

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL  
EJÉRCITO  
SEDE LATACUNGA**



**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE  
ENSAYOS VERIFICADOR DE FISURAS DE CULATAS DE MOTORES  
DE COMBUSTIÓN INTERNA, MEDIANTE PRUEBA HIDROSTÁTICA Y  
NEUMÁTICA”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AUTOMOTRÍZ**

**MUÑOZ VINUEZA ANDRÉS GONZALO  
REVELO ROSERO HUGO RAMIRO**

**Latacunga, 02 de Octubre 2009**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, MUÑOZ VINUEZA ANDRÉS GONZALO  
REVELO ROSERO HUGO RAMIRO

**DECLARAMOS QUE:**

El proyecto de grado denominado “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE ENSAYOS VERIFICADOR DE FISURAS DE CULATAS DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA, MEDIANTE PRUEBA HIDROSTÁTICA Y NEUMÁTICA” ha sido desarrollado en base a una exhaustiva investigación, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, 02 de Octubre 2009

---

**REVELO ROSERO HUGO RAMIRO**

CI. No. 040130308-6

---

**MUÑOZ VINUEZA ANDRÉS GONZALO**

CI. No. 171975429-1

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN**

**Nosotros:                    Muñoz Vinueza Andrés Gonzalo**  
**Revelo Rosero Hugo Ramiro**

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE ENSAYOS VERIFICADOR DE FISURAS DE CULATAS DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA, MEDIANTE PRUEBA HIDROSTÁTICA Y NEUMÁTICA” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, 02 de Octubre 2009

---

**REVELO ROSERO HUGO RAMIRO**

CI. No. 040130308-6

---

**MUÑOZ VINUEZA ANDRÉS GONZALO**

CI. No. 171975429-1

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**CERTIFICADO**

ING. FABIÁN SALAZAR (DIRECTOR)  
ING. OSWALDO JÁCOME (CODIRECTOR)

**CERTIFICAN:**

Que el trabajo “**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE ENSAYOS VERIFICADOR DE FISURAS DE CULATAS DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA, MEDIANTE PRUEBA HIDROSTÁTICA Y NEUMÁTICA**” realizado por los señores: **MUÑOZ VINUEZA ANDRÉS GONZALO y REVELO ROSERO HUGO RAMIRO** ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico - técnico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional de nuestros alumnos, Si se recomienda su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizan a los señores: **REVELO ROSERO HUGO RAMIRO, MUÑOZ VINUEZA ANDRÉS GONZALO** que lo entreguen al **ING. JUAN CASTRO**, en su calidad de Coordinador de Carrera.

.

Latacunga, 02 de Octubre 2009.

---

Ing. Fabián Salazar  
**DIRECTOR**

---

Ing. Oswaldo Jácome  
**CODIRECTOR**

## CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por: **Muñoz Vinueza Andrés Gonzalo y Revelo Rosero Hugo Ramiro**, bajo nuestra supervisión.

---

**ING. FABIÁN SALAZAR**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**ING. OSWALDO JÁCOME**  
**CODIRECTOR DE PROYECTO**

---

**ING. OSWALDO JÁCOME**  
**DIRECTOR DE CARRERA**

---

**DR. RODRIGO VACA**  
**SECRETARIO ACADÉMICO**

## **AGRADECIMIENTO**

En esta etapa de mi vida al ver culminado una de mis más importantes metas impuestas a mi mismo para mi superación. Es necesario hacer mi más profundo agradecimiento principalmente a mi madre por los grandes esfuerzos y sacrificios realizados en cada uno de los días de mi vida con la ayuda de mi padre. A mis hermanos por el apoyo y cariño brindado a lo largo de nuestro crecimiento y formación. A mis familiares en general quienes han contribuido con apoyo, consejos y afecto. A mis grandes amigos quien cada uno sabe que lo es, por saber escucharme, motivarme y apoyarme en cada una de las experiencias y reuniones memorables de la vida, con el fin de salir adelante aprendiendo uno de otro, para ser personas de bien. A la institución ESPE Latacunga y sus profesores, en especial a los Ingenieros Oswaldo Jácome y Fabián Salazar, Director y Codirector, que han contribuido a la culminación de este proyecto científico. Y por último y más importante, a Dios, quien ha sido mi apoyo espiritual en los momentos de desesperación y felicidad.

**Andrés G. Muñoz V.**

## **DEDICATORIA**

El logro profesional que he adquirido se lo dedico a mi madre, quien es la responsable directa de mi éxito. Por su apoyo afectivo y económico, pero sobre todo, por su ejemplo de superación, sacrificio y amor a su familia. También dedico este trabajo a mis hermanos como un ejemplo de hermano mayor. En el cual les demuestro que el mundo no se le acerca a nadie, si es que uno mismo no lucha por lograr las metas que se propone para alcanzarlo. Finalmente mi dedicación más agradecida es para mi Dios quien ha respondido a cada una de mis plegarias y ha sabido abrirme las puertas de las oportunidades y soluciones más definitivas a lo largo de mi vida.

**Andrés G. Muñoz V.**

## **AGRADECIMIENTO**

Al terminar esta etapa y haber culminado con satisfacción mi vida de estudiante, hago mi más sincero agradecimiento principalmente a mi madre Charito y a mi padre Ramiro por que ellos son el puntal de mi vida, ya que siempre conté con su apoyo moral y económico, yo he logrado salir adelante gracias a ellos. A mis hermanos Santiago, Milena y Evelyn por que ellos siempre han estado en las buenas y en las malas. A mis amigos por darme ánimos de seguir adelante y luchar siempre por mis ideales. A mis familiares por haberme dado ese animo de estudiar y lograr ser una persona de bien para la sociedad. A la Escuela Politécnica del Ejercito Sede Latacunga y a sus docentes principalmente a mi director Ing. Oswaldo Jácome y codirector Ing. Fabián Salazar quienes a mas de haber sido mis profesores ellos son mis amigos dándome consejos de bien para mi. Por ultimo quiero agradecer a Dios por cuidarme siempre y en todo lugar, el fue mi apoyo espiritual.

**Hugo R. Revelo R.**



## **DEDICATORIA**

Mi logro profesional obtenido se lo dedico a mis padres Charito y Ramiro, ya que ellos me apoyaron en todo sentido, tanto económicamente, moralmente, afectivamente, gracias a su sacrificio yo pude culminar mi carrera profesional, nunca me olvidaré unas palabras de mi padre “Mijo, usted luche con sus estudios y yo veo la parte económica con mi trabajo”. También este logro profesional se lo dedico a mis hermanos, con lo cual les demuestro que nada viene fácil en la vida todo esta hecho a base de sacrificio y eso es lo que más vale. Por ultimo se lo dedico a mi Dios quien siempre me ha cuidado y me ha librado de todo mal.

**Hugo R. Revelo R.**

## **PRÓLOGO**

Los tipos de fallas o fisuras en un motor son variadas y de distintas naturaleza. En nuestro proyecto nos hemos centrado solo a las relacionadas a los cabezotes o culatas del motor, tema en el cual hemos realizado este equipo de prueba práctico para su detección.

A lo anterior vale recalcar que en gran parte de las rectificadoras de nuestro país se hace uso de la prueba de estanqueidad por medio neumático – hidrostático de manera empírica y desordenada, razón por la cual hemos visto la necesidad de diseñar de forma científica y practica un equipo optimizado y automatizado para este fin, contribuyendo así para la facilidad y necesidad de técnicos automotrices.

## **OBJETIVOS**

### OBJETIVO PRINCIPAL:

Diseñar, construir e implementar un banco de ensayos verificador de fisuras de culatas de motores de combustión interna, mediante prueba hidrostática y neumática, para satisfacer la necesidad de comprobación de fisuras en las culatas más diagnosticadas por técnicos en nuestro país.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Diseñar y construir un sistema en el que se logre la hermetización del elemento a analizar, en este caso una culata o cabezote por medio del seleccionamiento de materiales para lograr este fin.

Una vez construido el elemento en que se va a hermetizar al cabezote, diseñamos y construimos al armazón o cuerpo que maniobrará al elemento hermetizador con el fin de conseguir disponibilidad para ejecutar la práctica y así detectar las fisuras en el cabezote.

Construido el banco procedemos a darle apariencia estética con el pulido de las partes soldadas, masillado de las partes irregulares, el fondeado del banco en general, y por ultimo el pintado completo del mismo, dándole así un buen acabado estético.

## **JUSTIFICACIÓN**

El medio en el que nos desenvolvemos y la difícil accesibilidad a equipo escaso o costos, ha motivado a nuestra habilidad, creatividad e ingenio para el diseño y construcción del banco, para así poder cubrir una necesidad técnica en la detección de fallas en las culatas analizadas por técnicos automotrices.

Otro beneficio encontrado para la razón de dar inicio con este proyecto científico es la de la creación del banco en planos con el fin de una fácil duplicación o reproducción para así facilitar el diseño a personas interesadas en su adquisición, ya que su creación fue de antemano pensada en un modelo atractivo, práctico y útil con el fin de un interés posible reproducción y venta.

## ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	ii
CERTIFICADO.....	iii
CERTIFICACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO 1.....	v
DEDICATORIA 1.....	vi
AGRADECIMIENTO 2.....	vii
DEDICATORIA 2.....	viii
PRÓLOGO.....	ix
OBJETIVOS.....	x
JUSTIFICACIÓN.....	xi
ÍNDICE.....	xii

### **CAPÍTULO I**

#### **I. ESFUERZOS MECÁNICOS Y TÉRMICOS A LOS QUE SE ENCUENTRA SOMETIDO UNA CULATA**

1.1 Esfuerzos Mecánicos.....	1
1.1.1 Movimiento del sistema biela – manivela.....	1
1.1.2 Fuerzas que actúan en los elementos móviles del motor en el sistema Biela-Manivela.....	3
1.1.3 Cálculos de esfuerzos a los que se encuentra sometido un M.C.I.	4
1.1.4 Gráfica Presión - Volumen de un M.C.I.....	8
1.1.5 Conclusiones de las causas de fisuras por efecto físicos.....	9
1.2 Esfuerzos Térmicos.....	9

1.2.1	Balance Térmico.....	9
1.2.2	Eficiencia térmica del motor.....	10
1.2.3	Rendimiento calórico.....	10
1.3	Precauciones para evitar averías en el sistema de refrigeración.....	11
1.3.1	Introducción.....	11
1.3.2	Principales averías en el sistema de refrigeración.....	11
1.3.3	Deficiencias del sistema de refrigeración.....	17
1.3.4	Conclusiones de las causas de fisuras por efecto térmico.....	18

## **CAPÍTULO II**

### **II. FALLAS DE MONTAJE U OPERACIÓN DE LA CULATA Y SOLUCIONES**

2.1	La Culata.....	20
2.1.1	Introducción.....	20
2.1.2	Construcción.....	21
2.1.3	Materiales.....	22
2.2	Pernos de la culata.....	23
2.2.1	Diseño actual de los pernos de la culata.....	24
2.2.2	Importancia del remplazo de pernos en la culata.....	25
2.2.3	Conclusiones de las causas de fisuras por efecto de fallas en los pernos de la culata.....	26

2.3	Fallas de montaje y operación de culatas.....	26
2.3.1	Inconvenientes y mantenimiento.....	26
2.3.2	Prevención de fallas de las juntas de culata.....	27
2.3.3	Como apretar la culata por registro SAE.....	29
2.3.4	Especificaciones de fábrica.....	31
2.4	Comprobaciones y soluciones para culatas.....	31
2.4.1	Comprobaciones previas al rectificado.....	31
2.4.2	Comprobaciones de superficies y plenitud.....	33
2.4.3	Comprobaciones de estanquidad.....	35
2.4.4	Conclusiones de las causas de fisuras por efecto de fallas mecánicas en la culata.....	36

## **CAPÍTULO III**

### **III. DISEÑO DE LOS SISTEMAS EN PLANOS DEL BANCO**

3.1	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL BANCO.....	37
	JUSTIFICACIONES DEL DISEÑO DIMENSIONAL.....	37
3.1.1	Bandeja .....	37
3.1.2	Tanque.....	38
3.1.3	Columnas.....	38
3.1.4	Brazos de sujeción.....	39
3.1.3	Tornillo de transportación.....	39
3.1.4	Caja de desmultiplicación de velocidad.....	39
3.2	DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.....	40

## **CAPITULO IV**

### **IV. CONSTRUCCIÓN PROGRESIVA EN BASE A LOS DISEÑOS DEL BANCO**

4.1	CONSTRUCCIÓN EN BASE A LOS PLANOS ESTRUCTURALES DEL BANCO.....	41
4.1.1	Bandeja.....	42
4.1.2	Tanque.....	43
4.1.3	Columnas.....	44
4.1.4	Brazos de sujeción de la bandeja.....	45
4.1.5	Armazón ensamblado.....	46
4.2	CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.....	49

## **CAPITULO V**

### **V. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

	Índice.....	53
	Introducción.....	54
	Aplicación.....	54
	Características técnicas.....	54
	Principales componentes y sus funciones.....	55
	Cuidados.....	57
	PRÁCTICA.....	59
	Conexión eléctrica.....	59
	Mantenición previa.....	59



Previas a la práctica.....	59
Procedimiento de la práctica.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

#### Capítulo 1.1 ESFUERZOS MECÁNICOS

Figura 1.1. Movimiento biela – manivela.....	1
Figura 1.2. Grafica del movimiento biela – manivela (Ángulo vs. Longitud).....	1
Figura 1.3. Gráfica movimiento biela – manivela (Velocidad vs. Aceleración)....	2
Figura 1.4. Fuerzas resultantes del movimiento biela – manivela.....	3
Figura 1.5. Diagrama Presión – Volumen.....	8
Figura 1.6. Fases del diagrama Presión – Volumen.....	8
Figura 1.7. Cámaras de combustión en la culata.....	9

#### Capítulo 1.2 ESFUERZOS TÉRMICOS

Figura 1.1. Culata.....	9
Figura 1.2. Radiado.....	12
Figura 1.3. Ventilador.....	13
Figura 1.4. Bomba de agua.....	13
Figura 1.5. Termostato.....	15
Figura 1.6. Culata en corte con conductos de refrigeración.....	19

### CAPÍTULO II

## **Capítulo 2.1 LA CULATA**

Figura 2.1. Culata.....	20
Figura 2.2. Culata y block en modo de corte.....	21
Figura 2.3. Fabricación y rectificación de la culata.....	23

## **Capítulo 2.2 PERNOS DE LA CULATA**

Figura 2.1. Tipos de pernos de culata.....	24
Figura 2.2. Desgaste de perno de culata.....	25

## **Capítulo 2.3 FALLAS DE MONTAJE Y OPERACIÓN DE CULATAS**

Figura 2.1. Junta de culata nueva.....	27
Figura 2.2. Junta de culata a reemplazar .....	27
Figura 2.3. Orden de apriete de pernos de culata .....	28
Figura 2.4. Torquímetro.....	29
Figura 2.5. Torqueo de pernos de culata.....	29

## **Capítulo 2.4 COMPROBACIONES Y SOLUCIONES PARA CULATAS**

Figura 2.1. Culata a modo de prueba.....	32
Figura 2.2. Limpieza con cúfia.....	33
Figura 2.3. Limpieza con cepillo circular.....	33
Figura 2.4. Comprobación de planitud.....	34
Figura 2.5. Rectificación de planitud de culata.....	34
Figura 2.6. Prueba de estanqueidad .....	35

## **CAPÍTULO III**

Figura 3.1. Cabezote Chevrolet Trooper.....	37
Figura 3.2. Diagrama del circuito eléctrico .....	38

## **CAPÍTULO IV**

## **Capítulo 4 .1 CONSTRUCCIÓN EN BASE A LOS PLANOS ESTRUCTURALES DEL BANCO**

Figura 4.1. Corte de los sujetadores de la bandeja .....	42
Figura 4.2. Sujetadores de la bandeja .....	43
Figura 4.3. Corte de los rieles de la bandeja .....	43
Figura 4.4. Ensamblaje de la bandeja .....	43
Figura 4.5. Bandeja terminada.....	43
Figura 4.6. Tanque armado y soldado.....	44
Figura 4.7. Corte de las bases del tanque .....	44
Figura 4.8. Tanque terminado .....	44
Figura 4.9. Corte de las columnas .....	45
Figura 4.10. Columnas cortadas cuadradas.....	45
Figura 4.11. Corte de los rieles de los brazos.....	45
Figura 4.12. Corte de unión de la tuerca con los rieles.....	46
Figura 4.13. Brazos y rieles ensamblados .....	46
Figura 4.14. Columnas sujetadas a la base .....	46
Figura 4.15. Columnas sujetadas a los travesaños.....	47
Figura 4.16. Orificio de paso del tornillo.....	47
Figura 4.17. Travesaño de sujeción del tornillo.....	47
Figura 4.18. Armazón con los rieles de los brazos.....	47
Figura 4.19. Armazón ensamblado con todas sus partes.....	48
Figura 4.20. Masillado y fondeado del banco.....	48
Figura 4.21. Fondeado total del banco.....	48

## **Capítulo 4 .2 CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO**

Figura 4.22. Primer relé de entrada de corriente trifásica.....	49
Figura 4.23. Fusible de seguridad.....	49
Figura 4.24. Segundo relé de control de salida al motor.....	49
Figura 4.25. Tercer relé de control de salida al segundo relé.....	50

Figura 4.26. Interruptor de final de carrera.....	50
Figura 4.27. Mandos de control.....	50
Figura 4.28. Interruptor ON – OFF.....	51
Figura 4.29. Control de dirección ARRIBA – ABAJO.....	51

## **CAPÍTULO V**

Figura 5.1. Control eléctrico.....	55
Figura 5.2. Compresor.....	56
Figura 5.3. Manómetro y llave de control de presión de aire.....	56
Figura 5.4. Bandeja de sujeción de cabezotes.....	56
Figura 5.5. Bandeja e implementos de sujeción y hermetización del cabezote.....	57
Figura 5.6. Conductos de refrigeración de la culata.....	58
Figura 5.7. Conductos de refrigeración.....	60
Figura 5.8. Corte de fibra celulosa para hacer tapones.....	60
Figura 5.9. Tapones de hermetizar.....	60
Figura 5.10. Corte del acrílico.....	60
Figura 5.11. Tapa cortada.....	61
Figura 5.12. Esquina redondeada.....	61
Figura 5.13. Salida de agua hacia el radiador .....	61
Figura 5.14. Molde en cartón.....	61
Figura 5.15. Dibujo de la tapa para cortar.....	62
Figura 5.16. Corte de la tapa.....	62
Figura 5.17. Roscado con machuelo.....	62
Figura 5.18. Tapa terminada.....	63
Figura 5.19. Tapa colocada.....	63
Figura 5.20. Tapa de la toma de agua con empaque.....	63
Figura 5.21. Tapa colocada en el cabezote.....	63

## PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA:

Figura 5.22. Cabezote con tapones y tapa sobrepuesta.....	64
Figura 5.23. Cabezote sujetado con los pernos.....	64
Figura 5.24. Tapones comprimidos.....	65
Figura 5.25. Tapa de la toma de agua colocada.....	65
Figura 5.26. Acople conectado.....	65
Figura 5.27. Bandeja sumergiéndose.....	66
Figura 5.28. Cabezote sumergido con presión de aire.....	66
Figura 5.29. Bandeja subiendo.....	66
Figura 5.30. Bandeja en rotación.....	67
Figura 5.31. Bandeja sumergida en la otra posición.....	67
Figura 5.32. Fuga de aire por la fisura.....	67
Figura 5.33. Cabezote a ser desmontado del banco.....	68
Figura 5.34. Cabezote seco listo para prueba de tintas.....	68
Figura 5.35. Cabezote con tintas penetrantes.....	69
CONCLUSIONES.....	70
Conclusión Principal.....	70
Conclusiones Específicas.....	70
RECOMENDACIONES.....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	72

# CAPÍTULO I

## ESFUERZOS MECÁNICOS Y TÉRMICOS A LOS QUE SE ENCUENTRA SOMETIDO UNA CULATA.

### 1.1 ESFUERZOS MECÁNICOS.

#### 1.1.1 MOVIMIENTO DEL SISTEMA BIELA – MANIVELA

El movimiento alternativo del pistón se transforma en circular continuo del cigüeñal mediante el mecanismo biela - manivela. Mientras el embolo se desplaza de arriba hacia abajo y viceversa en trayectoria rectilínea (pistón), el codo del cigüeñal lo hace en trayectoria circular. Analizando el esquema se puede deducir que en los puntos muertos (A-B). La velocidad cambia de sentido pasando por el valor cero. Si consideramos que la velocidad de rotación (cigüeñal) es constante, la del pistón es variable, pasando de un movimiento acelerado a otro retardado, dependiendo de la posición del codo del cigüeñal.



Fig. 1.1. Movimiento biela – manivela

Para representar la variación de los movimientos del pistón en función del ángulo de la manivela, se ha trazado un diagrama, en el que se han llevado en abscisas (eje x), los valores de giro del cigüeñal y en ordenadas (eje y) los desplazamientos del pistón.

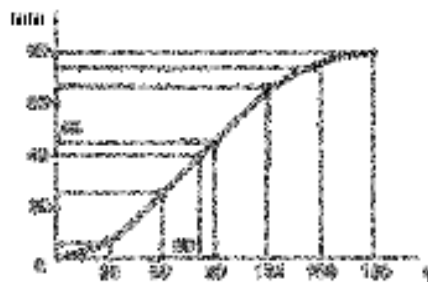
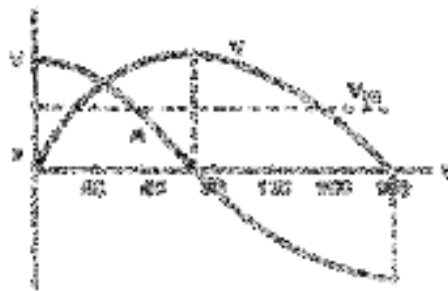


Fig. 1.2. Movimiento biela – manivela (ángulo vs. longitud)

Aquí observamos que no existe una relación directa entre estos dos movimientos, es decir, no corresponden siempre los mismos valores de desplazamiento del pistón a los grados de giro del cigüeñal. Así, vemos que para la posición correspondiente a los 80° de giro, el pistón ya ha alcanzado la mitad de su carrera descendente (en este caso 40mm), y a los 90° de giro, corresponde una carrera de 45mm (superior a la mitad), lo que supone que el pistón emplea un tiempo menor en recorrer la primera mitad de su carrera descendente. Se = Posición del émbolo

$$Se = R(1 + \lambda/4) - R \times \cos(\varphi) - R(L/4 \times \cos(2\varphi))$$

En la siguiente grafica se han representado los diagramas correspondientes a la velocidad V instantánea lineal del pistón y a la aceleración A del mismo. A la vista de estos diagramas puede observarse como la aceleración es máxima cuando el pistón comienza su movimiento descendente, donde su velocidad es cero. A partir de este instante, la velocidad va en aumento y la aceleración en disminución, hasta un momento en que la última se anula, correspondiendo al valor máximo de la velocidad. Este momento concuerda con una posición de la manivela en la que la biela resulta perpendicular al codo. A partir de aquí, la aceleración cambia de sentido (deceleración) y la velocidad disminuye, alcanzando a los 180° el máximo valor de deceleración y anulándose la velocidad del pistón para cambiar su sentido de movimiento.



**Fig. 1.3. Movimiento biela – manivela (Velocidad vs. Aceleración)**

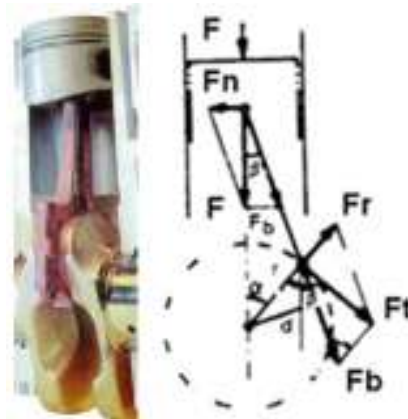
La velocidad media  $V_m$  del pistón puede calcularse con la expresión:

$$V_m = \frac{2Cn}{60 \cdot 10^3} = \frac{Cn}{3 \cdot 10^4} \text{ ms}^{-1}$$

Siendo C la carrera expresada en centímetros y n el número de revoluciones por minuto a que gira el motor.

### 1.1.2 FUERZAS QUE ACTÚAN EN LOS ELEMENTOS MÓVILES DEL MOTOR EN EL SISTEMA BIELA-MANIVELA

La acción combinada de las fuerzas de inercia y la presión del gas que actúan sobre la cabeza del pistón, culata, válvulas y hasta en la bujía en conjunto (Cámara de combustión), dan una resultante  $F$  que está aplicada en el eje del pistón, que a su vez se descompone en otras dos: una  $F_b$  aplicada a la biela siguiendo la inclinación de esta, y otra  $F_n$  normal a la pared del cilindro, que resulta tanto mayor cuanto mas abierto sea el ángulo y es causa del rozamiento del pistón contra la pared del cilindro.



**Fig. 1.4. Fuerzas resultantes del movimiento biela – manivela**

La fuerza  $F_b$  es transmitida por la biela al codo del cigüeñal y da origen al momento motor  $M$ , cuyo valor se obtiene multiplicando la fuerza por la distancia  $d$  al punto de aplicación:  $M = F_b \cdot d$ .

Llegamos también a este resultado observando que la fuerza  $F_b$  se descompone en otras dos:

Una  $F_t$  tangencial al recorrido de la manivela de radio  $r$ , que es causante del giro de esta y, en consecuencia, del par motor, y la otra, radial  $F_r$ , que no contribuye evidentemente al par motor. Así, pues, el par motor vale:  $M = F_t \cdot r$  (1), que es la misma expresión obtenida anteriormente, pues observando la figura puede verse que:

$$F_t = F_b \cdot \text{sen}(\alpha + \beta) \quad \text{y} \quad r = \frac{d}{\text{sen}(\alpha + \beta)}$$

con lo que sustituyendo en (1) queda:



$$M = F_t \cdot r = F_b \cdot \text{sen}(\alpha + \beta) \frac{d}{\text{sen}(\alpha + \beta)} = F_b \cdot d$$

Observando el gráfico concluimos en que para  $\alpha=0$  y  $\alpha=180^\circ$ , el par motor es nulo, pues  $F_h$  y  $F$  tienen la misma dirección, es decir, son perpendiculares al eje del cigüeñal y el brazo de aplicación de la fuerza es nulo, con lo que se anula el par.

**De acuerdo a esta breve explicación física podemos calcular las fuerzas que actúan en los componentes del motor en el mecanismo biela – manivela en cualquier posición, ya sea del pistón o del ángulo de giro del cigüeñal.**

**Es así como podemos a base de un ejemplo cuyas características técnicas se han obtenido del respectivo manual, calcular teóricamente los valores de cada uno de los ciclos de trabajo de un M.C.I.**

### **1.1.3 CÁLCULOS DE ESFUERZOS A LOS QUE SE ENCUENTRA SOMETIDO UN M.C.I.**

#### **Vehículo:**

Marca: Suzuki  
 Modelo: Jeep SJ-413  
 Precedencia: Japón

#### **Datos Técnicos:**

Cilindrada: 1.298 cc  
 Cilindrada unitaria (Vh): 324,5 cc  
 Carrera (S): 79,15 mm  
 Relación de compresión ( $\epsilon$ ): 9 : 1  
 Diámetro del cilindro (d): 74,00 mm  
 Longitud de la biela (L): 121,73 mm

#### **Datos de condiciones ambientales:**

Temperatura: 14,7 °C  
 Presión atmosférica (Po): 0,0740 MPa

Altura: 2.770 (m sobre nivel del mar)

**Datos experimentales:**

<b>Pa</b> (Presión de admisión)	(0,8 - 0,9) Po	
<b>Pr</b> (Presión de gases residuales)	(1,1 - 1,25) Po	
<b>γr</b> (Coeficiente de gases residuales)	(0,06 - 0,1)	± 0,07
<b>Ta</b> (Temperatura de admisión)	(310 - 350) °K	± 315 °K
<b>Tr</b> (Temperatura de gases residuales)	(900 - 1000) °K	± 950 °K
<b>ηv</b> (Rendimiento volumétrico)	0,75 - 0,85	± 0,8

**Cálculos:**

$$\mathbf{R \text{ (Radio de curvatura)}} = \frac{S}{2}$$

$$R = \frac{79,15mm}{2}$$

$$R = 39,58mm$$

$$\mathbf{Vc \text{ (volumen de la cámara)}} = \frac{Vh}{\varepsilon - 1}$$

$$Vc = \frac{324,5}{9 - 1}$$

$$Vc = 40,56cc$$

$$Vc = 4,056 \times 10^{-5} m^3$$

$$\mathbf{Va \text{ (volumen de admisión)}} = \frac{\varepsilon \cdot Vh}{\varepsilon - 1}$$

$$Va = \frac{(324,5)(9)}{9 - 1}$$

$$Va = 365,06cc$$

$$\mathbf{\eta v \text{ (Rendimiento volumétrico)}} = 80\%$$

$$\eta a = 365,06 \times 0,8$$

$$\eta a = 292,05 \text{ cc}$$

$$\eta a = 2,92 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

**R (Constante universal de los gases) = 8.314 KJ / g.mol**

$$Pa \times Va = 8314 \times (M_1 \times a + M_r) \times T_a$$

$$\text{yr (Coeficiente de gases residuales)} = \frac{Mr}{M1} = 0,07$$

$$\text{Pr} = 1,15 Po$$

$$\text{Pr} = 1,15.(74.000.Pa)$$

$$\text{Pr} = 85.100.Pa$$

$$\text{Pr} = 0,0851 \text{ MPa}$$

$$\text{Mr (Moléculas de gases residuales)} = \frac{\text{Pr} \cdot Vh}{8314 \cdot (\varepsilon - 1) \cdot Tr}$$

$$Mr = \frac{(0,0851) \cdot (3,245 \times 10^{-4}) \text{ m}^3}{(8.314) \cdot (9 - 1) \cdot 950^\circ \text{ K}}$$

$$Mr = 4,37 \times 10^{-13}$$

$$\text{M1 (moléculas de gases en el cilindro)} = \frac{Mr}{0,07}$$

$$M1 = \frac{4,37 \times 10^{-13}}{0,07}$$

$$M1 = 6,24 \times 10^{-12}$$

$$\text{Pa (Presión de admisión)} = \frac{8314 \cdot (M1 + Mr) \cdot Ta}{Va}$$

$$Pa = \frac{8314 \cdot (6,24 \times 10^{-12} + 4,37 \times 10^{-13}) \cdot 320}{2,92 \times 10^{-4}}$$

$$Pa = 0,067 \text{ MPa}$$

$$P_1 = 0,067 \text{ MPa}$$

$$\text{Pa} = \text{P1} = \text{0,067 MPa} = \text{0,67 bar}$$

**Datos experimentales para cálculos de compresión:**

**$\eta_1$  (Exponente poli trópico)**      1,35

**Pc (Presión de compresión)**      =  $P_a \times \varepsilon^{n_1}$

$$P_c = (0,067)(9^{(1,35)})$$

$$P_c = 1,309 \text{ MPa}$$

$$P_2 = 1,309 \text{ MPa}$$

**$P_c = P_2 = 1,309 \text{ MPa} = 13,09 \text{ bar}$**

**Tc (Temperatura de compresión)**      =  $T_a \times \varepsilon^{n_1-1}$

$$T_c = (315) \times 9^{1,35-1}$$

$$T_c = 679,67^\circ \text{ K}$$

**L (Grado de elevación de presión)**      3,6 – 4,1       $\pm 3,8$

$$P_z = L.P_c$$

$$P_z = (3,8).(1,309) \text{ MPa}$$

$$P_z = 4,9742 \text{ MPa}$$

**$P_z = P_3 = 4,97 \text{ MPa} = 49,7 \text{ bar}$**

**Datos experimentales para combustión:**

$$P_{z.r} = \varphi . P_3 . \text{calculada}$$

**$\varphi$  (Coeficiente empírico de disminución de presión)**      0,85

**Pz (Presión de trabajo)**      =  $P_z \times \varphi$

$$P_{z.r} = (4,9742)(0,85)$$

$$P_{z.r} = 4,23 \text{ MPa}$$

$$P_3 = 4,23 \text{ MPa}$$

**Cálculos de expansión:**

**Pb (Presión de escape)**      =  $P_z \frac{1}{\varepsilon^{n_2}}$

$$P_b = (4,23)^{\frac{1}{9^{1,2}}}$$

$$P_b = 0,303 \text{ MPa}$$

$$P_4 = 0,303 \text{ MPa}$$

$$\underline{P_b = P_4 = 0,303 \text{ MPa} = 3,03 \text{ bar}}$$

CON LAS PRESIONES OBTENIDAS REALIZAMOS LA GRÁFICA

PRESIÓN – VOLUMEN

#### 1.1.4 GRÁFICA PRESIÓN - VOLUMEN DE UN M.C.I.

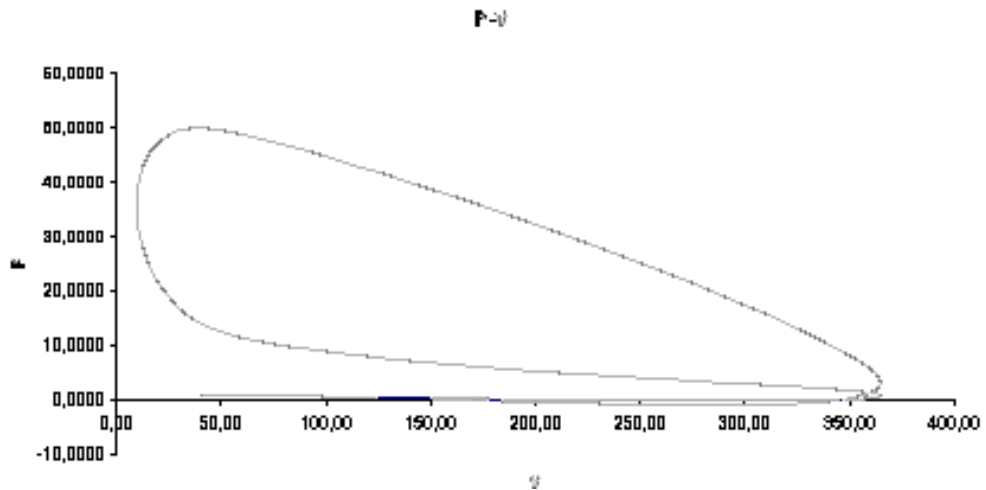


Fig. 1.5 Diagrama Presión – Volumen

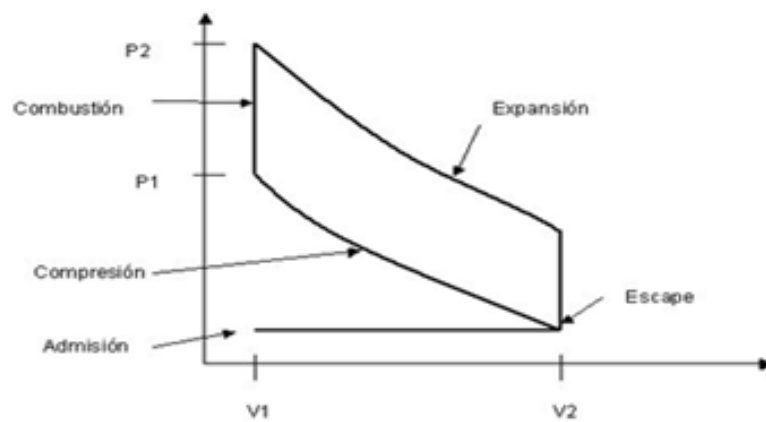


Fig. 1.6 Fases del diagrama Presión – Volumen

### 1.1.5 CONCLUSIONES DE LAS CAUSAS DE FISURAS POR EFECTO FÍSICO.

Como podemos observar la presión más alta del ciclo es cuando se acaba la combustión y comienza la expansión. Por consiguiente en este punto es cuando se presenta la fuerza más alta a la que se encuentra sometido el motor y una de las posibles causas de fisuras en la culata por esfuerzo y fatiga en el material

Estos cálculos nos ayudan a entender y tener una idea teórica de los esfuerzos a los que se encuentran constantemente afectando a los elementos del motor.

Entre estos el cabezote en la cámara de combustión que es una de las causas por la cual se puede producir una fisura al esforzar el mecanismo en sobre revolución efecto por el cual lleva a la generación de calor que estudiaremos a continuación



Fig. 1.7 Cámaras de combustión en la culata

## 1.2 ESFUERZOS TÉRMICOS

### 1.2.1 BALANCE TÉRMICO



Fig. 1.1 Porcentajes de pérdidas de calor en el motor

Solamente una pequeña parte de la energía calorífica del combustible quemado en un motor se transforma en energía mecánica que puede disponerse para propulsar el vehículo.

**Como podemos darnos cuenta esta puede ser una de las razones de una fisura ya que gran parte del poder calorífico se concentra en el material principiándose donde se origina la explosión que es en la cámara combustión, uno de estos elementos sometidos a altas temperaturas es la culata.**

Esta falta de eficiencia obliga a los diseñadores a estudios cada día mas profundos para mejorar el rendimiento de sus motores, cuyo desarrollo tecnológico es cada vez mas avanzado.

### **1.2.2 EFICIENCIA TÉRMICA DEL MOTOR**

Un motor de combustión interna, no es capaz de alcanzar 100% de **eficiencia térmica**. Es decir, no puede aprovechar todo el calor generado por la combustión para transformarlo en fuerza motriz. Alrededor de 30% de la energía calórica que dispone, la transforma en movimiento y la otra parte la se concentra en los materiales y luego se disipa (pérdida), hacia la atmósfera.

La ventaja que presenta el motor de gasolina se basa en la agilidad de aceleración que presentan, a diferencia de otros tipos como el diesel, que desempeñan mejor eficiencia térmica pero son más lentos en su desarrollo.

### **1.2.3 RENDIMIENTO CALÓRICO**

No todos desperdician igual cantidad de calor durante su funcionamiento, si comparamos motores de características iguales, se considera más eficiente aquel que utilice mejor porcentaje de calor para producir fuerza motriz.

Variadas son las razones por la cual un motor puede cambiar su eficiencia térmica. Como ejemplo podemos mencionar un motor que está siendo refrigerado en exceso. Es decir, su sistema de refrigeración no es el apropiado ya que retira mayor calor que el adecuado. Como consecuencia de esto el conjunto opera a temperaturas menores y su **fuerza motriz** decae.

## **1.3 PRECAUCIONES PARA EVITAR AVERÍAS EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.**

### **1.3.1 INTRODUCCIÓN**

La manutención del sistema se reduce a una revisión del nivel del líquido refrigerante y una inspección visual de posibles fugas.

El líquido utilizado en el sistema de refrigeración debe ser un refrigerante especialmente preparado con aditivos que eviten las incrustaciones de sedimento, el óxido y el congelamiento y que contenga algún componente lubricante.

En el mercado existen varios tipos de refrigerantes preparados en bidones de 4 litros que vienen listos para llegar y usar.

El cambio de refrigerante y lavado del circuito se debe efectuar una vez al año, pues los aditivos se degradan con el paso del tiempo.

Si un motor se hace funcionar siempre con el refrigerante adecuado, el radiador se mantiene limpio, la bomba de agua y el termostato dura tres veces más que cuando se usa agua de la llave y las mangueras se deterioran menos.

Si el motor ha funcionado durante algún tiempo con agua de la llave o agua dura, el circuito de refrigeración puede ser desincrustado, lavado y rellenado con el refrigerante adecuado. Para efectuar el desincrustado, en el mercado venden algunos productos en polvo que al aplicarlos al agua del radiador y circular por algunas horas permiten limpiar el interior del circuito y los capilares del radiador. Para efectuar el lavado, basta soltar la manguera superior del radiador y meter agua con una manguera para vaciar el sistema del agua con desincrustante. Posteriormente soltar la manguera inferior del radiador del racor que entra a la bomba y vaciar toda el agua presente en el interior.

### **1.3.2 PRINCIPALES AVERÍAS EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN**

Las fallas en el sistema están asociadas principalmente a pérdidas indebidas de líquido. Las posibles fallas se presentan con un aumento fuera de lo normal de la temperatura de funcionamiento. Esta temperatura debe ser controlada siempre, en el reloj marcador si existe o en atención a cualquier anomalía o fuga de presión en el circuito, cuando no exista reloj.



Una de las más comunes fallas por temperatura es la de fisuras en la culata o bloque, pero esa falla si se presenta, requiere de la urgente revisión.

### EL RADIADOR:

Esta materializado por un depósito superior e inferior conectado por delgados tubos, en los que circula el agua, provistos exteriormente de aletas por las que se hace pasar aire a cierta velocidad. El aire que pasa por las aletas enfría el agua dentro de los tubos, para que esta se encargue de enfriar el motor. Es por esto que el sistema de refrigeración por agua es un sistema del tipo combinado y es más eficiente, aunque un poco más complejo que el sistema de refrigeración por aire.



Fig. 1.2 Radiador

### EL VENTILADOR:

Para que el radiador sea capaz de enfriar el agua, incluso cuando el automóvil este detenido y no exista circulación de aire bajo el capo, es necesaria la incorporación de un ventilador, que puede ser movido por la misma correa de la bomba de agua o por acción de un motor eléctrico que funcionará eventualmente, solo cuando el liquido del circuito pase de cierta temperatura.



Fig. 1.3 Ventilador

### **LA BOMBA DE AGUA:**

Para hacer circular el agua, el motor esta provisto de una **bomba de agua**, generalmente centrifuga, movida por el cigüeñal mediante una correa y por lo tanto la capacidad de refrigeración del sistema es variable y depende de la velocidad de giro del motor, así es que cuando mas calor se produce, o sea cuando mas rápido gira el motor, mas rápido gira la bomba.

**Además nos podemos dar cuenta de que la bomba de agua es la que ejerce presión en la circulación de agua en los conductos de refrigeración, por tanto dicha presión variable que depende de las revoluciones del motor es la que puede causar filtraciones de agua por posibles fisuras en un cabezote.**



Fig. 1.4 Bomba de agua

La temperatura del agua en el motor debe ser constante ya que esta es una de las más posibles causas de el origen de una fisura el brusco cambio de temperatura (choque térmico), también debe ser inferior a la necesaria para que esta llegue a hervir, pues si esto llegara a ocurrir, los componentes del motor sufrirían dilataciones excesivas que impedirían su movimiento. De esta manera, el sistema de refrigeración debe permitir un aumento acelerado de la temperatura del agua en las partidas en frío hasta llegar a la temperatura ideal y mantenerla constante durante su funcionamiento, ya que **un motor que funciona en frío sufre tres veces mas desgaste que un motor a temperatura normal.**

#### **FALLAS EN LA BOMBA:**

La bomba de agua puede presentar tres fallas, rotura del sello antifuga, desgaste de los rodamientos o rotura de las aspas interiores. Cuando se rompe el sello de la bomba, se presenta una fuga constante de líquido refrigerante en la parte inferior de la bomba y cuando existe desgaste de rodamientos, se presenta un ruido de bolas proveniente de la bomba con el motor está funcionando y se verifica con el motor apagado un moviendo del eje de la bomba hacia arriba y abajo con la mano. La rotura de las aspas interiores se verifica, con el motor caliente si se tiene termostato, cuando al sacar la tapa del radiador no se ve movimiento en el líquido dentro del radiador al acelerar el motor. Para su verificación y reparación, es necesario soltar las mangueras, el soporte superior e inferior del radiador, sacar el radiador, soltar la correa del alternador, sacar las aspas del ventilador y cambiar la bomba por una nueva. Las bombas también se pueden reparar si es que se conoce un buen taller que entregue alguna garantía.

#### **EL TERMOSTATO:**

El funcionamiento adecuado del motor se establece cuando la temperatura del agua de refrigeración es cercana a los 85°C, una temperatura menor es inadecuada porque disminuye el rendimiento del combustible y reduce la vida útil del motor.

Para elevar la temperatura del líquido refrigerante lo más rápido posible durante las partidas en frío, se recurre a sistemas que controlen el rendimiento del

radiador. El sistema mas utilizado es el de **termostato**, que consiste en una válvula **termosensible** que permanece cerrada mientras el refrigerante se encuentre bajo los 75°C aproximadamente e impide su paso al radiador, cuando la temperatura del refrigerante pasa dicho portal , el termostato se abre y permite el paso del liquido al radiador para mantenerlo a temperatura constante. El motor puede funcionar sin el termostato, pero en tiempos fríos, demoraría demasiado en tomar temperatura con lo que durante ese periodo se producirían desgastes que a mediano plazo tendrían efectos negativos en la duración del motor.



**Fig. 1.5 Termostato**

Los sistemas de refrigeración son del tipo presurizado, pues la tapa del radiador esta diseñada para soportar una presión mayor a la atmosférica, con lo que el liquido refrigerante aumenta su temperatura de ebullición hasta casi 120 °C. Así, el motor puede funcionar a una mayor temperatura, obteniendo un mejor rendimiento de combustible sin el riesgo de que el agua llegue a hervir.

Dado que el sistema es presurizado, si se va a sacar la tapa del radiador con el motor caliente, es preciso hacerlo en dos pasos de media vuelta, de manera de evacuar primero la presión del sistema y luego sacar la tapa.

#### **FALLA DEL TERMOSTATO:**

El termostato presenta solo dos fallas, generalmente asociadas a suciedad en el sistema. Puede quedar permanentemente cerrado, con lo que impide el paso del refrigerante al radiador y el motor se recalienta rápidamente. Si se tiene en buen estado la bomba de agua, se verifica con el motor caliente, cuando al sacar la

tapa del radiador no se ve movimiento en el líquido dentro del radiador. La otra falla, menos común, es que el termostato quede permanentemente abierto, con lo que el motor demora mucho en tomar temperatura. Para la reparación de esta falla solo basta con cambiar el termostato que esta debajo de la tapa correspondiente.

### **PERDIDAS DE LÍQUIDO:**

Las fugas se pueden presentar en las mangueras superior o inferior del radiador, en la manguera de paso alternativo, en la bomba de agua y su empaquetadura, en el radiador, en la tapa del radiador, en el circuito del vaso expensor, en la tapa del termostato, en la válvula del circuito de calefacción, en los sellos de agua del bloque o en la empaquetadura de culata.

Si la fuga en una manguera, es producto de un aflojamiento de las abrazaderas, bastaría con reapretarlas o cambiarlas pues es posible que se hayan vencido. Si la fuga es producto de una fisura en una manguera entonces no queda más que cambiarla. Debe tenerse especial cuidado en instalar las mangueras originales, o alternativas de calidad superior y que cumplan con los diámetros y curvaturas adecuados, a fin de evitar estrangulamientos por presión o posición. Para sacar la bomba de agua y cambiar su empaquetadura, es necesario retirar el radiador, aflojar la correa del alternador, sacar las aspas del ventilador y soltar los pernos que fijan la bomba al bloque.

Para acceder al termostato, es necesario soltar la manguera superior del radiador y sacar la tapa del termostato soltando los tres pernos o tuercas que la fijan al bloque, cambiando siempre la empaquetadura por una nueva. Una fuga en el radiador requiere de su reparación en un taller especializado. Verificar siempre el estado de la tapa del radiador y el buen funcionamiento de las dos válvula

Una fuga en los sellos de agua del bloque requiere de la colocación de sellos nuevos, para lo cual se deben sacar los que presenten fallas, perforándolos y metiendo un desatornillador con el que se hace palanca.

La colocación de sellos nuevos es a presión, presentando el sello nuevo en su alojamiento y golpeándolo con un martillo en el centro para que se expanda y asiente correctamente en el bloque.

Una fuga en la empaquetadura de culata es siempre importante. Si la fuga es solo hacia el exterior y no afecta al funcionamiento del motor, puede esperar para su reparación por algún tiempo, pero si se sospecha de una fuga hacia los cilindros producto de humos blancos en el escape o dificultades para partir en frío, conviene efectuar un cambio de empaquetadura y revisión de las caras de la culata y bloque por si existiese alguna deformación.

### **SUCIEDAD EN EL CIRCUITO:**

Esta falla es muy común en la mayoría de los automóviles, producto del paso de los años y el relleno del circuito con agua de la llave.

Esta falla se verifica por el color café de óxido en el líquido refrigerante dentro del radiador y su reparación consiste en la desincrustación y lavado del circuito, además de una limpieza del radiador en un taller especializado y posterior relleno con un líquido refrigerante adecuado.

### **1.3.3 DEFICIENCIAS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN**

Podemos citar algunas de las principales anomalías que podrían afectar o reducir la capacidad del sistema de refrigeración. Estas se pueden dividir en deficiencias externas y deficiencias por componente.

#### **- DEFICIENCIAS EXTERNAS:**

Se pueden incluir las fallas en la puesta a punto del motor y las propias del motor. Cuando existe una mala carburación, ya sea por mezcla pobre o mezcla rica, el motor tiende a calentarse más de lo normal. Lo mismo ocurre cuando se lleva el encendido muy avanzado o retrasado. Cuando existe una falla de motor, ya sea un mal calaje de la distribución, un exceso de compresión por carboncillo, autoencendido o detonación, **fisura en la culata** o bloque, también se ve afectado el rendimiento del sistema de refrigeración. Por lo que siempre es bueno verificar

primero la puesta a punto, la carburación y el buen estado del motor antes de efectuar alguna reparación mayor.

- **DEFICIENCIAS POR COMPONENTES:**

Es común también modificaciones efectuadas al sistema, que hacen que disminuya su capacidad original de refrigeración. Entre estas podemos encontrar, colocación de aspas de ventilador de menor capacidad, colocación de polea de ventilador de mayor diámetro, colocación de bombas de agua de bajo flujo. Es muy común encontrar en el mercado aspas de ventilador plásticas, que funcionan muy bien en invierno, pero que al cabo de un tiempo, pierden su forma original, pierden alguna de sus aspas o incluso las colocan al revés, disminuyendo considerablemente la capacidad de refrigeración del radiador.

En el mercado existen algunos componentes que mejoran el rendimiento del sistema de refrigeración, como bombas de alto flujo, ventiladores de más aspas o incluso ventiladores adicionales, poleas de menor diámetro en aluminio, etc., pero antes de efectuar alguna modificación es bueno revisar el sistema original y verificar su funcionamiento porque si se encuentra en buen estado, debería funcionar perfectamente bajo cualquier condición.

**1.3.4 CONCLUSIONES DE LAS CAUSAS DE FISURAS POR EFECTO TÉRMICO:**

**La refrigeración es parte esencial del funcionamiento del motor. Pero si no es la adecuada pueden surgir problemas tales como:**

- **Si la refrigeración es excesiva, se pierde el poder calorífico del motor, dando como consecuencia un bajo rendimiento (El vehiculo se hace lento).**
  
- **Caso contrario si la refrigeración es insuficiente se puede presentar un problema mucho más serio, se crea un recalentamiento en el motor que**

si no se detiene a tiempo, puede llegar a colapsar y producirse la fundición del motor.

Si nos ponemos a analizar en esta ultima, Esta puede ser la más probable opción para que se pueda producir una fisura. Como sabemos cuando un metal cambia de temperatura bruscamente (choque térmico) o se lo somete a una elevada temperatura (límite térmico) se altera la estructura atómica del material y se descompone en la zona más débil dando origen a una fisura.

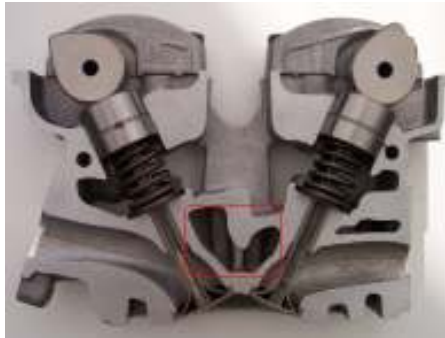


Fig. 1.6 Culata en corte con conductos de refrigeración



## CAPÍTULO II

# FALLAS DE MONTAJE U OPERACIÓN DE LA CULATA Y SOLUCIONES.

## 2.1 LA CULATA

### 2.1.1 INTRODUCCIÓN

Es el elemento del motor que acopla al bloque de cilindros con interposición de una junta, que realiza una unión hermética entre ambos, impidiendo la fuga de los gases de la compresión o del líquido refrigerante que circula desde el bloque a la culata.



Fig. 2.1 Culata

La superficie interior de la cámara de combustión adquiere la forma más adecuada, pues la aerodinámica interna (turbulencia), constituye un factor esencial para el desarrollo de la combustión y, en consecuencia, para el rendimiento térmico, así como el posicionamiento de la bujía. La forma de la cámara debe favorecer la realización de la combustión con la mayor regularidad posible, de modo que se cumplan las condiciones siguientes:

- La presión en el cilindro debe aumentar de manera que el valor máximo sea alcanzado cuando el pistón haya sobrepasado el p.m.s. y, posteriormente, disminuir gradualmente durante la fase de expansión, para que la fuerza expansiva del gas se aplique al pistón de una manera progresiva.
- La superficie interna no debe presentar puntos salientes, que al ponerse incandescentes durante la combustión y después de ella provocarían el autoencendido o la detonación.

### 2.1.2 CONSTRUCCIÓN

En el estudio de proyecto de una culata para un motor de combustión interna moderno existen 3 objetivos principales que el diseñador trata de alcanzar.

- buen rendimiento
- poca contaminación
- bajo costo de construcción.

En particular un factor es que la sección transversal de los conductos debe conservarse constante durante toda su longitud o, como máximo, con pequeñas conicidades.

Tras la determinación de los conductos y de la cámara de combustión, el proyectista efectúa la elección del tipo de mando de la distribución, por lo general relacionado con consideraciones económicas. La solución con árbol de levas en cabeza complica la fusión de manera considerable. En efecto, las almas interiores resultan más complicadas o de construcción más costosa. Por ello, en este caso la culata se descompone frecuentemente en 2 partes:

- La inferior comprende las cámaras de combustión, los conductos de admisión, escape y válvulas.
- La superior lleva los soportes del árbol de levas y las guías para los empujadores o los bulones de soporte de los balancines.
- 



Fig. 2.2 Culata y block en modo de corte

Se pone un cuidado especial en el estudio de las canalizaciones para el paso del agua de refrigeración, tanto para simplificar las realizaciones internas como para obtener un intercambio térmico eficiente y evitar la formación de puntos calientes en la culata, con las consiguientes deformaciones, fisuras y fenómenos de preencendido de la mezcla, que pueden determinar la perforación de los pistones.

De apariencia relativamente sencilla, la tapa de cilindros es un componente muy complejo que tiene que estar diseñado con suma precisión. Como en la mayoría de los motores el enfriamiento es por líquido, las tapas incluyen en su interior los apropiados conductos para el paso del líquido, conectándose con los del bloque motor.

También hay tapas de cilindros “secas” con aletas, como en los célebres motores boxer de Porsche y Volkswagen, con motores directamente enfriados por aire.

### **2.1.3 MATERIALES**

Las culatas se construyen tanto de fundición como de aleación de aluminio.

En los motores más modernos se prefieren generalmente las aleaciones ligeras, debido a la notable ventaja en términos de reducción de peso y a las inmejorables características de fusibilidad y disipación del calor.

Los soportes de la distribución se obtienen mediante fusión a presión, que permite realizar piezas con acabados óptimos y de paredes delgadas. La parte inferior de la culata se realiza mediante colada en coquilla o, algunas veces, en arena; experimentalmente se han realizado también por el método anterior.

Las guías de las válvulas se introducen a presión en la culata en el caso de que ésta sea de fundición. Dichas guías se construyen de fundición, cuya composición debe estudiarse de acuerdo con el material empleado para las válvulas, a fin de evitar el peligro de agarrotamiento.

Para las culatas de aleación ligera se emplean guías de bronce, que se adaptan mejor a las dilataciones del material. También los asientos de las válvulas se

introducen a presión en la culata y, al igual que las guías, se les da su medida definitiva mediante mecanizados sucesivos, una vez introducidos dichos asientos se construyen de fundición o de acero, con un aporte eventual de material resistente a las temperaturas elevadas y a la corrosión en el caso de los asientos de las válvulas de escape, se fabrica generalmente de fundición aleada con otros materiales, que añaden características de resistencia, rigidez y **conductividad térmica**, en otras ocasiones se usan **aleaciones de aluminio**, este material combina la ligereza con un alto grado de conductividad térmica, esta característica es muy deseable, porque asegura que el calor de la combustión sea **evacuado al exterior**, evitándose la formación de puntos calientes que pueden ocasionar la detonación.



Fig. 2.3 Fabricación y rectificación de la culata

Con estas culatas se logra elevar la relación de compresión, con la mejora del rendimiento del motor. En los motores refrigerados por aire, la culata suele formar parte del mismo cilindro y en ocasiones es desmontable.

Una de las aleaciones de aluminio de las que puede estar fabricada una culata colocada en un motor de mayores prestaciones es con una aleación de aluminio A356T6 de primera calidad que es mejor en cuanto al manejo del calor que genera el motor sobrealimentado, evitando así un colapso térmico (fundición) o una fisura, particularmente en el área de puente de la tapa de cilindro, entre las válvulas de admisión y de escape.

Además de ser de una aleación especial de aluminio, todas las tapas se fabrican con un método de **fundición centrífuga**, proceso que implica verter la aleación fundida en un molde giratorio. Esto contribuye a lograr una distribución pareja del material y elimina prácticamente la porosidad, que son las bolsas y las burbujas de aire que se encuentran en la fundición, **evitar una falla o fisura del cabezote**, ya en el desempeño del motor, para producir un producto acabado más fuerte.

## 2.2 PERNOS DE LA CULATA

### 2.2.1 DISEÑO ACTUAL DE LOS TORNILLOS DE LA CULATA

El incremento de las cargas dinámicas y térmicas y la necesidad de disminuir el peso de los componentes aumentó dramáticamente las exigencias de fatiga de todos los vínculos de unión internos del motor.

Diversos trabajos de investigación concluyeron en que la mayor resistencia a la fatiga se logra con un tornillo ajustado ligeramente sobrepasando el límite elástico del material, es decir dentro del rango plástico, donde se produce una deformación permanente del mismo.



Fig. 2.1 Tipos de pernos de culata

En el caso de la fijación de la culata de cilindros, la necesidad de garantizar una perfecta estanqueidad se vio beneficiada con la nueva tecnología de ajuste dentro del **rango plástico**, lo cual a su vez elimina la necesidad de reajustar los tornillos luego de las primeras horas de marcha, tal como ocurría con los tornillos antiguos calculados para ajuste por debajo del límite elástico del material.

### 2.2.2 IMPORTANCIA DEL REPLAZO DE PERNOS EN LA CULATA

Como hemos explicado la mayor vida útil de los tornillos se consigue cuando éstos son ajustados hasta la zona plástica, como resultado de esto el tornillo queda con una elongación permanente de hasta 3 mm según el caso luego de su instalación, permaneciendo el volumen de la pieza constante todo incremento del largo implica una disminución del diámetro y por ende de la sección resistente de la pieza.

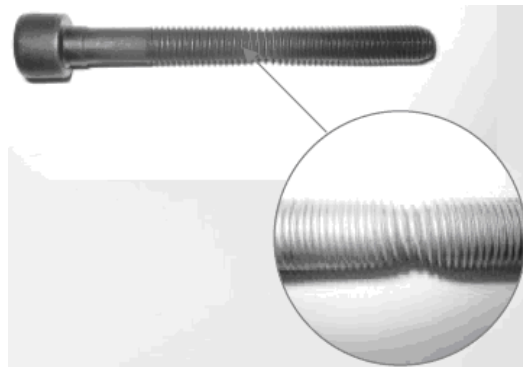


Fig. 2.2 Desgaste de perno de culata

Por esta razón, luego de su remoción, una vez dilatados los tornillos presentan una sección resistente menor, con lo cual la pieza continuará estirándose hasta su rotura al intentar volver a reinstalarla con la carga original especificada.

Solamente un tornillo nuevo con las **propiedades del material original**, sin haber sufrido esfuerzos de fatiga y ajustado angularmente reproduciendo las condiciones de instalación original en línea puede garantizar las **condiciones de estanqueidad** requeridas por la junta de culata. La reproducción de estas condiciones requiere además de una pieza con el acabado superficial y lubricante correctos que garantice un coeficiente de fricción bajo y homogéneo en los filetes de la rosca y en el plano de asiento de la cabeza.

Las roscas hembra (tuerca) en el block deben ser limpiadas y repasadas y se deberá aplicar una grasa lubricante para garantizar una correcta medición del ángulo de ajuste. Lamentablemente en virtud de las severas condiciones de uso,

con el transcurso del tiempo el acabado superficial de los tornillos se degrada por la acumulación de óxido, polvo, calaminas y otras sustancias extrañas.

### **2.2.3 CONCLUSIONES DE LAS CAUSAS DE FISURAS POR EFECTO DE FALLAS EN LOS PERNOS DE LA CULATA:**

Todos los fabricantes de motores recomiendan en sus manuales de reparación la sustitución del juego completo de pernos luego de un desmontaje de la culata ya que es una de las más probables causas de daños físicos en la estructura del material del cabezote.

## **2.3 FALLAS DE MONTAJE Y OPERACIÓN DE CULATAS**

### **2.3.1 INCONVENIENTES Y MANTENIMIENTO**

Por **defecto de fusión**, las culatas pueden presentar grietas, fallas, sopladuras o fisuras o. Las grietas pueden deberse a estados anormales de sollicitación interna del material, motivados por errores de proyecto de la pieza o por una **refrigeración defectuosa del molde de fusión**.

Las sopladuras o porosidades son imperfecciones de la colada debidas corrientemente a **malas características de la aleación**. En ambos casos pueden producirse, durante el funcionamiento, pasos de agua al aceite (a los conductos de lubricación) o viceversa, o bien pasos de agua a la cámara de combustión.

Todos estos defectos son raros y normalmente requieren la sustitución de la culata. Otro defecto de fabricación, y también muy raro en los automóviles actuales, es el de un **mecanizado defectuoso** de los planos de unión entre la culata y el bloque. También en este caso pueden existir filtraciones de agua y aceite, siendo además muy fácil quemar la junta de la culata.

En cambio, hay otros defectos que son consecuencia de un mantenimiento inadecuado o bien de averías producidas en otras partes del motor. En general, en todos los motores, después de los primeros 1.500-2.000 km., es preciso verificar el **apriete de las tuercas de la culata**.

Esta operación es asimismo indispensable después de toda revisión, siempre que se haya substituido la junta de la culata. En efecto, la nueva junta, tras cierto número de horas de funcionamiento, sufre un asentamiento, comprimiéndose por efecto del golpeteo sobre la culata, debido a la fuerza de compresión desarrollada por los gases durante la combustión.

Esta operación debe efectuarse con el motor frío, con una llave dinamométrica y con una acción progresiva siguiendo el **orden de apriete** aconsejado por el fabricante.

### 2.3.2 PREVENCIÓN DE FALLAS DE LAS JUNTAS DE CULATA

Cuando se instala una junta de culata entre la culata y el bloque de motor, los pernos de culata comprimen la junta ligeramente, permitiendo que el material suave de contacto en la junta se conforme a las pequeñas irregularidades de las superficies de la culata y la cubierta del bloque. Esto permite que la junta “selle en frío” para que no fugue refrigerante antes de que el motor encienda.



Fig. 2.1 Junta de culata nueva

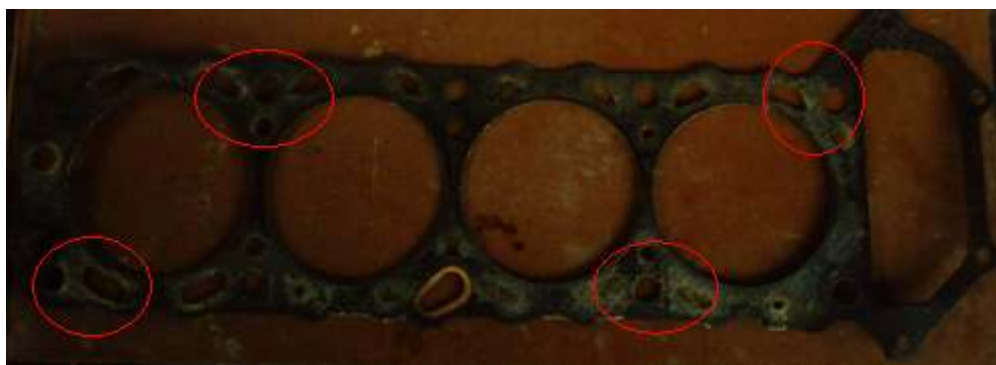


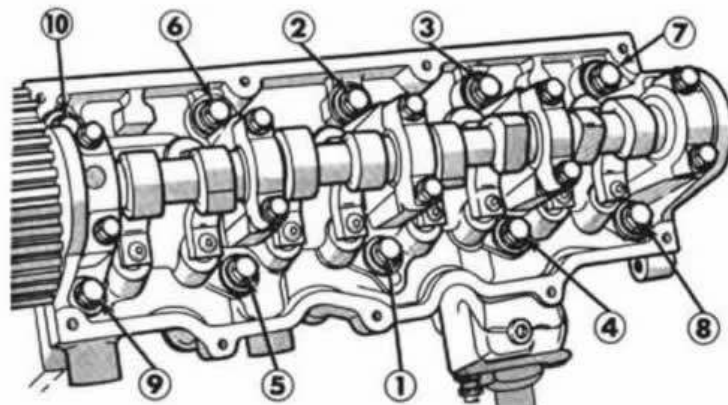
Fig. 2.2 Junta de culata a reemplazar



La habilidad de la junta de culata para lograr un sellado en frío positivo, así como para mantener un sello duradero y libre de fugas depende de dos cosas: su habilidad inherente para mantener la torsión a través del tiempo (que depende del diseño de la junta y de los materiales utilizados en su construcción) y de la fuerza de prensado aplicada por los pernos de culata, por eso no requieren volverlos a apretar (algunas juntas de la competencia que se anuncian como “no retorque” pueden perder hasta 50 a 60% de su torsión original luego de tan solo 100 horas de servicio). Pero incluso la mejor junta de culata no puede soportar y mantener un sello seguro si los pernos de culata no se han apretado adecuadamente.

La cantidad de torsión que se aplica a los pernos así como el orden en que se aprietan, determina como se distribuye la fuerza de apretado sobre la superficie de la junta.

Si un área de la junta está con alta presión mientras que otra área no, puede causar que la junta fugue en el punto de menor presión. Por esto los pernos de culata deben apretarse en una secuencia específica e igualmente a un valor específico para asegurar el mejor sellado posible.



**Fig. 2.3 Orden de apriete de pernos de culata**

Otra consecuencia al no apretar bien los pernos de la culata puede ser la torcedura de la culata. Cargas dispares causadas por los pernos apretados irregularmente puede torcer, fracturar o fisurar a la culata. Luego de un tiempo, esto puede causar una deformación permanente en el cabezote.

Por lo que a cualquier culata que no se apriete adecuadamente se le debe verificar la regularidad de su superficie antes de instalar una junta de culata nueva.

### 2.3.3 COMO APRETAR LA CULATA POR REGISTRO SAE

Cada fabricante indica en sus manuales como realizar esta operación. Sin embargo, cuando no está disponible dicha información se recurre primeramente a identificar la clase de perno y luego a dar apriete según la tabla universal de torque estándar.



Fig. 2.4 Torquímetro











Fig. 2.5 Torqueo de pernos de culata


El torqueo de la culata afecta directamente a la plenitud de su superficie plana y a la efectividad de la junta esta última es de suma importancia para el funcionamiento correcto del motor. Es por eso que cuando falla es necesaria su inspección detallada para corregir la causa de su deterioro. Para su inspección anexaremos una tabla de fallas para ayuda técnica.

### Anexo 1

## Identificación de Pernos

Grado de Dureza 	 SAE 2	 SAE 5	 SAE 7	 SAE 8
Marcas 	Sin Marcas	3 líneas	5 líneas	6 líneas
Material 	Acero al carbono	Acero al carbono	Acero al carbono templado	Acero al carbono templado
Capacidad Tensión Mínima 	74 libras por pulgada	120 libras por pulgada	133 libras por pulgada	150 libras por pulgada

## Apriete de Pernos

	Grado 	2	2	5	5	7	7	8	8
Diámetro Pulgadas	Hilos por pulgada	SECO	con Aceite	SECO	con Aceite	SECO	con Aceite	SECO	con Aceite
1/4	20	4	3	8	6	10	8	12	9
1/4	28	6	4	10	7	12	9	14	10
5/16	18	9	7	17	13	21	16	25	18
5/16	24	12	9	19	14	24	18	29	20
3/8	16	16	12	30	23	40	30	45	35
3/8	24	22	16	35	25	45	35	50	40
7/16	14	24	17	50	35	60	45	70	55
7/16	20	34	26	55	40	70	50	80	60
1/2	13	38	31	75	55	95	70	110	80
1/2	20	52	42	90	65	100	80	120	90
9/16	12	52	42	110	80	135	100	150	110
9/16	18	71	57	120	90	150	110	170	130
5/8	11	98	78	150	110	140	140	220	170
5/8	18	115	93	180	130	210	160	240	180
3/4	10	157	121	260	200	320	240	380	280
3/4	16	180	133	300	220	360	280	420	320
7/8	9	210	160	430	320	520	400	600	460
7/8	14	230	177	470	360	580	440	660	500
1	8	320	240	640	480	800	600	900	680
1	12	350	265	710	530	860	666	990	740

## Variaciones del Torque

Apriete que se debe aplicar según el tipo de perno y la condición de lubricación.

Tipo de Perno	Variación del Torque
Corriente Lubricado con Aceite	Reducir 15 a 25%
Corriente con Teflon o Grasa	Reducir 50%
Cromado Lubricado	Sin Cambio
Plateado Cadmio Lubricado	Reducir 25%
Plateado Zinc Lubricado	Reducir 15%

Para realizar este trabajo se utilizan las llaves dinamométricas o de torque. Existen diversos tipos: mecánicas, hidráulicas y neumáticas. La tecnología más moderna utiliza un sensor de ultrasonido para saber la tensión real del perno, cuando está siendo apretado.

### **2.3.4 ESPECIFICACIONES DE FÁBRICA**

Consideraciones que son comunes a todas las marcas:

- Los pernos y los hilos del bloque deben estar secos y limpios. Agregar lubricante obliga a disminuir el torque que se aplica.

Ver tabla de torque para pernos lubricados.

- Nunca se da apriete total inmediato. Lo recomendado es aplicar el torque paulatinamente en 3 etapas. Las 2 primeras etapas de se denominan precarga de pernos.

- El apriete de culata tiene una secuencia lógica que si no es especificada en el manual, consiste en iniciar la operación en los pernos centrales alejándose hacia los extremos.

En general, para los motores en línea, se comienza apretando las tuercas centrales y, sucesiva y alternativamente, las situadas a la derecha y a la izquierda de las centrales. Para evitar falsas lecturas provocadas por el rozamiento inicial, es preciso, una vez efectuado el primer apriete, aflojar las tuercas un cuarto de vuelta y luego apretarlas nuevamente con el par indicado. Cuando se efectúa esta operación, es preciso verificar y eventualmente reponer el juego del sistema de distribución.

## **2.4 COMPROBACIONES Y SOLUCIONES PARA CULATAS**

### **2.4.1 COMPROBACIONES PREVIAS AL RECTIFICADO**

La culata de un motor esta sometida en el funcionamiento del mismo a grandes temperaturas y elevadas presiones, que producen dilataciones importantes, seguidas de las correspondientes contracciones al enfriarse el motor una vez parado. Como consecuencia de todo ello, pueden producirse deformaciones permanentes e incluso **grietas o fisuras en las culatas**, que dificultan el buen funcionamiento del motor.



Fig. 2.1 Culata a modo de prueba

Antes de realizar cualquier verificación a la culata es esencial comenzar con la limpieza del material a analizar. La carbonilla agrupada en las cámaras de combustión, se remueve con una escobilla de alambres acoplada a un pequeño motor eléctrico o taladro. Dicha carbonilla es producto del aceite que se hace llegar a la parte alta del cilindro para su engrase y se quema en la fase de combustión, quedando adherida a la superficie de la cámara, válvulas y cabeza del pistón. Con el tiempo va disminuyendo el volumen de la cámara, lo que a su vez puede ocasionar el incidente de autoencendido e incluso la detonación.

En la operación de limpieza de la cámara de combustión, ha de ponerse sumo cuidado para que no se produzcan ralladuras de su superficie, pues los puntos salientes que se forman alcanzan temperaturas excesivas en la fase de combustión, que pueden ocasionar el **autoencendido**.

Este sistema de limpieza asegura la desincrustación rápida de la superficie, al mismo tiempo que efectúa un pulido de la misma que dificulta posteriormente la adhesión de nuevas partículas de carbonilla. También deben ser limpiadas las cámaras de agua en la culata, valiéndose de un pequeño **rasquete** que pueda ser introducido en ellas por los orificios de comunicación con el bloque de cilindros.

Igualmente debe limpiarse escrupulosamente el plano de la culata que acopla con el bloque de cilindros, quitando de él toda traza de depósitos de la junta de culata. Existen productos en el mercado capaces de reblandecer estos restos, que después salen con facilidad rascando con una cúfia o rascador de madera o plástico. En esta operación se pondrá especial cuidado de no rayar la superficie.



Fig. 2.2 Limpieza con espátula

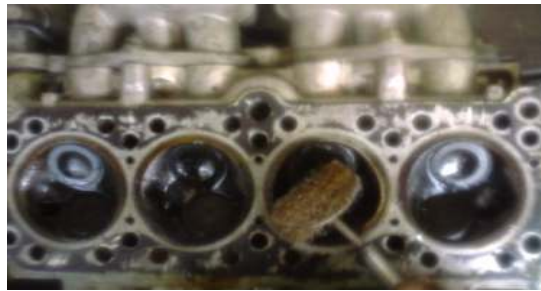


Fig. 2.3 Limpieza con cepillo circular

Una vez limpia la culata, deberá efectuarse un perfecto lavado de la misma con gasolina u otro removedor no oxidante secándola a continuación con aire a presión. A la limpieza seguirá una inspección, tratando de localizar deformaciones desgastes y por último fisuras.

#### **2.4.2 COMPROBACIONES DE SUPERFICIES Y PLANITUD**

Cuando se rectifican las superficies de la cabeza o el block, los ingenieros en juntas automotrices recomiendan un acabado entre 90 y 110 r m s (80 y 100 ra) para obtener un sellado efectivo. Si el acabado es muy liso, la junta no se agarrará a las superficies y puede ocurrir fuga de compresión. Si el acabado es muy rugoso, la junta no podrá conformarse a las imperfecciones de las superficies causando fugas de fluidos o de compresión.



Fig. 2.4 Comprobador de superficies

Especial atención merecen las cámaras de combustión y los conductos de acceso a ella, así como la superficie plana de unión al bloque de cilindros. La verificación de plenitud de la superficie de apoyo con el bloque se realiza con la ayuda de una regla y un juego de láminas calibradas.



Fig. 2.4 Comprobación de planitud

Posicionada la regla se comprobaba con la lamina calibrada que el mayor alabeo es inferior a 0.05 mm. Si se encuentran deformaciones o alabeos, deberá procederse a la rectificación de la superficie plana, cuidando de quitar la menor cantidad posible de material, ya que con el rectificado disminuye el volumen de las cámaras de combustión y, en consecuencia, aumenta la relación de compresión.



Fig. 2.5 Rectificación de planitud de culata

El volumen de las cámaras de combustión puede ser verificado disponiendo un cristal o plástico transparente tapando la cámara, sellado con grasa consistente. Se va vertiendo agua en el interior de la cámara desde una probeta graduada, hasta llenar el espacio de la misma sin que se desborde.



La medida del agua vertida desde la probeta, nos dará el volumen de las distintas cámaras, que debe ser idéntico, admitiéndose una tolerancia de  $\pm 3 \text{ cm}^3$ .

Para realizar esta verificación, como es lógico, deberán estar montadas en la culata, tanto las válvulas, como la bujía. La comprobación no debe ser realizada con gasolina ni cualquier otro producto volátil, pues debe evitarse el filtrado del mismo a traves de las válvulas y la evaporación durante la verificación.

### **2.4.3 COMPROBACIONES DE ESTANQUEIDAD**

En el transcurso de la revisión de una culata, deberá verificarse también la estanqueidad de las cámaras de agua, para lo cual se cierran los orificios de comunicación con el bloque por medio de una placa metálica, provista de la correspondiente junta de estanqueidad, que se fija a la culata por mediación de tornillos alojados en los lugares previstos para la fijación al bloque motor.

En un lugar apropiado, como puede ser el previsto para el montaje de algún accesorio que comunique con las cámaras de agua, se fija el ingreso de agua o aire si esta sumergido, conectado a una bomba capaz de suministrar una presión de aire de 3 a 4 bares, indicados por un manómetro acoplado a ella.

En estas condiciones se aplica presión y se observa la lectura del manómetro. Si la aguja permanece inmóvil es síntoma de buena estanqueidad.



**Fig. 2.6 Prueba de estanqueidad vista frontal y lateral**



#### **2.4.4 CONCLUSIONES DE LAS CAUSAS DE FISURAS POR EFECTO DE FALLAS MECÁNICAS EN LA CULATA:**

**Precisamente con la prueba de estanquidad es también aplicada para verificar las fisuras en las que se pierde la presión de comprobación dando como conclusión la existencia de una fisura en el sistema de cañerías de refrigeración.**

**Especialmente para la detección de grietas o fisuras antecediendo todo el procedimiento de limpieza y comprobación de otros defectos o daños señalados anteriormente, procedemos finalmente a la comprobación de posibles fisuras en un cabezote en el banco de pruebas neumático sumergiendo a la culata en agua estática. Dicho banco diseñaremos a continuación.**

## CAPÍTULO III

### DISEÑO DE LOS SISTEMAS EN PLANOS DEL BANCO

#### 3.1 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL BANCO

##### JUSTIFICACIONES DEL DISEÑO DIMENSIONAL

En el diseño del banco, partimos desde el elemento en que vamos a analizar, en este caso es el cabezote. De acuerdo con nuestro plan de tesis, nos adaptamos a la necesidad de la verificación de las culatas mas utilizadas en los motores gasolina de los vehículos de nuestro país de modo didáctico en su verificación en el laboratorio de la universidad. Es por eso que hemos tomado como ejemplo o patrón uno de los cabezotes mas utilizados y de mayor dimensión que es el de Chevrolet Trooper 4ZD1.



Fig. 3.1 Cabezote Chevrolet Trooper

**3.1.1 Bandeja:** A partir de estas dimensiones del cabezote comenzamos el diseño de la bandeja donde vamos a sujetar el cabezote, con el fin de hermetizar los conductos de agua de la culata ubicados en la superficie plana del cabezote donde se encuentran las cámaras de combustión. Es así como procedemos a dimensionar la bandeja: Comenzamos por el ancho del cabezote. Tenemos que el ancho del cabezote es de 17 cm. Le vamos a dar un rango de 5 cm más de ancho a la bandeja, con la precaución de que en el futuro se nos presente un cabezote más ancho.

Continuamos con la longitud del cabezote. Tenemos que la longitud del cabezote es de 48 cm le damos un rango de 15 cm más larga a la bandeja.

Continuamos con la altura del cabezote. Tenemos que la altura del cabezote es de 10 cm. Le damos un rango de 10 cm más alto a la sujeción de la bandeja. Para su ensamble con pernos. Con el fin de tener facilidad en su sujeción. Con estas dimensiones es posible continuar con el diseño estructural de la bandeja.

## **Anexo 2**

**3.1.2 Tanque:** A partir de las dimensiones de la bandeja empezamos con el diseño del tanque donde vamos a sumergir la bandeja sujetando el cabezote. Con el fin de visibilizar las fugas de aire por las posibles fisuras de la culata.

Es así como procedemos a dimensionar el tanque: Comenzamos por el ancho de la bandeja. Tenemos que el ancho de la bandeja es de 30 cm. Le vamos a dar un rango de 10 cm. Más de ancho al tanque, con la precaución de que la bandeja entre con facilidad en el tanque sin ningún error de que se trabe en los bordes del tanque.

Continuamos con la longitud de la bandeja. Tenemos que la longitud de la bandeja es de 65 cm. Le damos un rango de 40 cm. Más largo. Para que la bandeja se sumerja libremente y no tenga dificultad con la manguera de entrada de aire a presión. Con estas dimensiones es posible continuar con el diseño estructural del tanque.

## **Anexo 3**

**3.1.3 Columnas y Estructura:** A partir de las dimensiones del tanque empezamos con el diseño de las columnas que sujetará todos los elementos del banco. Partimos de que el tanque tiene una altura de 50 cm es así que le daremos 20 cm más de altura con el fin de facilitar la visualización de las fisuras sin tener que inclinarse mucho en el momento de la práctica. Continuamos con el ancho de la base del banco que sujetará al tanque con las columnas, tenemos que el ancho del tanque es de 40 cm, le vamos a dar 5 cm más de ancho con el fin de tener una separación entre las columnas y el tanque. Luego seguiremos

con la altura de las columnas, vamos a construir el banco con 170 cm de altura para facilitar la manipulación y visualización en momento de la práctica. Y por ultimo aremos los travesaños que unirá las dos columnas y sujetará al conjunto del motor y tornillo. Tenemos que la longitud del tanque es de 100 cm entonces aremos los travesaños de la misma longitud.

#### **Anexo 4**

**3.1.4 Brazos de sujeción de la bandeja:** La distancia entre columna y columna, tenemos que es de 80 cm diseñaremos el riel que se deslizará por las columnas para sumergir a la bandeja. Lo construiremos con la misma distancia para que no exista un juego en el desplazamiento de arriba hacia abajo y viceversa. A este riel se unirán los brazos que sujetaran a la bandeja.

#### **Anexo 5**

**3.1.3 Tornillo de transportación:** Como necesitamos una carrera de aproximadamente 70 cm de arriba hacia abajo para sumergir a la bandeja con el cabezote, construiremos el tornillo de 100 cm con el fin de sujetarlo con seguridad a la estructura del banco y con las trasmisión de giro del motor eléctrico.

#### **Anexo 6**

**3.1.4 Caja de desmultiplicación de velocidad:** En este caso la caja la hemos adquirido de fábrica creada específicamente para el motor que pone en marcha todo el sistema. Pero por motivo técnico lo hemos desarmado para indagar en el tipo de mecanismo de trasmisión y en cuanto se produce la desmultiplicación y hemos concluido que el tipo de mecanismo es de **tornillo sin fin** y contando las revoluciones de entrada con las de salida finiquitamos que la desmultiplicación se produce en **30 rev a 1 rev.**

Con fin didáctico lo hemos representado y construido virtualmente en computadora adquiriendo sus planos.

## Anexo 7

### 3.2 DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

En caso del circuito eléctrico hemos realizado una conexión sencilla de acuerdo con el tipo de motor que hemos elegido, que en nuestro caso es un motor industrial trifásico de manera didáctica hemos diseñado su conexión en programa de diseño eléctrico.

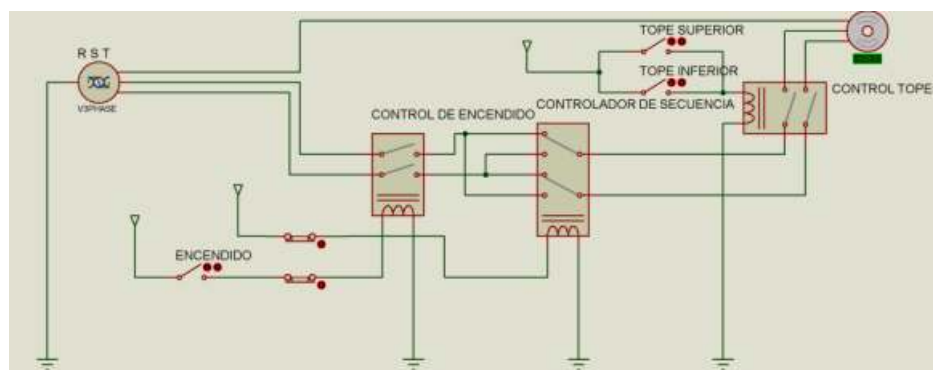


Fig. 3.2 Diagrama del circuito eléctrico

## CAPITULO IV

# CONSTRUCCIÓN PROGRESIVA EN BASE A LOS DISEÑOS DEL BANCO

## 4.1 CONSTRUCCIÓN EN BASE A LOS PLANOS ESTRUCTURALES DEL BANCO.

De acuerdo a los planos de diseño realizados en el capítulo anterior. Partimos construyendo uno a uno los elementos del banco, en hierro. Para el tipo de materiales que vamos a emplear en el banco, consultaremos el manual de soldadura de AGA y veremos el tipo de electrodo y soldadura a emplear en la construcción del banco.

### ELECTRODO CELULÓSICO

C-13

Norma:

AWS	E 6011
-----	--------

Color de Revestimiento: Blanco	Identificación: Punta Azul
--------------------------------	----------------------------

Análisis del

Metal Depositado:

C	0.08-0.12%	Mn	0.4-0.6%	Si	0.25%
---	------------	----	----------	----	-------

Valores típicos

Características:

Electrodo del tipo celulósico, para soldaduras de penetración. El arco es muy estable, potente y el material depositado de solidificación rápida, fácil aplicación con corriente continua y alterna. Los depósitos son de alta calidad en cualquier posición.

Aprobación:

AMERICAN BUREAU OF SHIPPING

Propiedades

Mecánicas:

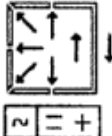
Resistencia a la Tracción	Elongación	Resistencia al Impacto
48-51 kg / mm <sup>2</sup>	24-26%	CHARPY - V
68.000		Joules
a		55 - 75
72.000 lbs./pulg <sup>2</sup>		(-29°C)

Valores típicos

Posiciones de Soldar: Plana, horizontal, sobre cabeza, vertical ascendente, vertical descendente.

Corriente y polaridad:

Para corriente alterna o continua Electrodo al polo positivo		
ø mm	ø Pulg.	Amperaje
2.50	3/32	70- 90
3.20	1/8	90-120
4.00	5/32	120-150
5.00	3/16	150-180



- Aplicaciones:
- Soldadura para aceros no templables (aceros dulces).
  - Carpintería metálica.
  - Estructuras y bastidores para máquinas.
  - Chapas gruesas y delgadas

LARGO: 350 mm.

PESO POR CAJA: 20 kg./44 lbs.

**De acuerdo al manual de AGA este tipo de electrodo es el más ajustado a nuestras necesidades y procederemos a ensamblar las piezas del banco con suelda eléctrica. De acuerdo al orden de diseño empezamos la construcción.**

**4.1.1 Bandeja:** A partir de estas dimensiones de los planos comenzamos construyendo en ángulo de una pulgada de hierro, los canales donde sujetarán los pernos a los travesaños que oprimirán al cabezote y a su vez se colocarán las bases del cabezote. Empezamos cortando a medida y procedemos con la soldadura descrita anteriormente.



Fig. 4.1 Corte de los sujetadores de la bandeja



Fig. 4.2 Sujetadores de la bandeja



Fig. 4.3 Corte de los rieles de la bandeja



Fig. 4.4 Ensamblaje de la bandeja



Fig. 4.5 Bandeja terminada



**4.1.2 Tanque:** La construcción del tanque la vamos a realizar en tol de hierro primero dibujando su forma en forma de T para hacer los dobleces y soldar las aristas del tanque.



Fig. 4.6 Tanque armado y soldado



Fig. 4.7 Corte de las bases del tanque



Fig. 4.8 Tanque terminado

**4.1.3 Columnas:** Para su construcción utilizaremos perfil cuadrado de 10cm de longitud por lado y las cortaremos a medida de los planos y a continuación las

bases de del banco donde se asentará el tanque y luego los travesaños donde se asentara el motor eléctrico y sus mandos.



Fig. 4.9 Corte de las columnas



Fig. 4.10 Columnas cortadas cuadradas

**4.1.4 Brazos de sujeción de la bandeja:** En su construcción utilizaremos perfil cuadrado de 2 pulgadas de longitud por lado, procedemos a su corte y suelda.



Fig. 4.11 Corte de los rieles de los brazos



Fig. 4.12 Corte de unión de la tuerca con los rieles



Fig. 4.13 Brazos y rieles ensamblados

**4.1.5 Armazón ensamblado:** Nos disponemos a unir todas las piezas construidas dando lugar al armazón ensamblado.



Fig. 4.14 Columnas sujetadas a la base



Fig. 4.15 Columnas sujetadas a los travesaños



Fig. 4.16 Orificio de paso del tornillo



Fig. 4.17 Travesaño de sujeción del tornillo



Fig. 4.18 Armazón con los rieles de los brazos



Fig. 4.19 Armazón ensamblado con todas sus partes

Una vez terminado el banco procedemos darle una forma estética, comenzando por fondear todo el banco para empezar a pintar.



Fig. 4.20 Masillado y fondeado del banco



Fig. 4.21 Fondeado total del banco

## 4.2 CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

La construcción del control eléctrico comenzamos por las tres fases de entrada de corriente que llegan a un relé donde distribuirá la corriente posteriormente a otros dos relés al control de encendido (interruptor), y a un fusible de seguridad.



Fig. 4.22 Primer relé de entrada de corriente trifásica



Fig. 4.23 Fusible de seguridad

En el segundo relé llegan las fases del primer relé y es donde se controla la salida de las fases al motor comandadas por uno de los pulsadores de dirección y por la señal del tercer relé.



Fig. 4.24 Segundo relé de control de salida al motor



El tercer relé es alimentado por el primero de corriente y envía la tercera fase al segundo de control controlado por uno de los pulsadores de dirección e interrumpido por los finales de carrera cortando así la tercera fase.



Fig. 4.25 Tercer relé de control de salida al segundo relé



Fig. 4.26 Interruptor de final de carrera

Todo el sistema es comandado con tres controles: ROJO control ON – OFF, BLANCO es de SUBIR y NEGRO es de BAJAR.



Fig. 4.27 Mandos de control

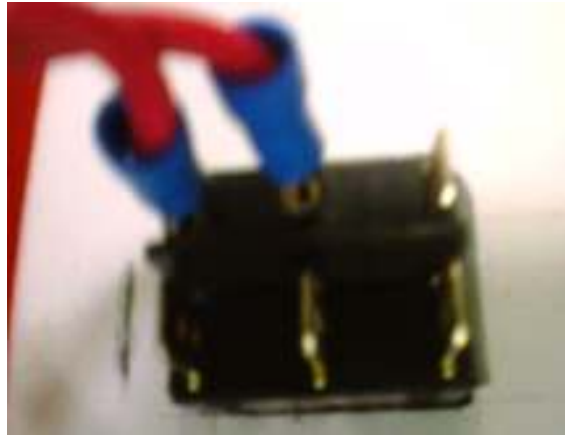


Fig. 4.28 Interruptor ON – OFF

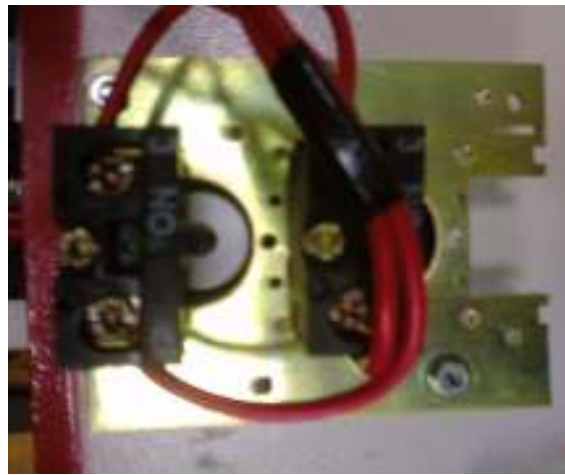


Fig. 4.29 Control de dirección ARRIBA - ABAJO



# **MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

## **BANCO DE PRUEBA DE FISURAS DE CULATAS MULTIMARCAS**

### **TEST**

#### **HIDROSTÁTICO – NEUMÁTICO**

## **ÍNDICE:**

- **Introducción**
- **Aplicación**
- **Características Técnicas**
- **Principales componentes y sus funciones**
- **Cuidados**
- **Práctica**
  - **1.- Previas a la práctica**
  - **2.- Procedimiento de la práctica**
  - **3.- Conexión eléctrica**
  - **4.- Procedimiento de la práctica**

## **INTRODUCCIÓN:**

PARA LA CORRECTA UTILIZACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO, RECOMENDAMOS LA LECTURA COMPLETA DE ESTE MANUAL.

Éste lo ayudará a optimar el rendimiento, garantizar el uso seguro y orientarlo en la mantención preventiva y utilización del equipo.

Ocurriendo un problema que no pueda ser solucionado con las informaciones contenidas en este manual, procure consultar al docente encargado de la práctica del mismo o al encargado del laboratorio asignado, que estará dispuesto y capacitado en su ayuda.

## **APLICACIÓN:**

EL BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO debe ser utilizado solo bajo estas recomendaciones y en práctica académica junto la supervisión y orientación del docente asignado.

## **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:**

- Volumen o espacio a ocupar por el banco:

1000mm x 1500mm x 1700mm

- Peso total del banco sin agua:

187 libras

- Capacidad del tanque:

200 litros

- Dimensiones del tanque:

1000mm x 400mm x 500mm

- Características del compresor:

Modelo: BM-24

Aire que entrega: 168 L/min

Max. Presión: 8 bar  
Velocidad: 3450 rpm  
Power: 2 Hp  
Volts/Hz: 110 V/ 60 Hz  
Tank: 24L  
N.W: 25Kg

▪ Características del motor eléctrico :

CAT No: vv3538  
SPEC: 34A63-872  
FRAME: 56C  
SER: W3-96  
POWER: ½ HP  
VOLTS: 208-230/460 TRIFASICO  
AMP: 2.1-2/1  
RPM: 1725  
HZ: 60HZ PH:3 CLASS:B  
SER.F:1.25 DES:B CODE:L  
NEMA NOM.EFF: 74% P.F: 63%  
RATING: 40C AMB-CONT SFA2.5-2.4/1.2

**PRINCIPALES COMPONENTES Y SUS FUNCIONES:**

▪ Mando de control del motor eléctrico:



Fig. 5.1 Control eléctrico

- **Compresor:**

Para accionar el funcionamiento del compresor se acciona con el control ROJO el cual comprime el aire hasta 110 psi y lo almacena en el tanque y cuando la presión baja hasta 70 psi comprime nuevamente hasta los 110 psi



Fig. 5.2 Compresor

- **Manómetro de presión y llave de control:**



Fig. 5.3 Manómetro y llave de control de presión de aire

- **Bandeja de sujeción de cabezotes:**



Fig. 5.4 Bandeja de sujeción de cabezotes

- Implementos de sujeción y hermetización del cabezote:



Fig. 5.5 Bandeja e implementos de sujeción y hermetización del cabezote

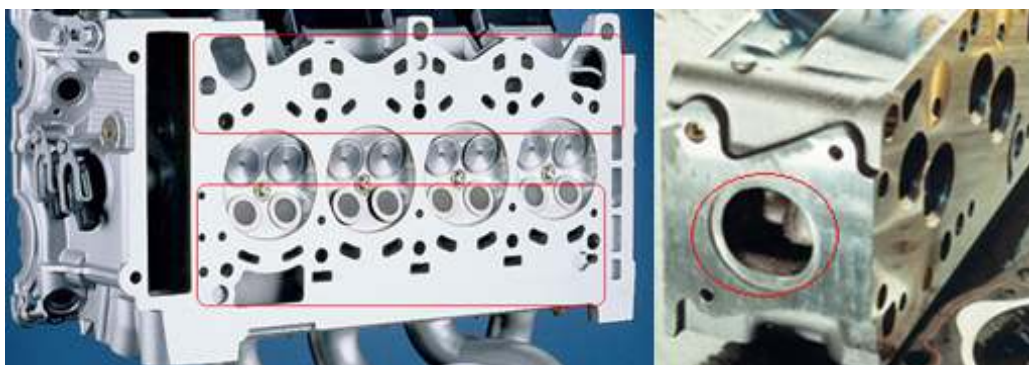
## **CUIDADOS:**

El BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO utilizado inadecuadamente, puede causar daños físicos y materiales.

Con el fin de evitarlos, siga las siguientes recomendaciones:

1. Este Equipo:
  - Posee partes calientes, eléctricas y piezas en movimiento;
  - El sistema de alimentación eléctrica posee tres líneas de cables, para tres fases que surtirá de energía el motor trifásico
  - Por precaución y seguridad desconectar las tomas de alimentación de corriente eléctrica, cuando no se este usando el equipo.
  - Puede provocar interferencias mecánicas o eléctricas en equipos sensibles que estén próximos.
  - Requiere de una persona autorizada para supervisar su uso y mantención
2. No sobrecalentar los instrumentos eléctricos como el compresor o el motor, con un mal manejo o uso indebido.
3. Antes de efectuar cualquier mantención certifíquese de que el equipo esté desenchufado o desconectado de la red eléctrica.

4. La compresión de aire es un proceso que genera calor, por lo tanto están sujetos a altas temperaturas, debido por tanto tener cuidado para evitar quemaduras.
5. El motor eléctrico genera movimiento de varios mecanismos en secuencia, razón por la cual tener sumo cuidado con estos, ya que pueden causar lesiones y hasta la mutilación de dedos, manos o extremidades.
6. El motor eléctrico ha sido asegurado con unos finales de carrera que garantiza que sea apagado cuando llega a su límite. Revisar que estén en correcta operación
7. La utilización del agua en el Banco es de suma necesidad, por tanto tener mucha precaución de esparcir o chapotear con agua a los elementos eléctricos provocando una descarga eléctrica tan grave que puede atentar con la vida del operador.
8. En presencia de cualquier anomalía del equipo, suspenda inmediatamente su funcionamiento, desconecte la alimentación eléctrica hasta su revisión y autorización del personal o docente encargado.
9. Se recomienda la minuciosa supervisión de hermetizar correctamente los conductos de agua de culata para el correcto diagnóstico de la prueba.



**Fig. 5.6 Conductos de refrigeración de la culata**

10. Por ningún motivo se pueden oprimir simultáneamente los dos botones de dirección ya que se crea un corto entre dos líneas de fase.

## **PRÁCTICA:**

### **1. CONEXIÓN ELÉCTRICA**

- a) Principalmente el motor eléctrico es conectado a tres fases que por facilidad de conexión hemos implementado un enchufe o a un tomacorriente para evitar descargas eléctricas o accidentes eléctricos.
  
- b) Otra de las conexiones eléctricas es la del compresor. Para facilidad tiene un enchufe para conexión a corriente alterna convencional de 110 V. que de igual manera brinda la precaución de cualquier accidente. Por seguridad también es necesaria la verificación de que el tomacorriente tenga su instalación a tierra.

### **2. MANTENCIÓN PREVENTIVA:**

- a) Es necesario que antes de utilizar el banco sea revisado que sus elementos móviles aún sigan lubricados o engrasados. Como es el tornillo de desplazamiento o los rieles de desplazamiento de las columnas.
  
- b) Otra de las verificaciones es también de que el agua este en buen estado para la prueba si el agua se ha decantado o esta en mal estado. Proceder a desaguar limpiar el tanque con un cepillo y llenar de agua nuevamente.

### **3. PREVIAS A LA PRÁCTICA:**

- a) Antes de realizar la práctica se debe realizar una limpieza minuciosa de todas las superficies del cabezote. Esto con el fin de facilitar la detección de las fisuras.
  
- b) Posterior a la limpieza procedemos a identificar los orificios de los conductos de refrigeración para realizar los tapones de fibra celulosa que hermetizarán los conductos para realizar la prueba.





Fig. 5.7 Conductos de refrigeración

- c) Luego asentamos el cabezote sobre los travesaños en la bandeja, lo centramos para sujetarlo bien con los pernos y realizamos los empaques y los ponemos en los orificios uno a uno.



Fig. 5.8 Corte de fibra celulosa para hacer tapones



Fig. 5.9 Tapones de hermetizar

- d) Procedemos a realizar la tapa de acrílico que oprimirá toda la superficie plana sellando así todos los orificios de los conductos de refrigeración. El corte del acrílico se lo realiza con una cortadora de madera para su fácil maniobra.



Fig. 5.10 Corte del acrílico



**Fig. 5.11 Tapa cortada**

- e) Redondeamos las esquinas para evitar accidentes de cortes y procedemos a lijar todos los lados de las tapas con el mismo fin con lija de madera.



**Fig. 5.12 Esquina redondeada**

- f) Continuamos con la identificación de la toma de agua donde sale el refrigerante hacia el radiador.



**Fig. 5.13 Salida de agua hacia el radiador**

- g) Hacemos un molde de cartón al contorno de la toma de agua para hacer un modelo y cortarlo en acrílico.



**Fig. 5.14 Molde en cartón**

- h) Dibujamos con el molde en el acrílico para cortar y agujerar.



Fig. 5.15 Dibujo de la tapa para cortar

- i) Cortamos la tapa con la caladora de madera y agujeramos con un taladro.



Fig. 5.16 Corte de la tapa

- j) A continuación ponemos el acople rápido en el centro de la tapa agujerando a medida de la rosca del acople y marcamos el roscado con un machuelo a medida de la rosca del acople rápido.



Fig. 5.17 Roscado con machuelo

- k) Para finalizar la tapa colocamos el acople rápido en la tapa y lo aseguramos con una tuerca por detrás.



Fig. 5.18 Tapa terminada

- l) Con la tapa terminada procedemos a realizar el empaque que hermetizara a esta toma de agua y lo sujetamos con pernos colocándolo en su lugar.



Fig. 5.19 Tapa colocada

- m) De la misma forma es posible realizar la tapa de la salida de agua hacia el radiador con cualquier otro tipo de cabezote de cualquier marca.

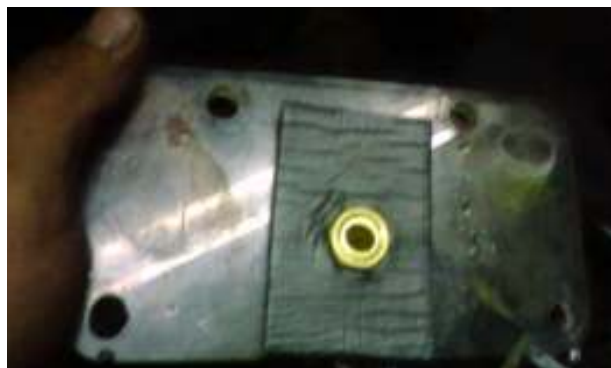


Fig. 5.20 Tapa de la toma de agua con empaque

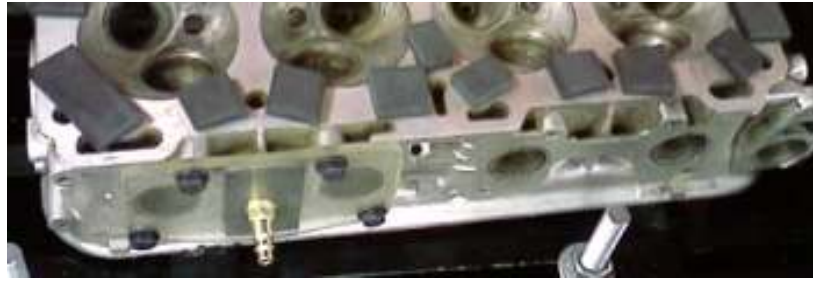


Fig. 5.21 Tapa colocada en el cabezote

#### 4. PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA:

- a) Con los elementos construidos procedemos a iniciar la práctica colocando uno a uno los tapones hechos de fibra celulosa y colocamos la tapa encima con sumo cuidado verificando que no se mueva de los orificios de los conductos de agua.



Fig. 5.22 Cabezote con tapones y tapa sobrepuesta

- b) A continuación colocamos los sujetadores sobre la tapa diagonalmente regulando el ancho del cabezote y cuadrando perpendicularmente con los pernos de sujeción.



Fig. 5.23 Cabezote sujetado con los pernos

- c) Procedemos a torquear los pernos de forma regular uno a uno para tener una presión uniforme en la superficie de la tapa. Consiguiendo una presión tal de que podamos observar que los tapones de fibra celulosa se hayan comprimido a unos 2 o 3 mm de su espesor original asegurándonos así de su hermeticidad.



**Fig. 5.24 Tapones comprimidos**

- d) Luego colocamos la tapa de la toma de agua junto con su respectivo empaque de fibra celulosa torqueándolo de la misma forma que con la tapa de la superficie plana. Verificando también que el empaque se haya reducido como en el paso anterior.



**Fig. 5.25 Tapa de la toma de agua colocada**

- e) Ya con las tapas colocadas y sujetadas, procedemos a colocar el acople rápido de la manguera roja que es la salida de presión de aire regulada de la llave en el manómetro.



**Fig. 5.26 Acople conectado**

- f) Ya con todo asegurado y conectado procedemos a bajar la bandeja y sumergirla en el agua del tanque. Para esto vamos al control eléctrico y accionamos el botón rojo a la posición de ON y luego oprimimos el botón NEGRO de la dirección BAJAR hasta que se sumerja. En este instante detenemos el movimiento con el botón rojo a la posición OFF.



**Fig. 5.27 Bandeja sumergiéndose**

- g) Una vez sumergida la bandeja junto con el cabezote abrimos lentamente la llave de aire a presión en el manómetro a unos 5 psi recomendados. Presión la cual es suficiente para la detección clara y detallada de una fisura.



**Fig.5.28 Cabezote sumergido con presión de aire**

- h) Si es que en esta posición no hemos detectado una fisura, procedemos a subir la bandeja oprimiendo el botón rojo en la posición ON y luego el botón BLANCO con la dirección SUBIR.



**Fig. 5.29 Bandeja subiendo**



- i) Una vez que la bandeja este sobre el tanque detenemos el movimiento con el botón ROJO en la posición OFF Y hacemos un giro de 180° a la bandeja en su eje y la movilizamos por su corredera con el fin de inspeccionar y detectar fisuras en la otra parte del cabezote. Y finalmente bajamos a la bandeja oprimiendo el botón ROJO a la posición ON y luego el botón NEGRO con la dirección BAJAR

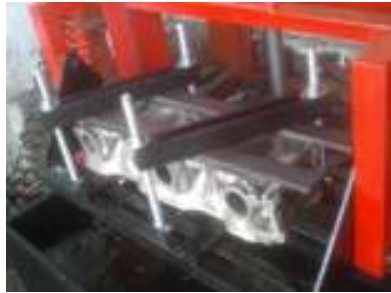


Fig. 5.30 Bandeja en rotación

- j) Una vez que se haya sumergido la bandeja detenemos el movimiento con el botón rojo a la posición OFF y procedemos a inspeccionar la superficie en busca de fisuras.



Fig. 5.31 Bandeja sumergida en la otra posición

- k) En caso de detección de fisura regulamos la presión de aire con la llave del manómetro a una presión tal que la fuga de aire sea moderada y nos facilite la visibilidad de la fisura y lo más importante, detectar el principio y el final de la fisura.



Fig. 5.32 Fuga de aire por la fisura



- l) Una vez detectada la fisura sin haber encontrado otra, subimos la bandeja oprimiendo el botón ROJO a la posición ON y luego el botón BLANCO con dirección SUBIR hasta que se encuentre sobre el tanque y lo detenemos con el botón ROJO en la posición OFF y procedemos a desmontar el cabezote de la bandeja para inspeccionar la fisura



**Fig. 5.33 Cabezote a ser desmontado del banco**

- m) Una vez desmontado el cabezote procedemos a secarlo para inspeccionar la fisura.



**Fig. 5.34 Cabezote seco listo para prueba de tintas**

- n) Una vez el cabezote seco procedemos a realizar una prueba de tintas penetrantes con el fin de aclarar la fisura.



**Fig. 5.35 Cabezote con tintas penetrantes**

- o) Procedemos aplicando el primer Spray Limpiador rociando a la fisura detectada con el fin de liberar de impurezas su superficie.



Fig. 5.36 Spray limpiador

- p) Luego continuamos con el segundo Spray penetrante rociando a la fisura sobre la primera aplicación para tener una mejor visibilidad en el momento del revelado



Fig. 5.37 Spray penetrante

- q) Por último con el tercer Spray revelador rociando a la fisura sobre la segunda aplicación con el fin de mostrar de la forma más clara posible a la fisura.



Fig. 5.38 Spray revelador

- r) Luego de la prueba de tintas penetrantes hemos aclarado en su totalidad a la fisura dejándola lista para una post evaluación de soldadura o corrección en frío con personal especializado en soldadura especial.

**Con esto se ha concluido la práctica en el BANCO DE PRUEBA DE FISURAS HIDOSTÁTICO – NEUMÁTICO.**

## **CONCLUSIONES:**

Una vez culminado nuestro proyecto de investigación tecnológica, es así como hemos obtenido las siguientes conclusiones:

### **CONCLUSIÓN PRINCIPAL:**

Se diseño, construyo e implemento el banco de ensayos verificador de fisuras de culatas de motores de combustión interna, mediante prueba hidrostática y neumática, es así como esperamos satisfacer la necesidad de comprobación de fallas en talleres especializados.

### **CONCLUSIONES ESPECÍFICAS:**

Una vez, diseñado y construido el sistema en el que se logro la hermetización del elemento a analizar, en este caso una culata o cabezote se selecciono los medios y materiales idóneos para este propósito.

Construido los elementos que hermetizará el cabezote, se construyó el armazón o cuerpo que maniobrará el elemento hermetizador con el fin de conseguir disponibilidad para ejecutar la práctica y así detectar las fisuras en el cabezote.

Construido el banco de pruebas se procedió a darle una apariencia estética con el pulido de las partes soldadas, masillado de las partes irregulares, el fondeado del banco en general, y por ultimo el pintado completo del mismo, dándole así un buen acabado estético para una atractiva visualización.

Las pruebas de hermetización y comprobación de fallas en los cabezotes probaron la utilidad del equipo.

## **RECOMENDACIONES:**

Para el diseño, construcción y manipulación del banco didáctico se debe tomar algunas recomendaciones en cuenta.

Como recomendación principal en el hecho del diseño es tener sumo cuidado en las dimensiones y necesidades de los mecanismos que se vayan a diseñar ya que en la construcción se presentan fallas y reparaciones que deterioran la calidad de acabado del trabajo.

Con el punto anterior, cabe recomendar el Software INVENTOR que hemos utilizado para diseñar el banco corrigiendo virtualmente errores dimensionales y estéticos con el fin de cometer el menor número de errores en la construcción del banco.

Cualquier duda sobre del funcionamiento del banco didáctico se recomienda revisar el manual del usuario para resolver problemas a futuro.

Por ultimo citaremos el material de consulta y ayuda que hemos utilizado para llevar a cabo nuestro proyecto de tesis.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

### **Páginas web**

- [www.todomotores.com](http://www.todomotores.com)
- [www.automecánico.com](http://www.automecánico.com)
- [www.arpem.com](http://www.arpem.com)
- [www.julich.com.ec](http://www.julich.com.ec)
- [www.portal-industrial.com.ar](http://www.portal-industrial.com.ar)
- [www.maquinarias-henriques.com](http://www.maquinarias-henriques.com)
- [www.dinapar.com](http://www.dinapar.com)

### **Textos**

- Entrenamiento en el taller mecánico/ s. F. Krar y J. W. Osward.
- Máquinas eléctricas / Stephen Jchapman a. b. fitzgerald.
- Manual de soldadura A G A
- Manual de mantenimiento automotriz Suzuki
- Diseño de mecanismos análisis y síntesis / Arthur G. Erdman.

### **Fotografías**

- Rectificadora Universal Motor

# Motivos de fallas de juntas de culatas (FEDERAL - MOGUL)

## RECOMENDACIONES PARA TODO TIPO DE FALLA:

- Utilizar tornillos nuevos, en caso necesario
- Limpiar roscas del bloque y tornillos
- Utilizar un buen torquímetro
- Aplicar el apriete especificado
- Utilizar el espesor de junta adecuado
- Rectificar las superficies distorsionadas del bloque y/o de la culata
- Utilizar camisas de altura apropiada en cada cilindro
- Mantener en buen estado de funcionamiento los sistemas de enfriamiento y encendido
- Utilizar bujías y combustible adecuado

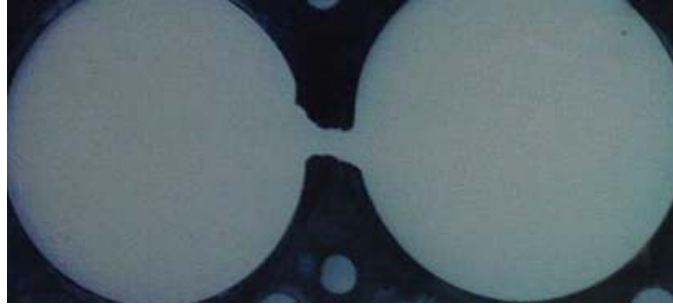
## JUNTA QUEMADA:



## MOTIVOS DE LAS FALLAS:

- Falta de apriete
- Las superficies del bloque y/o la culata distorsionada
- Sistema de enfriamiento defectuoso
- Combustión incorrecta
- Secuencia incorrecta de apriete de los tornillos
- Relación de compresión incorrecta

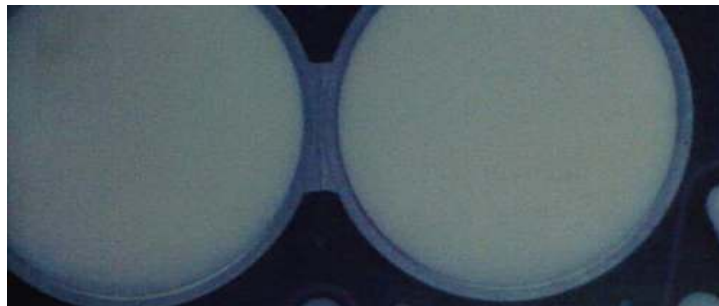
## **FALLAS DE LOS REFUERZOS METÁLICOS:**



## **MOTIVOS DE LAS FALLAS:**

- Falta de apriete
- Las superficies del bloque y/o la culata distorsionada
- Sistema de enfriamiento defectuoso
- Combustión incorrecta
- Secuencia incorrecta de apriete de los tornillos
- Relación de compresión incorrecta

## **FALTA DE APRIETE:**



## **MOTIVOS DE LAS FALLAS:**

- Falta de torque por desconocimiento o descuido

## **DESPLAZAMIENTO Y FALTA DE MATERIAL DE LA JUNTA:**



### **MOTIVOS DE LAS FALLAS:**

- Falta de apriete
- Superficies del bloque y/o la culata distorsionada
- Secuencia incorrecta de apriete de los tornillos

### **DEFORMACION DE LOS AGUJEROS PARA LOS TORNILLOS:**



### **MOTIVOS DE LAS FALLAS:**

- No utilizar pasadores de alineamiento
- Posicionamiento incorrecto de la junta
- Junta incorrecta

### **DEFORMACIÓN DE PASOS DE AGUA O ACEITE:**



### **MOTIVOS DE LAS FALLAS:**

- Falta de apriete
- Superficies del bloque y/o la culata distorsionada
- Secuencia incorrecta de apriete de los tornillos

**Investigue y corrija la causa del fallo de la junta antes de instalar una nueva, el corregir la causa del fallo de la junta ayudará a prevenir que el problema se repita.**



**A N E X O I**

# **A N E X O II**

# **A N E X O III**

# **A N E X O I V**

**A N E X O V**

# **A N E X O VI**

# **A N E X O VII**

