

Arquitectura mecánica del motor de combustión interna

ARMANDO HERNANDÉZ

Docente de Ingeniería Mecánica de la Universidad ECCI
<https://www.ecci.edu.co/publicaciones/>

ISBN 978-958-8817-47-7

<http://dx.doi.org/10.18180/LIBROECCI.ISBN.978-958-8817-47-7>

Editorial Universidad ECCI

Edición 1

Correctores de estilo: Cristhian García y Ginna Morera.

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

2020

Agradecimiento a la Universidad ECCI

Índice general

Índice de figuras	8
Tablas	12
Introducción	13
Capítulo 1	15
1. Normas de seguridad.....	15
Capítulo 2	19
2. Información general del motor.....	19
2.1. Indicaciones antes de iniciar el desmontaje con un motor de vehículo	20
2.1.1. Precauciones con fluidos.....	20
2.1.2. Desmontaje del motor del habitáculo	20
2.2. Cadena desensamble del motor.....	23
2.3. Recomendaciones para el ensamblaje.....	23
2.3.1. Ajuste de componentes del motor.....	24
Bibliografía	27
Capítulo 3	29
3. Parámetros técnicos del motor	29
3.1. Cilindrada.....	29
3.1.1. Relación de compresión.....	30
3.1.2. Par motor.....	30
3.1.3. Potencia	31
3.1.4. Consumo específico.....	31
3.1.5. Rendimiento.....	31
3.1.6. Curvas características	31
Bibliografía	33

Capítulo 4.....	35
4. Correas de accesorios.....	35
4.1. Correa trapezoidal.....	36
4.2. Correa Multi V.....	36
Bibliografía.....	37
Capítulo 5.....	xxxix
5. Pruebas de estado interno del motor.....	xxxix
Bibliografía.....	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 6.....	42
6. Sistema de distribución.....	42
6.1. Componentes.....	43
6.2. Desensamble.....	44
6.3. Inspección metrológica.....	47
6.3.1. Holgura axial eje de levas.....	47
6.3.2. Excentricidad del eje de levas.....	48
6.3.3. Mediciones del eje de levas.....	48
6.3.4. Mediciones de los soportes del eje de levas.....	49
6.4 Técnicas de rectificación en el eje de levas.....	51
Bibliografía.....	52
Capítulo 7.....	55
7. Cabeza de cilindros.....	55
7.1. Componentes.....	56
7.2. Desensamble.....	58
7.3 Inspección metrológica.....	58
7.3.1. Medición altura y planitud cabeza de cilindros (distorsión).....	59
7.3.2. Medición válvulas de cabeza de cilindros.....	60

7.3.3. Medición resorte de válvulas	63
7.3.4. Medición de la profundidad de la cabeza de válvula con respecto a la superficie de asentamiento de la culata.....	64
7.4. Técnicas de rectificación en cabeza de cilindros.....	66
7.4.1. Técnicas de rectificación, asientos y guías de válvulas	68
Bibliografía	70
Capítulo 8	72
8. Bloque de Cilindros	72
8.1. Tipos de bloques de cilindros	72
8.2. Inspección metrológica.....	73
8.2.1. Control del diámetro interno de los cilindros del motor.....	73
8.2.2. Control de la distorsión de superficies de asentamiento	74
8.2.3. Técnicas de rectificación en el bloque de cilindros	75
Bibliografía	78
Capítulo 9	80
9. Conjunto móvil	80
9.1. Rasgos tecnológicos	80
9.2. Inspección metrológica.....	82
9.2.1. Medición muñones cigüeñal	82
9.2.2. Medición pistones de motor	86
9.2.3. Medición de la luz entre puntas de anillos.....	88
9.3. Medición de la biela y bulón	90
9.4. Técnicas de rectificación en el conjunto móvil.....	91
Bibliografía	93
Lista de Publicaciones	¡Error! Marcador no definido.

Índice de figuras

Figura 1: Etiqueta de información. Universidad ECCI.....	15
Figura 2: Implementos de seguridad. Universidad ECCI.....	16
Figura 3: Datos técnicos del motor. Grupo VW motor company.	19
Figura 4: Desmontaje del motor. Ssanyong motor company.....	20
Figura 5: Desconexión de la batería. Isuzu motor company.....	21
Figura 6: Desmontaje del capó. Isuzu motor company.	21
Figura 7: Elevador para vehículo. Ssangyong motor company.....	22
Figura 8: Soporte del motor. YouTube.	23
Figura 9: Pasos desensamble de un motor. Kia motor company.	23
Figura 10: Zona plástica y elástica. Ajusa.es.....	24
Figura 11: Pautas de giro angular. Ford motor company.....	25
Figura 12: Medición de diámetro rosca. Nissan motor company.....	26
Figura 13: Medición de diámetro rosca. Nissan motor Company.....	26
Figura 14: Medición de diámetro rosca. Nissan motor company.....	30
Figura 15: Diferencias de relación de compresión en motores MEC y MEP. Autonocion.com.....	30
Figura 16: Par Motor. Motorpasion.com.	31
Figura 17: Curvas características motor. Motores.....	32
Figura 18: Correa de accesorios. Seat motor.	35
Figura 19: Correa trapezoidal. Mercado libre.com.....	36
Figura 20: Correa multi V. Dayco.	36
Figura 21: Tensor correa multi V. Ssangyong motor company.	37
Figura 22: Toma de compresión. Ssangyong motor company.....	xxxix
Figura 23: Prueba de fugas. Blogs eltiempo.com.	40
Figura 24: Sistema de distribución DOHC. Kia motor company.	42
Figura 25: Componentes sistema distribución. Volvo motor company. ...	44
Figura 26: Mandos de distribución tipo piñón. MWM motores.....	45
Figura 27: Mandos de distribución tipo cadena. Ssangyong motor company.....	46
Figura 28: Mandos de distribución tipo correa. Seat motor company.....	46
Figura 29: Medición holgura axial, eje de levas en la culata. Ford motor company.....	47
Figura 30: Medición holgura axial, eje de levas en bloque de cilindros.	

Isuzu motor company.	47
Figura 31:Excentricidad eje de levas. Toyota motor company.	48
Figura 32:Mediciones del eje de levas. Daewoo motor company.	48
Figura 33: Medición soporte del eje de levas en el bloque. Daewoo motor company.	50
Figura 34: Medición soporte del eje de levas en la cabeza de cilindros. Nissan motor company.	50
Figura 35: Rociado térmico en el eje de levas. Metaljet.	51
Figura 36: Buje eje de levas motor Cummins L 10. Partspowergenset.	52
Figura 37: Culata de cilindros y sus componentes. Mercedes Benz motor company.	55
Figura 38: Cabeza de cilindros. Volkswagen motor company.	56
Figura 39: Componentes cabeza de cilindros. Nissan motor company.	56
Figura 40:Múltiple de escape. Cummins motor company.	57
Figura 41: Multiple de escape. Volkswagen motor company.	58
Figura 42: Medición altura cabeza de cilindros. Ssangyong motor company.	59
Figura 43: Comprobación planitud cabeza de cilindros. Toyota motor company.	60
Figura 44: Medición altura cabeza de cilindros. Ssangyong motor company.	61
Figura 45: Comprobación margen cabeza válvula. Toyota motor company.	62
Figura 46: Comprobación holgura guía válvula. Daewoo motor company.	62
Figura 47:Verificación desviación del resorte. Toyota motor company. ..	63
Figura 48: Verificación desviación del resorte. Toyota motor company. .	64
Figura 49: Medición profundidad válvula. Daewoo motor company.	65
Figura 50:Fisura en la cabeza de cilindros. Mecanicabasicacr.com.	65
Figura 51: Prueba hidrostática. Comec.	66
Figura 52:Prueba hidrostática. Comec.	66
Figura 53: Equipo vertical de rectificación. Rectidama.	67
Figura 54: Equipo de rectificación horizontal. Recsel Motors.	67
Figura 55: Válvulas, guías y asientos. Alibaba.	68

Figura 56: Rectificadora de asientos de cabeza de cilindros. Indumotor. .	68
Figura 57: Base esmeril. Smazka.	69
Figura 58:Asentamiento manual de válvulas. Mercado libre.	69
Figura 59:Bloque de cilindros en V. Las palmas tecnología.	72
Figura 60: Bloque cilindros, diseño en línea. Seat motor company.....	73
Figura 61:Comprobación de conicidad y ovalización de cilindros motor. Toyota motor company.	73
Figura 62: Verificación de planitud del bloque de cilindros. Toyota motor company.	74
Figura 63: Montaje de camisa de cilindro por contracción. Motor service international.	75
Figura 64: Instalación de camisa de cilindro del tipo húmeda. Docplayer.es.	76
Figura 65:Rectificación de bancada bloque motor. Rectificadora de motores Badilla.....	76
Figura 66: Rectificación de bancada bloque motor. Rectificadora de motores Badilla.....	77
Figura 67: Cubiertas del sistema de refrigeración en el bloque de cilindros. Auto images and specifications.....	77
Figura 68: Prueba hidrostática en bloque de cilindros. Comeca.	77
Figura 69: Conjunto móvil motor. Grupo VW motor company.....	80
Figura 70: Partes del cigüeñal. Mantenimiento de motores térmicos de 2 y 4 tiempos.	81
Figura 71: Biela sinterizada. Mercado libre.	81
Figura 72: Medición muñón cigüeñal. Cummins motor company.	82
Figura 73:Puntos de comprobación de muñones cigüeñal. Nissan motor company.	82
Figura 74: Instalación de arandelas de control axial. Toyota motor company.	83
Figura 75: Casquetes de bancada. Cummins motor company.	84
Figura 76: Comprobación expansión calibre plástico en cigüeñal. Toyota motor company.	84
Figura 77: Tipos de calibres plásticos.Ebay.es.....	85
Figura 78: Comprobación holgura axial cigüeñal. Toyota motor company.	

.....	86
Figura 79: Verificación diámetro falda de pistón. Iveco motor company.	87
Figura 80: Verificación holgura entre pistón y cilindro motor. Iveco motor company.	87
Figura 81: Comprobación tolerancia entre anillo y pistón. Toyota motor company.	87
Figura 82: Verificación holgura entre puntas de anillos. Toyota motor company.	88
Figura 83: Pautas para el montaje de anillos en pistón motor. Nissan motor company.	89
Figura 84: Comprobación alineación de la biela y holgura entre buje de biela y pasador pistón. Iveco motor company.	90
Figura 85: Verificación ovalización de la cabeza de la biela. Cummins motor company.	91
Figura 86: Equipo de rectificación cigüeñal. Laguiadelmecánico.	91
Figura 87: Equipo de rectificación de bielas. Imet.com.	92
Figura 88: Rectificación de círculo de biela. Cserrano.	92

Tablas

Tabla 1: Datos técnicos del motor. Grupo VW motor company.....	19
Tabla 2: Prueba de fugas. Blogs eltiempo.com.....	40
Tabla 3: Medición holgura axial, eje de levas en bloque de cilindros. Isuzu motor company.....	48
Tabla 4: Excentricidad eje de levas. Toyota motor company.....	48
Tabla 5: Ejercicio medir eje de levas.	49
Tabla 6: Ejercicio altura del eje de levas.	49
Tabla 7: Promedio ovalamiento.....	50
Tabla 8: Medición altura cabeza de cilindros. Ssangyong motor company.:	59
Tabla 9: Medición superficie de asentamiento de culata.	60
Tabla 10: Medición altura cabeza de cilindros. Ssangyong motor company.	61
Tabla 11:Comprobación margen cabeza válvula. Toyota motor company.	62
Tabla 12: Tolerancia válvula guía.....	63
Tabla 13: Verificación desviación del resorte. Toyota motor company. ...	64
Tabla 14: Medición profundidad válvula. Daewoo motor company.	65
Tabla 15: Comprobación de conicidad y ovalización de cilindros motor. Toyota motor company.	74
Tabla 16: Planitud lado superior (cabeza de cilindros).....	75
Tabla 17:Ejercicio muñón.	83
Tabla 18: Valores de calibre plástico.....	85
Tabla 19: Holgura Axial Cigüeñal.....	86
Tabla 20: Ejercicio pistón.	86
Tabla 21: Ejercicio tolerancia anillo ranura.	88
Tabla 22: Ejercicio tolerancia entre puntas de anillo.	89
Tabla 23: Holgura entre biela y bulón.....	90
Tabla 24: Ejercicio ovalización biela.	91

Introducción

Armando Alfredo Hernández Martín
Docente Universitario
Universidad ECCI
Febrero 2020

La movilidad y comunicación son la base del crecimiento de la humanidad, inclusive desde tiempos remotos. Posteriormente llegó el motor a vapor en la revolución industrial, pasando por el motor eléctrico y, para el siglo XIX, el motor de combustión MCI, siendo una tecnología que aún aporta al avance económico, social y ambiental del mundo.

Inicialmente, Alphonse Beau de Rochas (galo de nacimiento), desarrolló estudios y patentó a su vez el fenómeno, concepto de la transformación de energía mecánica en calor; a partir de entonces, tras una dedicación ardua y estudios intensos, el ciudadano alemán llamado “Nicolaus August Otto” en 1876 solicitó la patente titulada Gasmotor, la cual fue obtenida a nombre de la Gasmotoren Fabrik (Payri Desantes, 2011, pág. 2). Después, aparece en escena “Rudolf Christian Karl Diésel”, quien registró el 28 de febrero de 1892 el motor de combustión interna con su apellido “Diésel”. Este en sus inicios usaba como combustible aceite vegetal, específicamente aceite de maní. A su vez, el ingeniero alemán Félix Wankel desarrolló un motor de combustión; este ilustre ciudadano, sin partir del principio del movimiento alternativo, logró romper el paradigma de diseño de motor de combustión interna y contó con el apoyo de la marca Mazda, la cual ha colocado en circulación alrededor de 2 millones de motores Wankel. Los anteriores y otros destacados en múltiples literaturas fueron artífices de la consolidación de esta tecnología y de los alcances que hoy son evidentes en el diario vivir.

Así las cosas, los desarrollos para lograr motores de combustión interna más eficientes y afables con el medio ambiente, han hecho del motor de combustión interna un objeto de estudio de primer interés a nivel global para los sectores involucrados con esta tecnología, sin desconocer la etapa de transición actual, la cual permite vislumbrar prototipos y modelos viables de nuevas motorizaciones (híbrido y/o eléctrico); es de destacar el buen recaudo de motores de combustión interna en funcionamiento y con

diversas aplicaciones, lo que implica que los procesos de reconstrucción y/o reparación son parte de la economía actual y de la sostenibilidad de muchas empresas asociadas a los sectores económicos del mundo.

Esta guía de laboratorio es una invitación a reconocer los tópicos en torno a la arquitectura automotriz del motor de combustión interna con una fuerte componente en los procesos de comprobación: 1) metrológica, lo cual permite determinar el estado de desgaste de componentes con base a los parámetros de fábrica; 2) posteriormente, sigue la reconstrucción y/o reemplazo en rectificadora; (aquí es de resaltar los procesos de desbaste, reconstrucción y reemplazo que se realizan en algunos componentes de motor); 3) finalmente, ajuste y verificación, donde está el ensamble de componentes con repuestos nuevos. Todo lo anterior en un horizonte guiado por la información técnica de fábrica, apoyado en equipos y herramientas para lograr obtener una reparación con resultados valorables en rendimiento y aporte al medio ambiente.

Capítulo 1

1. Normas de seguridad



TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ

UNIVERSIDAD
ECCI
PROGRAMA EDUCACION EMPRESARIAL

NOMBRES _____

APELLIDOS _____

GRUPO _____

SEMESTRE _____

Figura 1: Etiqueta de información. Universidad ECCI.

Tener en cuenta el Manual de Convivencia de la ECCI, capítulo 10 artículo 62. El reglamento sobre las disposiciones legales vigentes para la Universidad ECCI sobre seguridad y salud en el trabajo.

- Protección respiratoria
- Guantes industriales
- Protección auditiva
- Calzado de seguridad
- Protección corporal
- Protección visual
- Casco



Figura 2: Implementos de seguridad. Universidad ECCI.

Todas las personas que se encuentren al interior de los talleres deben cumplir de manera obligatoria las normas de seguridad, de acuerdo a las establecidas por la Ley 9/1979, Decreto 1295/1994, Resolución 2400/1979, Resolución 1016/1986. Las siguientes normas de seguridad son:

1. El ingreso al taller debe hacerse estrictamente con los elementos de protección individual entregados, asignados o requeridos: botas de seguridad, overol, tapa oídos, gafas y guantes. Si hay estudiantes con cabello largo, este debe estar recogido y sujeto con cofia u otro elemento que brinde seguridad.
2. Se deben retirar todos los accesorios (pulseras, anillos, aretes largos, reloj, o cualquier elemento que pueda entrar en contacto con el equipo o herramienta y generar daño a su integridad física.
3. El correcto uso de los elementos de protección individual es "obligatorio", y está amparado por la legislación laboral y de seguridad industrial, arriba citada. El profesor o los estudiantes que no cumplan esta disposición recibirán comunicación escrita por parte de Salud Ocupacional, y será sancionando tal comportamiento.
4. La permanencia de los trabajadores y estudiantes en las áreas de trabajo, debe limitarse única y exclusivamente al tiempo que se tiene asignado. Los desplazamientos a otras áreas deben ser de conocimiento y autorización del jefe de taller encargado del área.

5. Las máquinas que se encuentren en los talleres deberán tener amplia y suficiente señalización y no podrán ser operadas sin supervisión.
6. El puesto de trabajo (práctica) debe estar en óptimas condiciones de orden y aseo. Para esto, cada estudiante debe contar con los implementos necesarios para cumplir este propósito, y, al terminar la jornada, el puesto de trabajo debe quedar limpio y libre de obstáculos.
7. Los corredores y las vías de acceso deben estar debidamente demarcados y permanecer sin elementos que obstaculicen el libre tránsito por ellas mismas cuando se usen temporal, parcial o definitivamente, para que no generen accidentes por dicha obstaculización.
8. Transite siempre por su derecha. Esta recomendación es importante pues es la manera de evitar incidentes y accidentes en vías de evacuación, zonas peatonales, escaleras, etc.
9. El consumo de alimentos o bebidas en los talleres **NO ESTÁ PERMITIDO**, ya que se pueden ocasionar incidentes o accidentes de trabajo relacionados con la integridad del estudiante o funcionario, pérdida de información, daños a equipos o maquinaria; además de las consecuencias para la imagen de la Universidad ECCI ante propios y visitantes. Si el estudiante o profesor tiene dicho comportamiento, asumirá las consecuencias señaladas.

Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones en todas las prácticas por desarrollar: use siempre el overol institucional, mantenga limpio y ordenado el lugar destinado a las prácticas, no utilice ayudas didácticas sin previa autorización, disponga de las herramientas apropiadas y manténgalas limpias, siga las normas e instrucciones. Si desconoce procedimientos, uso de equipos y herramientas, consulte al monitor o al docente; los elementos pesados se deben levantar con ayuda de polipastos y/o equipos tipo “grúa”.

Capítulo 2

2. Información general del motor

Todo motor utilizado en cualquier aplicación automotriz y/o industrial, debe tener descritas sus características más importantes. Esta información permite de manera pronta conocer las particularidades del motor, en el caso de la ilustración -3-, se aprecian las características del motor, generalmente están en una plaqueta sobrepuesta.



DATOS TÉCNICOS	DEKA / CXMA
Arquitectura	4 cilindros
Cilindrada	1596cc
Diámetro cilindros	79,5mm
Carrea de cilindros	80,5 mm
Potencia máxima. (3.500-4.000r.p.m)	81 kW / 85 kW
Par máximo. (1.500-3.000 r.p.m)	250 Nm
Gestión motor	Besch EDC 17
Catalizador	4 vías
Filtro de partículas	SI
Sonda lambda anterior	Banda ancha
Sonda lambda posterior	Banda ancha
Distribución variable	No
Normativa emisiones	EU6
Árboles contrarrotantes	No

Figura 3: Datos técnicos del motor. Grupo VW motor company.

Marca y modelo motor asignado	
Número de motor	
Cilindrada total	
Potencia/ rpm	
Torque/rpm	
Holgura válvulas admisión / escape	

Tabla 1: Datos técnicos del motor. Grupo VW motor company.