

Basado en la Sexta Edición  
en Inglés de  
**ENGINE SERVICE**  
**Automotive Machining and Engine Repair**

**Copyright**  
**1980, 1986, 1994, 2001**  
**ISBN 0-13-277849-1**  
**Edición Revisada 2006**  
**ISBN 0-9787415-0-1**

**Edición en Español**  
**2006**  
**0-9787415-1-X**

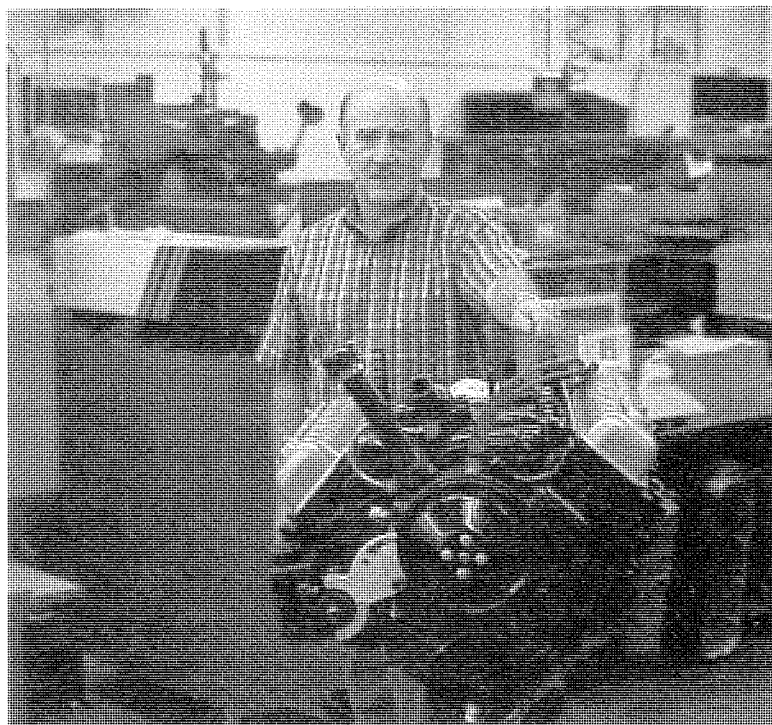
**Décima Edición**  
**Diciembre de 2006**

Traducido al Español por  
**Frank Agostino**

Diseño y diagramación  
**Carola Gonzalez Rostoll**

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de  
este libro puede ser reproducida en ninguna forma  
y por ningún medio sin el permiso escrito de su autor.

**Página Web: [www.engine-books.com](http://www.engine-books.com)**



### Acerca del Autor

Gary Lewis comenzó a desarrollar su interés en todo lo relacionado con la mecánica a una edad temprana, reparando sus viejos automóviles propios y fabricando equipamiento para chacras. Obtuvo su entrenamiento formal con el aprendizaje en el maquinado de partes para motores de aviones. Después de acumular varios años más de experiencia, volvió a la facultad y obtuvo los títulos de Bachiller y Máster en la Universidad del Estado de California, en San José.

Durante el período como estudiante adulto en la Universidad del Estado de California, el Sr. Lewis aceptó una asignación de tiempo parcial como profesor en el maquinado de máquinas-herramienta en la Facultad "De Anza" en Cupertino, California. En 1969 fue contratado a tiempo completo en esa facultad, y allí comenzó a ejecutar programas sobre Máquinas-Herramienta y Tecnologías Automotrices, reconocidos a nivel nacional. Además fue consultado en cuanto al desarrollo de programas en otras universidades y también para la industria privada.

Continuando con su amor por los motores, en 1972 el Sr. Lewis comenzó a desarrollar un programa sobre Mecanizado Automotriz en De Anza. Con esta asignación, él comprendió que debía desarrollar sus propios materiales para la enseñanza mediante una mezcla apropiada de maquinado y tecnología de motores. En ese entonces, otros materiales para la enseñanza eran más bien enteramente académicos, o limitados al ensamble y reemplazo de autopartes. Lentamente, los materiales desarrollados para la enseñanza en este programa se fueron acumulando y se convirtieron en un libro de texto corriente.

En 1985 ganó reconocimiento por presentar a la Asociación de Rectificadores Automotrices los procesos de tecnología que él desarrolló para el enderezado de las tapas (cabezas) de cilindros de aluminio y la reducción de fatiga en ese metal. Este proceso ha sido desarrollado en un tiempo que comenzó a mediados de 1970 coincidiendo con el considerable incremento de las importaciones de motores con árbol de levas en la cabeza. Desde su presentación en 1985, tal proceso se transformó en estándar para la industria.

# CONTENIDO

## 1 SEGURIDAD EN EL TALLER MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Capítulo - Página

Riesgos al levantar objetos pesados . . . . .	1-1
Accidentes durante la instalación . . . . .	1-2
Riesgos respiratorios en el taller . . . . .	1-2
Abuso de sustancias químicas en el lugar de trabajo . . . . .	1-3
Pautas de seguridad generales . . . . .	1-3
Manejo de materiales peligrosos . . . . .	1-6
Prácticas para un mejor funcionamiento . . . . .	1-8
Resumen . . . . .	1-11
Preguntas de repaso . . . . .	1-12

## 2 FUNDAMENTOS DEL MAQUINADO

Procesos de maquinado . . . . .	2-1
Materiales de las herramientas . . . . .	2-4
Glosario de las herramientas de corte . . . . .	2-5
Herramientas de punta simple . . . . .	2-6
Fresadoras . . . . .	2-8
Mechas (brocas), calisuares (rimas) y otras herramientas perforadoras . . . . .	2-9
Esmerilado y rectificación . . . . .	2-13
Velocidades y alimentadores . . . . .	2-14
Instalación y montaje de máquinas . . . . .	2-16
Corrección de la alineación entre centros . . . . .	2-18
Alineación de ejes . . . . .	2-20
Resumen . . . . .	2-21
Preguntas de repaso . . . . .	2-22

## 3 HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN

Comprensión de las especificaciones y tolerancias . . . . .	3-1
Cálculo de expansión térmica . . . . .	3-3
Comparando unidades de medida . . . . .	3-4
Uso del micrómetro . . . . .	3-5
Mediciones de transferencia . . . . .	3-7
Uso de indicadores de cuadrante . . . . .	3-9
Uso del comparador de cuadrante . . . . .	3-10
Uso de calibres . . . . .	3-11
Control de la alineación . . . . .	3-11
Medición del acabado de superficies . . . . .	3-12
Medición del espesor de las piezas de fundición . . . . .	3-13
Resumen . . . . .	3-14
Preguntas de repaso . . . . .	3-15

## 4 TORNILLOS DE SUJECCIÓN

Determinación de la resistencia de los tornillos . . . . .	4-1
--	-----

Comparando fuerza de sujeción y torsión . . . . .	4-3
Identificación de roscas . . . . .	4-3
Uso de roscas de tubos y conexiones . . . . .	4-4
Remoción de tornillos rotos . . . . .	4-5
Instalación de espirales helicoidales . . . . .	4-6
Remoción de herramientas rotas . . . . .	4-7
Resumen . . . . .	4-8
Preguntas de repaso . . . . .	4-9

**5 TEORÍA DEL MOTOR**

El ciclo de cuatro tiempos . . . . .	5-1
Motores de encendido por compresión (Diesel) . . . . .	5-3
Puesta a punto de válvulas y árbol de levas . . . . .	5-4
Configuraciones del tren de válvulas . . . . .	5-5
Filtros de válvula y compensadores de luz de juego . . . . .	5-7
Lubricación del motor . . . . .	5-10
Aceites de motor . . . . .	5-12
Mediciones del motor . . . . .	5-15
Encajes y espacios libres . . . . .	5-17
Operación del sistema de enfriamiento . . . . .	5-18
Eficiencia de la combustión . . . . .	5-19
Resumen . . . . .	5-22
Preguntas de repaso . . . . .	5-23

**6 DIAGNÓSTICO DEL MOTOR**

Búsqueda de señales de desgaste del motor . . . . .	6-2
Verificación del armado del block . . . . .	6-2
Prueba del balance de potencia . . . . .	6-3
Prueba de compresión . . . . .	6-4
Prueba de fuga en el cilindro . . . . .	6-5
Verificación de la sincronización de las válvulas . . . . .	6-5
Prueba de vacío del múltiple . . . . .	6-7
Prueba de contrapresión de escape . . . . .	6-8
Diagnóstico de ruidos del motor . . . . .	6-9
Prueba de presión de aceite del motor . . . . .	6-10
Prueba de los sistemas de enfriamiento . . . . .	6-12
Resumen . . . . .	6-13
Preguntas de repaso . . . . .	6-14

**7 DESARME DEL MOTOR**

Sugerencias para el desarme del chasis . . . . .	7-1
Desarme de las tapas (cabezas) de cilindros . . . . .	7-2
Numeración de las bielas . . . . .	7-3
Escariado de los rebordes . . . . .	7-5
Remoción de ensambles de biela y pistón . . . . .	7-5
Remoción de la cadena de distribución y las ruedas dentadas . . . . .	7-6
Remoción del cigüeñal . . . . .	7-7
Desmontaje del árbol de levas y levadores en motores con vástagos (varillas) de empuje . . . . .	7-7
Desmontaje de los cojinetes del árbol de levas . . . . .	7-8

.4-3	Remoción de los tapones de aceite y de block	7-8
.4-3	Resumen	7-10
.4-4		
.4-5	Preguntas de repaso	7-11
.4-6		
.4-7		
.4-8	<b>8 LIMPIEZA DE LAS PARTES DEL MOTOR</b>	
.4-9	Uso de solventes y soluciones frías	8-2
	Limpieza en recipientes calientes	8-2
	Desengrase en hornos	8-3
	Uso del granallado (chorro de municiones) sin aire	8-4
	Chorro de bolillas de vidrio	8-4
.5-1	Chorro de bicarbonato de soda	8-5
.5-3	Limpieza con chorro de agua de alta presión	8-5
.5-4	Limpieza de pequeñas partes en tambor giratorio	8-5
.5-5	Uso de herramientas manuales y mecánicas	8-6
.5-7	Remoción de óxido y escamas	8-7
.5-10	Trabajar bajo reglamentaciones	8-7
.5-12	Resumen	8-9
.5-15		
.5-17	Preguntas de repaso	8-10
.5-18		
.5-19		
.5-22	<b>9 TREN DE VÁLVULAS - INSPECCIÓN DE COMPONENTES</b>	
.5-23	Determinación del desgaste de las guías de válvulas	9-1
	Verificación de válvulas	9-2
	Verificación del tren de válvulas de gas natural	9-4
	Prueba de resortes de válvulas	9-5
	Inspección de árboles de levas, botadores y seguidores	9-5
.6-2	Inspección de balancines y varillas de empuje	9-9
.6-2	Verificación de la cadena de distribución y engranajes	9-11
.6-3	Verificación de tapas (cabezas) de cilindros	9-12
.6-4	Resumen	9-14
.6-5		
.6-5	Preguntas de repaso	9-15
.6-7		
.6-8		
.6-9	<b>10 INSPECCIÓN DE COMPONENTES DEL BLOCK DEL MOTOR</b>	
.6-10	Medición del desgaste de los cilindros	10-1
.6-12	Medición del espacio libre del pistón	10-2
.6-13	Verificación de los pistones	10-3
.6-14	Verificación de los espacios libres de los pernos de pistón	10-4
	Prueba de planicidad de superficie del block de cilindros	10-5
	Medición de los alojamientos de los cojinetes de bancada	10-5
	Verificación del cigüeñal	10-6
	Medición del diámetro interior de bielas	10-8
.7-1	Resumen	10-9
.7-2		
.7-3	Preguntas de repaso	10-10
.7-5		
.7-5		
.7-6	<b>11 DETECCIÓN Y REPARACIÓN DE GRIETAS</b>	
.7-7	Inspección mediante el uso de partículas magnéticas secas	11-1
.7-7	Inspección mediante el uso de partículas magnéticas húmedas	11-2
.7-8		

Uso de colorantes penetrantes	11-3
Prueba de presión en las fundiciones	11-3
Uso de pernos para reparar grietas	11-4
Perforaciones para detener grietas	11-7
Soldadura de tapas (cabezas) y blocks de hierro	11-7
Sellado de las fundiciones	11-9
Resumen	11-11
Preguntas de repaso	11-12

## 12 TREN DE VÁLVULAS - REACONDICIONAMIENTO DE LAS PARTES

Desmontaje y reemplazo de guías de válvulas	12-1
Moletado (estriado) de guías de válvulas	12-2
Adaptación de vástagos de válvulas de sobremedida	12-5
Reemplazo de guías de válvula integrales	12-5
Rectificación de válvulas y sus vástagos	12-10
Rectificación de los asientos de válvulas	12-11
Corte de los asientos de válvulas	12-15
Instalación de asientos de válvula	12-17
Fijación de los retenes de válvula	12-21
Reemplazo de los espárragos (birlos) de balancín	12-23
Corrección de la altura del resorte instalado	12-24
Corrección de la altura del vástago instalado	12-25
Rectificación del brazo de balancín	12-26
Cómo enderezar tapas (cabezas) de cilindros, de aluminio	12-27
Corrección de la línea central del árbol de levas en cabeza	12-30
Rectificación de árboles de levas, botadores y seguidores	12-32
Resumen	12-35
Preguntas de repaso	12-36

## 13 REACONDICIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL BLOCK DE MOTOR

Bruñido de cilindros en el reacondicionamiento general	13-1
Inspección y moletado (estriado) del pistón	13-2
Rectificación y bruñido de cilindros	13-4
Encamisado de cilindros	13-8
Mandrilado (corte) y bruñido en línea	13-9
Calce de pernos de pistón	13-12
Rectificación de los interiores de biela	13-15
Armado y alineación de pistones y bielas	13-18
Rectificación y pulido de cigüeñales	13-22
Rectificación de volantes y cambio de coronas	13-30
Reacondicionamiento de bombas de aceite	13-32
Resumen	13-35
Preguntas de repaso	13-37

## 14 RECTIFICACIÓN DE BLOCKS Y TAPAS (CABEZAS) DE CILINDROS

Comparación de máquinas rectificadoras	14-1
Precauciones generales	14-3
Corrección de la alineación del múltiple de admisión en motores en V	14-5
Determinación de las relaciones en motores en V	14-8

11-3	Rectificación de tapas de cilindros con levas a la cabeza	14-10
11-3	Rectificación de tapas de cilindros Diesel	14-11
11-4	Rectificación de tapas de cilindros refrigeradas por aire	14-11
11-7	Resumen	14-13
11-7		
11-9	Preguntas de repaso	14-14
11-11		
11-12	<b>15</b>	
	<b>BALANCEO DEL MOTOR</b>	
	Contrapeso de pistones y bielas	15-2
	Balanceo de bielas	15-3
	Balanceo de pistones y pernos	15-4
12-1	Balanceo de cigüeñales	15-5
12-2	Balanceo de volantes y embragues	15-8
12-5	Balanceo de convertidores de torsión	15-9
12-5	Balanceo con metal pesado	15-10
12-10	Sugerencias para un balanceo mínimo	15-10
12-11	Resumen	15-11
12-15		
12-17	Preguntas de repaso	15-12
12-21		
12-23		
12-24	<b>16</b>	
12-25	<b>ARMADO DEL MOTOR</b>	
12-26	Limpieza y eliminación de rebabas para el armado	16-1
12-27	Armado de tapas (cabezas) de cilindros	16-2
12-30	Instalación de tapones de bloque	16-3
12-32	Instalación del árbol de levas y sus cojinetes	16-3
12-35	Instalación de tapones para conductos de aceite	16-6
	Lo básico en el sellado de los ejes de rotación	16-7
12-36	Ajuste del sello principal trasero	16-8
	Instalación del cigüeñal y cojinetes de bancada	16-10
	Puesta a punto de las válvulas	16-13
	Instalación de aros (anillos) de pistón	16-16
	Instalación de conjuntos de biela y pistón	16-17
13-1	Montaje de la tapa (cabeza) de cilindros en el block del motor	16-18
13-2	Instalación de los balancines	16-19
13-4	Ajuste de válvulas	16-20
13-8	Instalación de la bomba de aceite	16-21
13-9	Pre-lubricación del motor	16-22
13-12	Instalación de las tapas de distribución	16-23
13-15	Sugerencias sobre juntas, sellos y selladores	16-24
13-18	Uso de una lista de control de armado	16-25
13-22	Prueba de marcha inicial sobre caballete	16-28
13-30	Armado de volantes y discos flexibles	16-28
13-32	Montaje de la campana del volante	16-30
13-35	Resumen	16-31
13-37	Preguntas de repaso	16-32
	<b>17</b>	
	<b>PREPARACIÓN DE MOTORES DE COMPETICIÓN (COMPETENCIA)</b>	
14-1	Mejorar la eficiencia	17-1
14-3	Mejoramiento del flujo a través de las lumbreras (puertos)	17-3
14-5	Bruñido por extrusión	17-6
14-8	Reducción de restricciones en las válvulas	17-7

Cómo tratar con bamboleos y remolinos	17-10
Sincronización de abertura de válvula y recorrido de pistón	17-11
Maximización de la presión en el cilindro	17-12
Relación de compresión estática	17-13
Selección del árbol de levas	17-16
Selección de árboles de levas para aspiración forzada	17-19
Combinación de sistemas de admisión con el motor	17-20
Combinación de sistemas de escape con el motor	17-22
Especificaciones básicas del motor	17-22
Realizar simulaciones con computadora	17-25
Afinación de motores de competición (competencia)	17-25
Proyecto: preparación de un motor de competición (competencia)	17-27
Motores deportivos compactos	17-35
Resumen	17-40
Preguntas de repaso	17-41

**18**

**INSTALACIÓN Y ABLANDE (ASENTAMIENTO) DEL MOTOR**

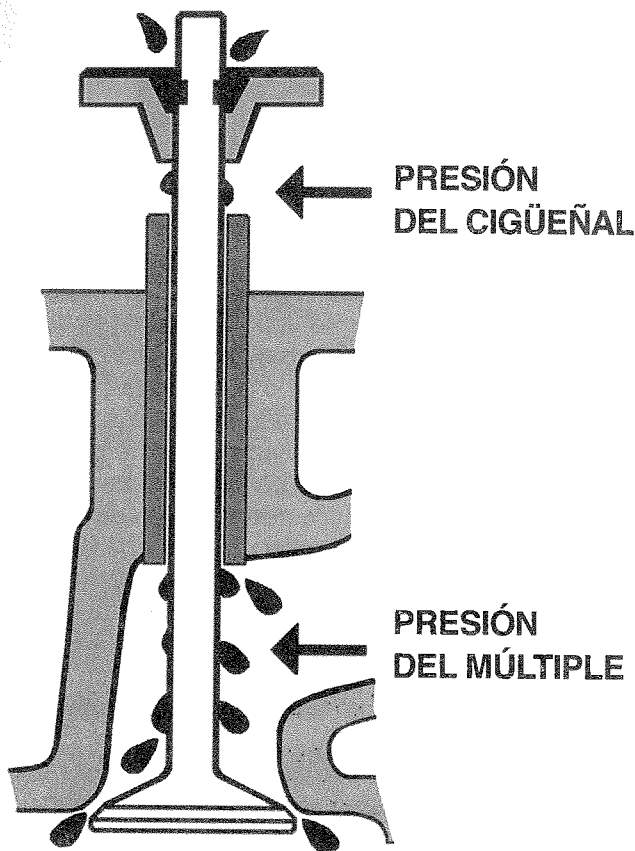
Desmontaje e instalación del motor	18-1
Inspección y reparación del sistema de enfriamiento	18-3
Preparación para las pruebas de emisión	18-4
Inspección final listado de prueba para instalación	18-5
Puesta en marcha y ablande (asentamiento) del motor	18-7
Seguimiento en la instalación del motor	18-7
Resumen	18-8
Preguntas de repaso	18-9

<b>CLAVE PARA LAS PREGUNTAS DE REPASO</b>	K-1
<b>GLOSARIO DE ABREVIACIONES</b>	K-2

**APÉNDICE CON TABLAS DE REFERENCIA**

Recomendaciones de torsión, sistema Inglés	A-1
Recomendaciones de torsión, sistema métrico	A-1
Recomendaciones de torsión, para tapón roscado	A-1
Conversiones de torsión	A-2
Equivalentes decimales para mechas (brocas)	A-3
Medidas de mechas (brocas) para machos (machuelos) de roscar, sistema Inglés	A-4
Medidas de mechas (brocas) para machos (machuelos) de roscar, sistema métrico	A-5
Medidas de mechas (brocas) para roscas helicoidales	A-5
Conversiones Inglesas a sistema métrico	A-6
Conversiones del sistema métrico al Inglés	A-7
Factores de conversión	A-8





**Fig.6-2** Succión de aceite a través de las guías de válvulas de admisión

### BÚSQUEDA DE SEÑALES DE DESGASTE DEL MOTOR.

Un motor gastado da señales externas de su condición. La más obvia es el humo gris azulado del escape que acompaña al aceite que se va quemando, aunque este humo no debe confundirse con el humo negro causado por una mezcla de combustible demasiado rica o la condensación del vapor del agua en el escape. El quemado de aceite causado por el pobre sellado de los aros (anillos) es de lo más evidente bajo aceleración, especialmente después que el motor ha estado andando en ralenti. En cambio, cuando el quemado de aceite es causado por el pasaje del mismo a través de las guías de válvulas, se hace más evidente bajo desaceleración.

Para entender cómo el aceite ingresa a la cámara de combustión, considerar primero que el vacío lo succiona. Segundo, considerar cuándo y dónde el vacío es el más grande. Bajo carga, por ejemplo, la velocidad del pistón es alta, el acelerador está abierto y el alto vacío en el cilindro succiona aceite hasta más allá de los aros (anillos) del pistón. Al desacelerar, la velocidad del

pistón es todavía alta, pero el acelerador está cerrado creando así un alto vacío en las lumbreras (puertos) de admisión, lo que succiona aceite a través de las guías de válvulas.

Por supuesto, la evidencia de esto puede aparecer en el humo de escape, ya que el oxígeno no es suficiente para quemar este aceite en la cámara de combustión, y la mayor parte del mismo es bombeada a los múltiples calientes a través de las lumbreras (puertos) de escape. Los convertidores catalíticos complican el diagnóstico visual del humo del escape porque convierten los hidrocarburos tan eficazmente que la evidencia del humo desaparece. Para un diagnóstico visual, evaluar el escape en los primeros minutos después de arrancar en frío, antes que el convertidor se caliente, y no confundir la señal de condensación del vapor del agua con el aceite quemado. Por supuesto, si el motor está quemando aceite, el convertidor eventualmente dejará de ser eficaz.

Los registros de kilometraje del consumo de aceite deben ser verificados para ayudar a evaluar el grado de desgaste del motor. Si bien el porcentaje normal del consumo de aceite varía ampliamente de un motor a otro, en uno muy gastado puede esperarse que use 0,946 litros de aceite (1/4 de galón) cada 1.600 Km (1.000 millas) o más. Esto es mucha cantidad de aceite si se considera que los fabricantes se han esmerado por mantener el consumo bajo para no contaminar o degradar los controles de emisión, tales como los sistemas de recirculación del gas del escape o los convertidores catalíticos.

Hay también una definida pérdida de potencia que acompaña al desgaste del motor, aunque tal pérdida puede no ser notada hasta que el motor esté andando bajo carga. A menudo el desgaste es tan gradual que la pérdida de potencia no se aprecia hasta que el motor es reacondicionado y vuelve a producir potencia plena nuevamente.

Buscar agua en el aceite o aceite en el agua. Estas condiciones son prueba de fallas en la junta o fisuras en las tapas (cabezas) de cilindros o blocks.

### VERIFICACIÓN DEL ARMADO DEL BLOCK

Hay una prueba para la combustión de gases en el sistema de enfriamiento llamada verificación del block. La presencia de gases es causada por fugas en la junta de las tapas (cabezas) de cilindros o roturas en las fundiciones del motor. Para realizar el control del block, extraer vapores desde la parte superior del tanque del radiador a través de la solución química de prueba (ver Fig. 6-3). Si se detectan gases de combustión, en la solución se produce un cambio de color del azul al amarillo.

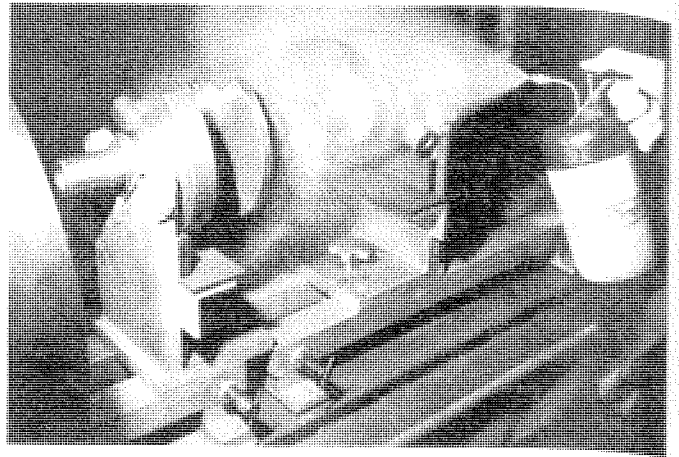


**Fig. 11-2** Grieta en un block de cilindros, visible por la prueba con partículas magnéticas

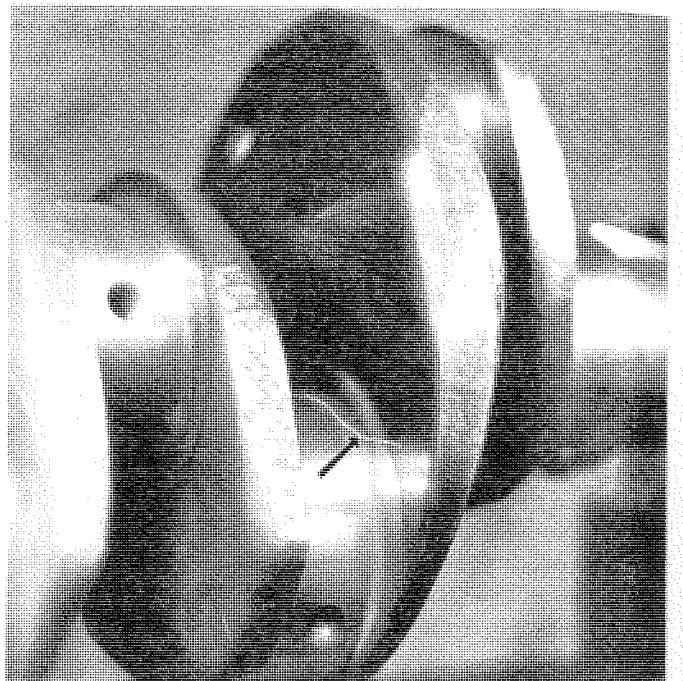
En tapas (cabezas) de cilindros y blocks de motor de hierro, usar la prueba de partículas magnéticas secas. No obstante tener en mente que para ver las grietas, las mismas deben cruzar las partes visibles de la fundición. Las áreas comunes revisadas con este método incluyen las cámaras de combustión y las lumbreras, agujeros moldeados, superficies del block y las nervaduras o costillas de los cojinetes de bancada. Las grietas internas en las fundiciones no pueden detectarse por este método porque no son visibles desde el exterior.

### INSPECCIÓN MEDIANTE EL USO DE PARTICULAS MAGNÉTICAS HÚMEDAS

Para detectar grietas en bielas y cigüeñales, usar el "magnaflux húmedo". Este proceso también utiliza partículas magnéticas, pero es más sensible que el flujo magnético seco. La diferencia es que las partículas magnéticas son fluorescentes y están suspendidas en aceite o agua, y se aplican por inmersión o rociado de las partes (ver Fig. 11-3). Igual que con la inspección en seco, limpiar las partes hasta el metal base antes de la prueba. Las posibles grietas se ven al colocar las partes en un campo magnético bajo luz negra (ver Fig. 11-4).



**Fig. 11-3** Rociar un cigüeñal con un solvente que porta partículas magnéticas



**Fig. 11-4** Un cigüeñal fisurado visto bajo luz negra

Como se mencionó, este proceso es considerablemente más sensible que la prueba en seco bajo luz normal, y a veces las partes muestran señales de ciclos de calentamiento y enfriamiento repentinos en el proceso de maquinado. La mayoría de estos síntomas son superficiales y no necesariamente conducen a fallas. El limpiar, lustrar y repetir la prueba en áreas sospechosas ayuda a eliminar falsas indicaciones de grietas. Ejemplos de grietas inaceptables son aquellas alrededor de los agujeros de los bulones (tornillos).

En razón de la intensidad del campo dispuesto para la inspección magnética húmeda, al finalizar se debe desmagnetizar las partes. Considerar los problemas potenciales que pueden surgir si un cigüeñal magnetiza-