2.3. Varillaje del mecanismo de cambio	124
8.3. Cambios hidráulicos automáticos de marchas	125
8.3.1. Características	125
8.3.2. Sistemas de mando	126
8.3.3. Funcionamiento del sistema de mando	128
8.3.4. Los sistemas de engranajes planetarios	131
8.4. cambio de marchas robotizados o pilotados	148
8.5. caja de cambios con variación continua	151
8.6. caja de cambios "transeje" en motorización híbrida	152
8.6.1. Descripción y componentes	152
8.6.2. Modos de funcionamiento del vehículo	156
<b>CAPÍTULO - 9 - EJES Y SEMIEJES MOTRICES</b>	<b>159</b>
9.1. Introducción	159
9.2. Disposición histórica de la transmisión	160
9.3. Articulaciones en seco	161

**VOLUMEN - II -**

9.4. Articulación de aletas	162
9.5. La articulación universal tipo "Cardan"	162
9.5.1. Consideraciones cinemáticas. El homocinetismo	164
9.5.2. Comportamiento cinemático de las articulaciones "Cardan"	165
9.6. Articulación doble Glaenzer-Spicer	168
9.7. La articulación Tracta	169
9.8. Articulación homocinética GlaEnzer trípode	169
9.9. Articulación homocinética de bolas	170
9.10. Juntas longitudinales	171
9.10.1. Aspectos generales	171
9.10.2. Junta estriada clásica	173
9.10.3. Junta universal de bola y muñón	174
9.11. Cálculo del eje motriz	175
9.11.1. Cálculo de la resistencia	175
9.11.2. Análisis de los fenómenos vibracionales	175
9.12. Semiejes motrices	179
9.13. La tracción en eje directriz	182
9.14. Cálculo de semiejes motrices	183
9.14.1. Cálculo de resistencia	184
9.14.2. Análisis de fenómenos vibracionales	184
<b>CAPÍTULO - 10 - MECANISMO DIFERENCIAL</b>	<b>187</b>
10.1. Introducción - objeto	187
10.2. Mecanismos diferenciales clásicos: funcionamiento	188
10.2.1. Mecanismo diferencial de ruedas cónicas	189
10.2.2. Mecanismo diferencial con ruedas rectas	196
10.2.3. Tornillo sin-fin y rueda helicoidal	196
10.3. Mecanismos accesorios	197
10.4. Tipos de dentado	197
10.5. Cálculo del dentado	202
10.5.1. Cálculo del dentado corregido Gleason	202
10.5.2. Dentado de tornillo sin-fin y rueda helicoidal	207
10.6. Satélites y planetas	213
10.7. Mejora de la tracción del vehículo	213
10.7.1. Diferencial autoblocante o antideslizante	214
10.7.2. Acoplamiento de bloqueo	216
10.7.3. Compensador de curvas	216
10.7.4. Torsen	217
10.7.5. Acoplamiento viscoso	221
10.7.6. Control electrónico de la tracción	224

**VOLUMEN - II -**

---

10.7.7. El diferencial en vehículos eléctricos	225
10.8. La tracción total	226
10.8.1. Tracción a un eje; e insertable el otro eje	227
10.8.2. Tracción permanente a las cuatro ruedas	228

**BIBLIOGRAFÍA VOLUMEN - II -**

**I**