



Trabajo Fin de Grado

Curso 2016/17

Disposición máquinas
Velero bavaria
Varada buque escuela

Alumno: Mario Flores Rodríguez

Tutor: Dr. Antonio José Poleo Mora

Grado de Náutica y Transporte Marítimo
Septiembre de 2017

En agradecimiento a mis amigos, profesores y familia, en especial a mi madre, por algún motivo nunca duda de mis decisiones.

Un beso

Índice

Introducción	6
Objetivos	7
1. Tipos de transmisiones en veleros	8
1.1 Línea de eje	8
1.2 Sail drive o tipo S	8
2. Motor Volvo Penta MD22. Características	9
2.1 Introducción	9
2.2 Curvas de potencia, par motor y consumo	10
2.3 Sistema de lubricación	11
2.4 Sistema de combustible.....	12
2.5 Sistema de refrigeración	12
3. Guía de operación del motor Volvo Penta MD22	14
3.1 Consideraciones previas al arranque	14
3.2 Actuaciones en caso alarma	15
3.3 Palanca de control	15
3.4 Acciones previas al arranque	16
3.5 Procedimiento de parada	20
3.6 Precauciones en caso de riesgo de congelación.....	20
3.7 Parada de emergencia	21
4. Mantenimiento básico	23
4.1 Comprobaciones diarias	23
4.1.1 Líquido refrigerante	23
4.1.2 Nivel aceite motor	23
4.2 Comprobaciones cada 14 días	24
4.2.1 Comprobar el nivel de aceite del inversor de marcha	24
4.2.2 Drenaje del agua en el filtro de combustible	25
4.2.3 Estado de las baterías	26
4.2.4 Tensión de la correa de servicio	27
4.3 Comprobaciones cada 50 días	28
4.3.1 Comprobar el filtro de agua salada	28
4.4 Mantenimiento cada 200 horas o una vez al año	29
4.4.1 Cambio aceite motor y filtro	29
4.4.2 Cambio de aceite en el sistema Sail Drive	30
4.4.3 Cambio del filtro de combustible	31
4.4.4 Limpieza del filtro de la bomba de alimentación de combustible	32
4.4.5 Verificar impeler de bomba de agua salada	33
4.4.6 Sustitución de la correa auxiliar	34
4.4.7 Verificar la correa de distribución	34
4.5 Mantenimiento cada dos temporadas de uso	34
4.5.1 Limpieza del filtro de ventilación del cárter	34
4.5.2 Verificar el juego de válvulas	35
4.6 Otras inspecciones periódicas	35

4.6.1 Comprobación de los inyectores	35
4.6.2 Correa de distribución	36
5. Trabajos de mantenimiento específicos	36
5.1 Purga del sistema de combustible	36
5.2 Reseteo de las botoneras de fusibles	38
5.3 Ajuste de la velocidad de ralentí	38
5.4 Comprobación y sustitución de los calentadores	40
5.4.1 Verificando suministro corriente y continuidad	40
5.4.2 Verificando el correcto funcionamiento de los calentadores .	40
5.4.3 Cambio de los calentadores	40
5.5 Comprobación y sustitución del termostato	41
5.5.1 Comprobación del termostato	41
5.5.2 Reemplazar el termostato	41
5.6 Inspección, tensado y sustitución de la correa de distribución	42
5.6.1 Inspección correa	42
5.6.2 Tensado de la correa	44
5.6.3 Sustitución de la correa de distribución	47
6. Varada velero. Cambio junta de cola	48
7. Conclusiones	58
8. Índice fotográfico	5
9. Bibliografía	59

Introducción

El contenido de este trabajo surge como suele suceder todo a nuestro alrededor: una charla, un debate, una inquietud, una afición, un y si...

Empezaba el mes de Diciembre del año pasado cuando el primer grupo de alumnos de la escuela nos íbamos a Huelva en el "Volcán del Teide", barco perteneciente a la Naviera Armas. De allí iba a salir mi trabajo, mi tutor y mi contribución a la escuela. Obviamente, yo todavía no sabía nada.

Entre guardia y guardia nos reuníamos en el salón y comentábamos nuestras experiencias abordo, así como nuestras inquietudes. Por entonces al Dr. Antonio J. Poleo le rondaba una asunto en su cabeza; el velero de la escuela.

Pensé que podría ayudar, y así algunos alumnos más. Este trabajo es el final de aquel voluntariado que empezó hace tiempo y que hoy se plasma en una pequeña guía sobre el motor del velero, su uso y mantenimiento.

Abstract

The issue of this written work emerged like all around our lives: a chat, a discuss, a curiosity, a hobby, and if we...

At the beginning of December last year the first group of students were taken to Huelva in the ship "Volcan del Teide", courtesy of the company "Naviera Armas". I didn't know anything, but my tutor, my project and my engagement was created there.

Between watching we used to meet in the lounge to talk about our experiences and curiosities there. At that time, Dr. Antonio J. Poleo was worried about one thing; the sailboat of this university.

I could help, i thought, and few students thought in that way too. This work is the end of that volunteerism which started long time ago and that now it has taken shape of a guide, operation and maintenance of the engine.

Objetivos

Este trabajo de fin de grado se ha planteado de forma que pudiera cumplir humildemente como guía de para los alumnos nuevos que no han tenido contacto con el velero y de manual de los mantenimientos periódicos que han de llevarse a cabo para la correcta operación del motor.

En el último capítulo hemos intentado explicar y dejar constancia del trabajo en la que pudimos tomar parte como fue la sustitución de la junta de cola. Este trabajo no es usual ya que se realiza bajo recomendación del fabricante cada 7 años.

Luego el trabajo queda estructurado según interés:

Capítulo 1 y 2. Introducción y características que instala el motor del barco de la escuela "Bavaria 42".

Capítulo 3. Guía básica de uso de los mandos y motor para la correcta puesta en servicio y parada.

Capítulos 4 y 5. Capítulos dedicados al mantenimiento del motor. En el capítulo 4 se detallan los trabajos básico y necesarios a realizar, (por desgracia algunos con herramienta específica) y el capítulo 5 es para los más aventureros, es decir, aquellos que quieran ir con algunos trabajos más específicos que suelen surgir con los años cuando nos enfrentamos a estos tipos de motores.

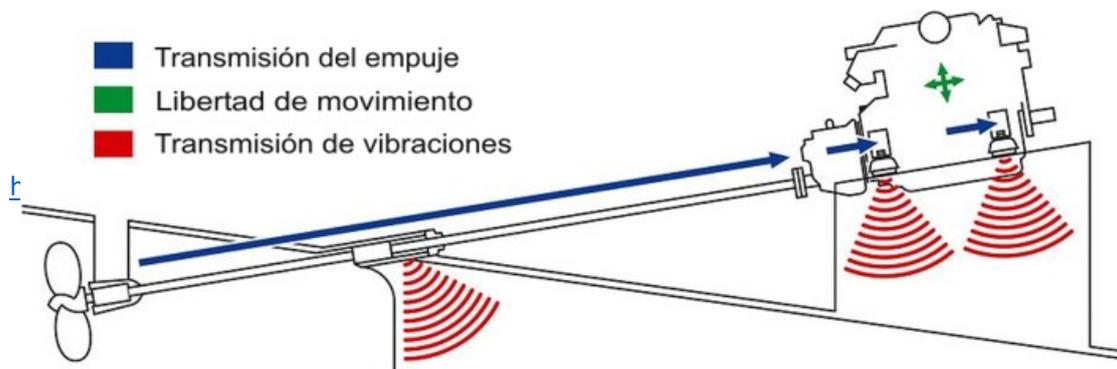
Capítulo 6. Este capítulo es dedicado a la sustitución de la junta de cola y su acondicionamiento.

1. Tipos de transmisiones en veleros

1.1 Línea de eje

Este sistema de transmisión es el más común de todos y se puede ver instalado en una gran variedad de embarcaciones, desde pequeñas embarcaciones de recreo hasta grandes buques mercantes de todas las épocas, es por ello que podemos deducir que es el sistema más usado y más frecuentemente instalado, aunque no sea el instalado en nuestro barco de estudio.

Las principales variantes vienen dadas por la hélice y el sistema de acople del inversor al eje.



1. Transmisión clásica de ejes

Fuente:

http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Motores_Helices/Transmisiones/Motorizacion-Transmisiones.asp

1.2 Sail drive o tipo S

Este tipo de transmisión ha sido diseñado exclusivamente para la navegación a vela, ya sea amateur o profesional y es la que instala nuestro Bavaria 42 perteneciente a la Universidad de la Laguna.

Con esta disposición la inversora queda unida al motor y la cola atraviesa el casco inferiormente en la línea de crujía y a la popa de la orza como puede verse en la imagen. En esta disposición como en la anterior, la maniobrabilidad del barco viene dada por el timón incluso en su navegación a vela.

Este sistema tiene la particularidad de cambiar la dirección del árbol motriz dos veces, invertir su sentido de giro y ejercer de reductora en el transcurso de su línea de eje.



2. Sistema Sail Drive

Fuente: http://www.volvopenta.com/VOLVOPENTA/MASTER/EN-TR/MARINE_LEISURE_ENGINES_2/C_DIESEL_SAILBOAT/Pages/Sailtech.aspx

2. Motor Volvo Penta MD22. Características

2.1 Introducción

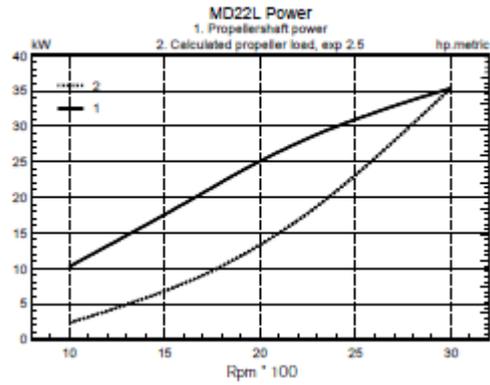
El motor que propulsa el velero de la escuela es un conocido Volvo Penta modelo MD 22 manufacturado para una larga vida de servicio y suave operación. Es un motor refrigerado con agua dulce tratada en circuito cerrado.

Este tipo de motores posee un alto par motor a bajas revoluciones para poder maniobrar eficientemente en espacios reducidos así como un abanico amplio de accesorios y repuestos suministrados por dicha firma.

Los datos más característicos los exponemos a continuación:

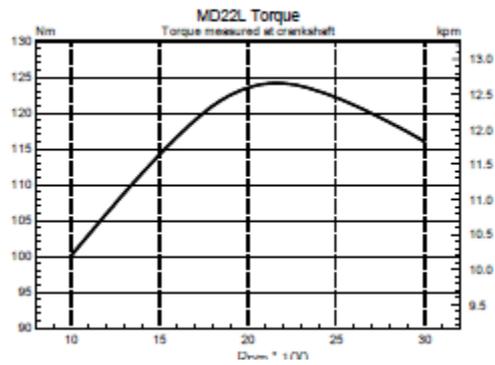
- Potencia máxima: 50CV
- Régimen de funcionamiento máximo: 2600/3000r.p.m.
- Nº de cilindros: 4
- Peso en seco con la inversora y cola: 248Kg.
- Alternador de carga a 14V / 60ª
- Reductora 2.2:1.

2.2 Curvas de potencia, par motor y consumo



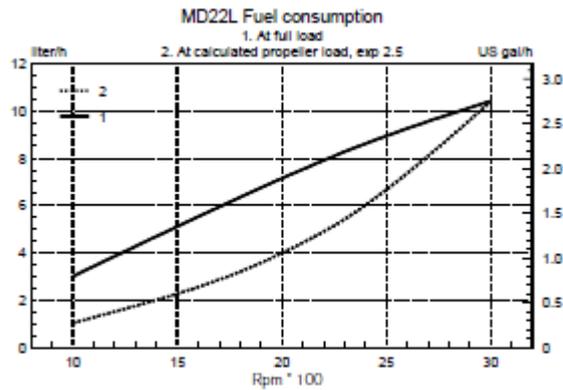
3. Curva potencia

Fuente: Manual Usuario



4. Curva de par motor

Fuente: Manual Usuario



5. Curva de consumo

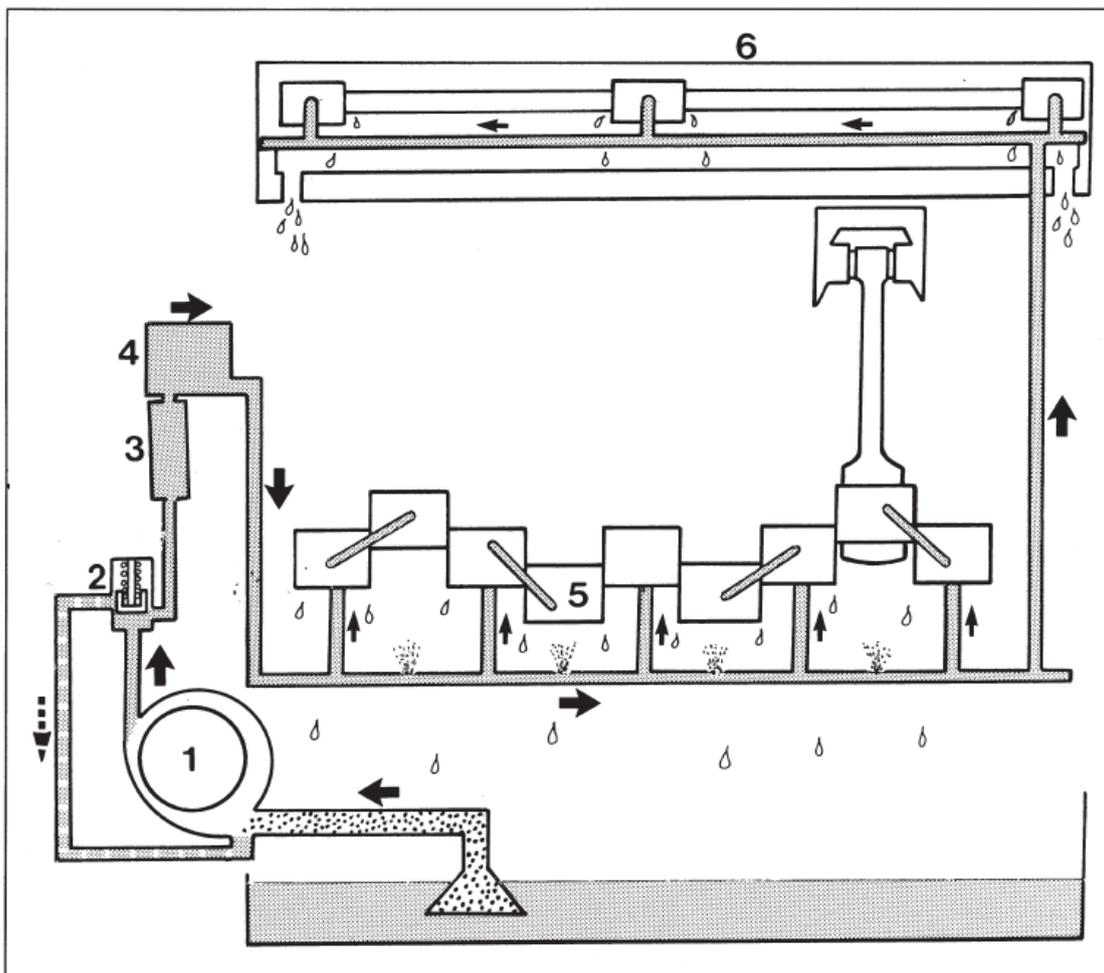
Fuente: Manual Usuario

2.3 Sistema de lubricación

El sistema de lubricación es el encargado de que entre todas las piezas mecánicas en rozamiento del motor haya una fina película de aceite que evite su calentamiento y desgaste. En el diagrama que vemos a continuación, podemos empezar a describir el circuito por la bomba de lóbulos 1, la cual se encuentra en la parte delantera del motor (distribución) recibiendo el movimiento del cigüeñal.

La bomba de aceite tiene dos rotores uno interno y otro externo los cuales están dispuestos excéntricamente. El rotor interior tiene diez dientes mientras el exterior once. Al girar, por un lado de la bomba aumenta el espacio (succión) y por el otro decrece (expulsión) con lo que se logra un efectivo bombeo.

Una válvula de sobrepresión (2) es montada en la propia carcasa de la bomba, abriendo en caso que la presión sea demasiado alta.



6. Circuito de aceite

Fuente: Manual Usuario

De la bomba el aceite pasa al enfriador (3) (no disponible en nuestro modelo) y luego al filtro de aceite que se encuentra montado en la misma carcasa de la bomba (4).

Una vez filtrado el aceite, éste pasa ya a lubricar los cojinetes del eje de cigüeñal (5) y sube para los cojinetes del árbol de levas (6).

Válvulas, empujadores, pistones y cilindros son engrasados por niebla y salpicadura.

2.5 Sistema de combustible

El motor está equipado con un sistema de inyección de la firma Bosh. Estas bombas son del tipo de regulador mecánico.

Los inyectores reciben el combustible desde la bomba de inyección y la introducen en la cámara de combustión en forma de fina niebla. La presión a la cual el inyector opera puede ser ajustada mediante arandelas sobre muelle.

Los inyectores deben de ser solamente manipulados por gente entrenada.

La bomba de suministro de combustible es tipo membrana y mecánicamente conducida por una excéntrica del eje de levas. Dicha bomba instala un actuador manual.

2.6 Sistema de refrigeración

El motor tiene dos sistemas de refrigeración uno cerrado y otro abierto.

El circuito cerrado esta relleno de líquido refrigerante encargado de enfriar el bloque de cilindros y la culata. Además refrigera la salida de los escapes.

El circuito abierto es para el agua de mar, la cual es usada para refrigerar el circuito cerrado.

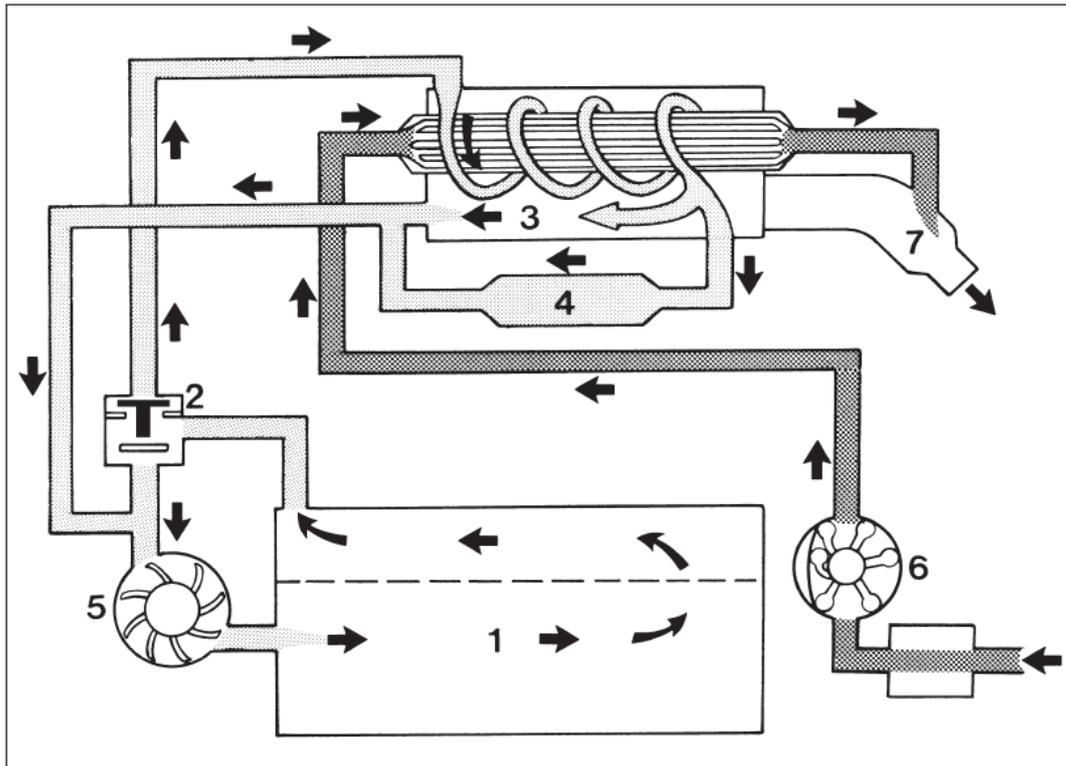
El intercambiador de calor, colector de escape y tanque de refrigeración en el circuito cerrado esta combinado en una unidad.

El flujo del circuito cerrado puede verse en el esquema. Del acumulador de refrigerante (3) pasa a la bomba (5) impulsándola a través del bloque motor y culata (1) hasta el termostato (2).

Si el refrigerante esta frio pasa nuevamente a la bomba. Cuando el líquido refrigerante calienta, el termostato deja paso hacia el intercambiador de calor (3).

El intercambiador de calor es del tipo carcasa-tubo, y para esta disposición, el agua refrigerante pasa por fuera de los tubos, y el agua salada por la parte interna de ellos.

El refrigerante posteriormente deja el intercambiador para acumularse en el tanque unidad, donde enfría el colector de escape formando una unidad.



7. Circuito de refrigeración

Fuente: Manual Usuario

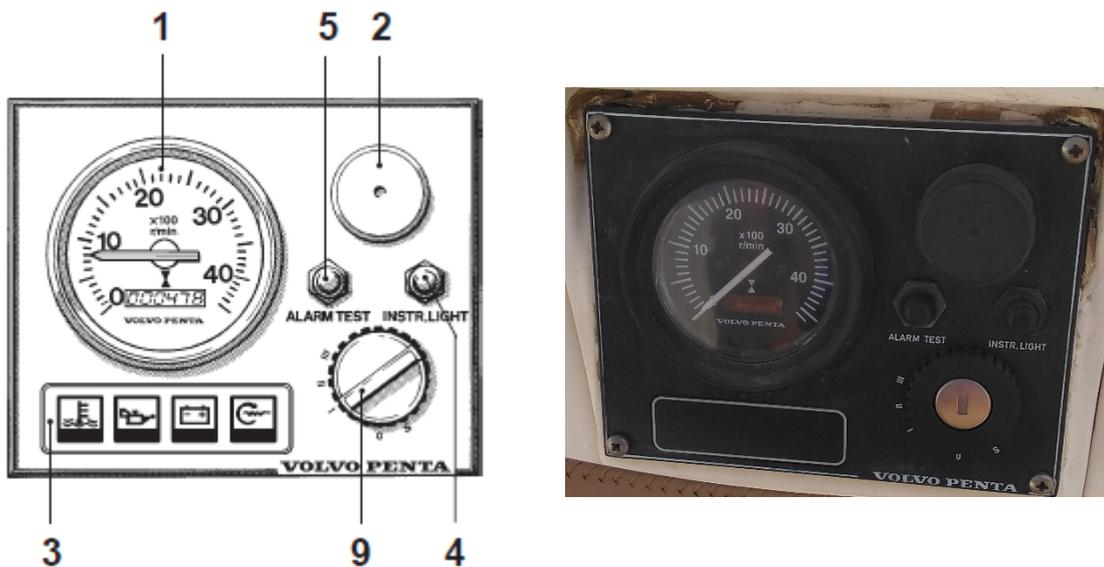
El motor sobre el que realizamos este trabajo no lleva el enfriador de aceite (4) por lo que todo el refrigerante acumulado en (3) es aspirado nuevamente por la bomba (5).

El circuito abierto o circuito de agua de salada es movido por una bomba (6) que se sitúa en la parte posterior del motor movida por una correa desde el eje de levas. El agua de mar pasa a través del intercambiador de calor y entonces es expulsada por el mismo circuito de escape de gases. (Escape húmedo)

3. Guía de operación del motor Volvo Penta MD22

3.1 Consideraciones previas al arranque

Primeramente, la familiarización con el panel de instrumentación es primordial, por un lado tenemos el contador de horas y revoluciones (1), y por otro, unas testigos y alarmas que paso a describir.



8. Panel de control

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

Cuando la presión de aceite sea baja, la temperatura de refrigeración alta o haya un fallo en la corriente de carga de la batería, sonará la sirena (2) conjuntamente con el centelleo de la luz correspondiente al fallo en la sección (3).

Todos las luces de alarma se encenderán durante menos de 20 segundos cuando la llave de contacto esté en posición I. Posteriormente la luz de alta temperatura de motor se apagará.

En el panel puede observarse el pulsador numero (5) el cual es de testeo de la sirena y de todas las luces de alarma.

El interruptor de puesta en marcha numero (9) tiene cinco posiciones.

-Posición 0. La llave puede ser insertada y removida.

-Posición S. Parada del motor. En esta posición la llave vuelve automáticamente a 0.

- Posición 1. Posición de funcionamiento después del arranque. Automáticamente por muelle.
- Posición 2. Activación de los calentadores
- Posición 3. Posición de arranque.

3.2 Actuaciones en caso alarma

- Alarma de presión de aceite. Pare inmediatamente el motor y no poner en funcionamiento hasta que se localice el fallo.
- Alarma de alta temperatura. Reduzca las r.p.m del motor hasta que la temperatura disminuya. Investigar la causa y si la avería continua, parar el motor.
- Alarma de baja tensión. El voltaje del alternador no es el correcto. La electricidad consumida provienen de las baterías.
- Testigo de precalentadores. Dicho testigo se enciende cuando se hace uso de los precalentadores. Nunca mantener más de siete segundos activados.

3.3 Palanca de control

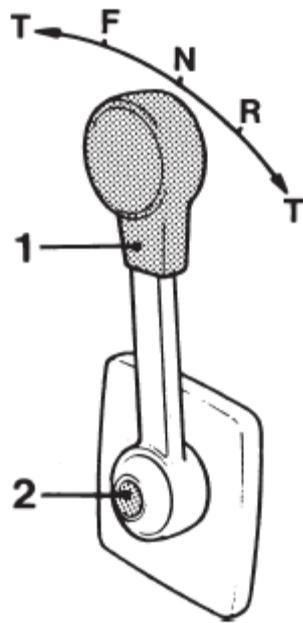
El control del motor se realiza en una única palanca. Es decir, tanto aceleración del motor como la inversión de la marcha están localizadas en el mismo mando.

Las maniobras en el mando quedan como siguen.

- Posición N. Posición Neutra. Barco sin arrancada.
- Posición de N a F. Inversor de marcha engranado y barco con arrancada avante.
- Posición de N a R. Inversor de marcha engranado y barco con arrancada atrás.
- Posición T. Aceleración del motor.

Para poder acelerar el motor desde el mando y que el velero permanezca sin arrancada, o lo que es lo mismo, sin engranar la caja de inversión, procedemos a colocar la palanca en N y presionamos el botón (2) fig 9. A continuación proceder a acelerar moviendo la palanca avante y soltamos el botón.

Una vez que volvemos a la posición N el botón se libera automáticamente y la caja de inversión entra en funcionamiento si luego fuera requerida.

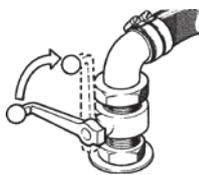


9. Mando del motor

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

3.4 Acciones previas al arranque

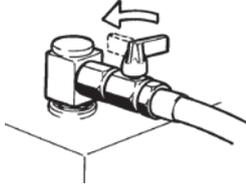
-Abrir llave de fondo de la cola correspondiente a agua dulce de refrigeración.



10. Válvula toma agua salada

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

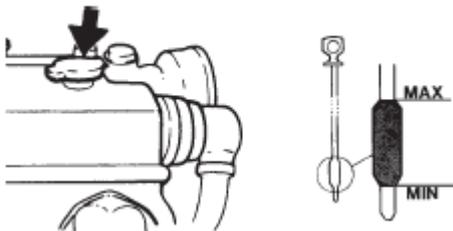
-Abrir válvula de combustible.



11. Válvula de combustible

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

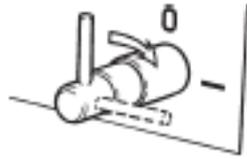
- Verificar que no hay pérdidas de agua, combustible o aceite. (Verificar sentina)
- Verificar el nivel de agua dulce refrigerante. No abrir tapón con el motor caliente, en este estado el circuito se encuentra presurizado.
- Verificar el nivel correcto de aceite motor. Nunca debe permitirse el funcionamiento del motor por debajo de la marca de mínimo.



12. Varilla de nivel de aceite

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

-Conectar el interruptor principal.



13. Interruptor general

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

-Comprobar el nivel de combustible.



14. Indicador nivel de combustible

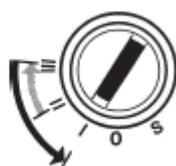
Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

-Desembrague la caja de inversión como se especificó anteriormente y dar avante ligeramente.

-Conecte y gire la llave a la posición I, espere a que la luz de alta temperatura de refrigeración se apague. Seguidamente, pulse el botón de comprobación de alarmas verificando el sonido.

-Gire la llave a la posición II y mantenga máximo 7 segundos para el funcionamiento de los calentadores.

-Gire a la posición III para arrancar. Una vez que el motor ha arrancado, libere inmediatamente la llave para que vuelva automáticamente a la posición I.



15. Llave de contacto

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

Nota. No intente arrancar el motor más de 20 segundos continuamente. Después de cada intento de arranque la llave ha de resetearse en la posición "S".

Atención. Nunca gire la llave a la posición de arranque III con el motor en funcionamiento. El engranaje del actuador podría ser seriamente dañado.

-Caliente el motor a baja velocidad y a moderada carga. Nunca lleve el motor a máxima velocidad frío.

-Durante la operación del motor, el panel de instrumentación le informara de las posibles anomalías.

Nota. Una vez que el velero esté navegando a velas, el control de la hélice debe de estar en posición neutra para hélice fija como de momento es nuestro caso. Si alguna vez se montase como mejora una hélice plegable, el control ha de ponerse atrás.

En caso de navegaciones prolongadas, arrancar el motor 5 minutos por cada 10 horas de navegación para la correcta lubricación y refrigeración de la cola e inversor.

Atención. Maniobre el inversor de marcha estando el motor a ralentí, de otra manera puede dañar los engranajes del inversor.

Nunca desconecte el interruptor principal con el motor aún en marcha, el regulador de voltaje y alternador se pueden ver seriamente dañados.

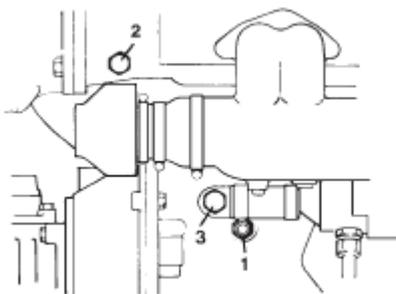
3.5 Procedimiento de parada.

- Permitir girar el motor al menos un minuto al ralentí con el inversor en la posición neutra, esto asegurará la compensación de temperaturas.
- Pare el motor mediante el giro de la llave de contactos hasta la posición "S", manténgala ahí hasta el completo parado del motor. Posteriormente libere la llave para que vuelva a la posición 0 y extraiga la llave.
- Desconecte el interruptor principal en caso de parada prolongada.
- Verifique que no existen perdidas en la máquina, alrededores y sentina.
- Cierre las llaves de toma de agua de mar y combustible.

3.6 Precauciones en caso de riesgo de congelación

En climas muy fríos donde hay riesgo de congelación, es importante que el sistema de refrigeración tenga suficiente anticongelante y que el sistema de agua salada sea drenado.

Si el circuito de refrigeración es llenado sin anticongelante, debe de ser drenado a través del tapón (1).



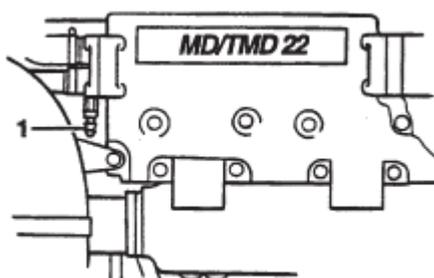
16. Purga del refrigerante

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

Extraiga la tapa del intercambiador de calor para que el agua fluya más rápidamente.

Si el sistema es relleno con líquido refrigerante anticongelante no tiene que ser purgado.

En el caso del sistema de agua salada, extraiga las mangueras de la bomba y la del inversor de modo que el agua salga. Extraiga el tapón (1) del intercambiador y gire el motor de modo que el agua sea expulsada por la bomba. Volver a conectar manguera y tapón antes de abandonar el velero.

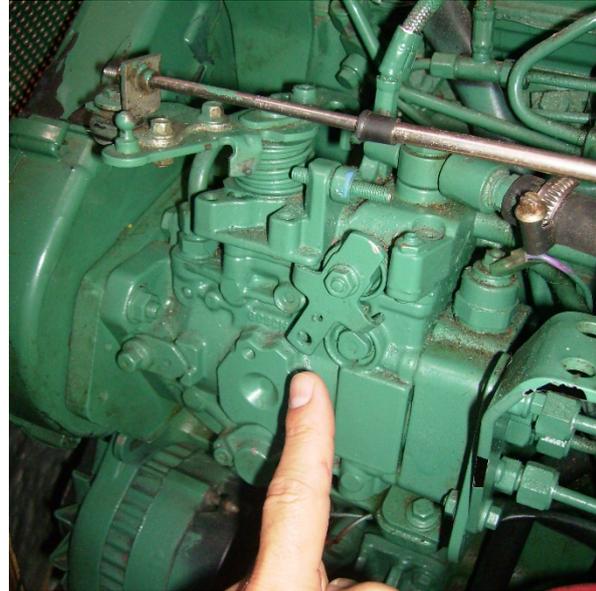
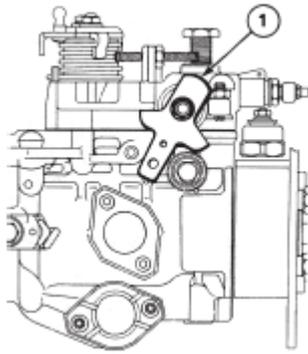


17. Purga de agua salada

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

3.7 Parada de emergencia

Un motor diésel no depende de fuentes externas para su funcionamiento, es por ello que si un fallo serio eléctrico ocurriese, la función normal de parado en el panel de control podría no funcionar. En este caso, el motor puede ser parado mediante el empuje de la palanca de la bomba de inyección hacia detrás.



18. Parada de emergencia

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

4. Mantenimiento básico

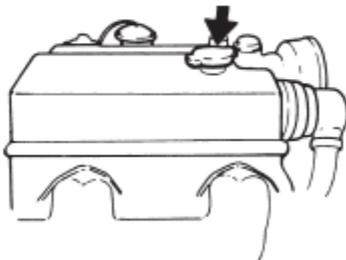
4.1 Comprobaciones diarias

4.1.1 Líquido refrigerante

Una de las comprobaciones básicas antes del arranque del motor es verificar el nivel de líquido refrigerante. Para ello giraremos el tapón del intercambiador de calor hasta el primer paro, esperamos un segundo, y terminamos de abrir completamente. (nunca realizar este trabajo en caliente). El nivel debe de cubrir las tuberías interiores.

Nota. El nivel de refrigerante en nuestro caso ha de verificarse y rellenarse en el vaso de expansión/acumulador indicado en la foto 19.

La solución de relleno debe de ser la misma con la que se ha llenado el sistema previamente.

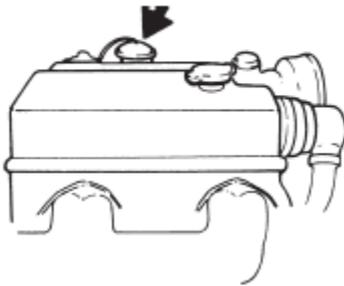


19. Vaso acumulador refrigerante

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

4.1.2 Nivel aceite motor

La otra medida primordial es el nivel de aceite, esta debe estar entre las marcas grabadas en la varilla de nivel. Rellenar por el tapón de llenado indicado.



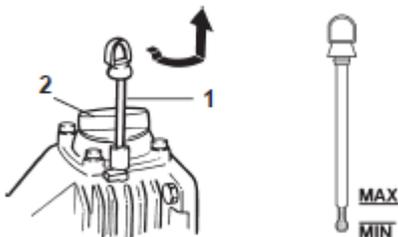
20. Tapón de llenado de aceite

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

4.2 Comprobaciones cada 14 días

4.2.1 Comprobar el nivel de aceite de inversor de marcha

El nivel de aceite debe estar entre las marcas de la varilla 1. En caso de tener que rellenar se realiza por la tapa de llenado 2. Ver las hojas de datos técnicos para poner el tipo de aceite recomendado.

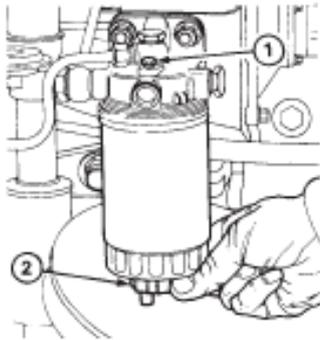


21. Varilla nivel del inversor

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

4.2.2 Drenaje del agua en el filtro de combustible

Abrir el tornillo superior de venteo del filtro (1), aproximadamente 3 vueltas. Luego abrir el tornillo de drenaje inferior (2) y dejar salir el agua/combustible en un recipiente adecuado. Apretar nuevamente ambos tapones.

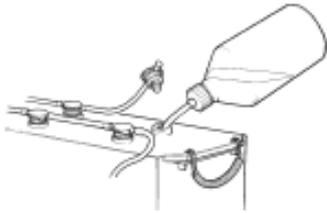


22. Drenaje filtro de combustible

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

4.2.3 Estado de las baterías

Actualmente las baterías instaladas son sin mantenimiento, con lo que la tarea de rellenar de agua destilada cada celda es un trabajo que no se realiza. De cualquier manera, verificar el estado general y que no sufren pérdidas de ácido. Las baterías se encuentran debajo de los asientos del salón.

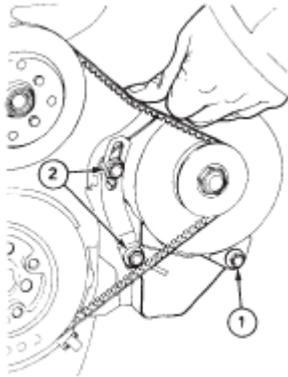


23. Batería de arranque

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

4.2.4 Tensión de la correa de servicio

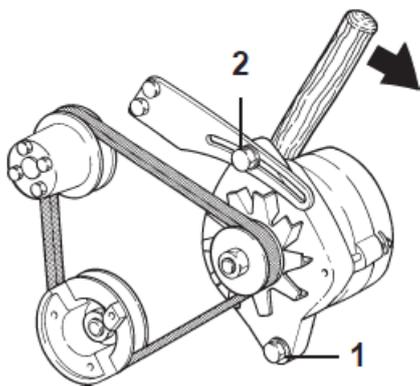
Comprobar la tensión de la correa de servicio de modo que presionarla con el dedo pulgar entre ejes el hundimiento de ésta sea de 10mm.



24. Correa auxiliar

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

En el caso de que deba de ser sustituida o necesite un reapriete, haciendo palanca con un stick de madera se puede tensar al ajuste requerido y luego apretar los tornillos de fijación (1) y (2).



25. Tornillos sujeción alternador

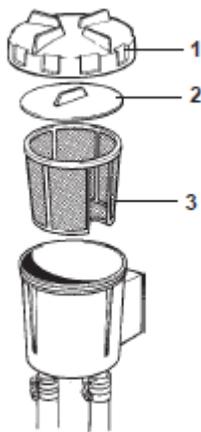
Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

4.3 Comprobaciones cada 50 días

4.3.1 Comprobar el filtro de agua salada

Verificar el estado del filtro de agua salada (3) el cual deberá ser limpiado para su posterior uso. Antes de la apertura del filtro, cerrar la válvula de fondo.

Verificar el estado del elemento sellador (2).



26. Filtro agua salada

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

En caso de que se navegue por aguas con muchas impurezas o que veamos el filtro con abundantes algas etc... el período de mantenimiento se ajustará según experiencia.

4.4 Mantenimiento cada 200 horas o una vez al año

4.4.1 Cambio aceite motor y filtro

Los intervalos para el cambio de aceite son de 20 horas para motores nuevos o reacondicionados y luego cada 200 horas de operación.

Para el cambio de aceite arrancamos el motor para que una vez caliente, nos sea más fácil succionar el aceite a través del tubo de vaciado.



27. Tubería de vacío para el aceite motor

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

A continuación procedemos a cambiar el filtro de aceite, para ello utilizaremos una herramienta especial para estos elementos.

Una vez desenroscado el filtro viejo procedemos a montar el nuevo. Para ello llenamos el filtro nuevo con aceite de motor limpio, lubricando con éste la junta de cierre del propio filtro, luego procedemos a su montaje en el soporte.

Una vez que enroscamos el filtro en su soporte lo llevamos hasta que haga contacto con éste. Posteriormente ha de girar media vuelta más. Esta media vuelta de giro una vez ha realizado contacto es el apriete que lleva dicho filtro. No apretar más.



28. Filtro aceite

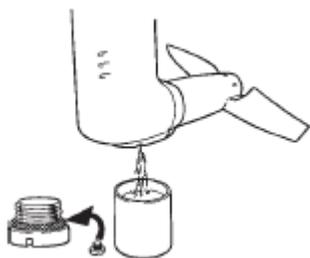
Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

Una vez montado el filtro proceder a arrancar el motor a ralentí y verificar inmediatamente que la presión de aceite es la correcta.

Comprobar a continuación perdidas alrededor del filtro y su nivel.

4.4.2 Cambio de aceite en el sistema Sail Drive

Extraiga la varilla de nivel del sistema Sail-Drive y el tapón de la parte inferior de la cola. El aceite comenzará a salir.

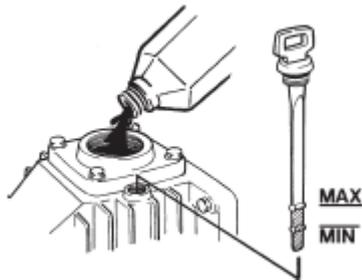


29. Tapón vaciado aceite de cola

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

Una vez haya salido todo el aceite, volver a roscar el tapón de llenado y rellenar con el aceite indicado por la parte superior. Verificar continuamente el nivel con la varilla. Dejar el nivel entre ambos niveles.

Nota. El nivel de aceite con la varilla ha de ser medida sin llegar a roscarla.



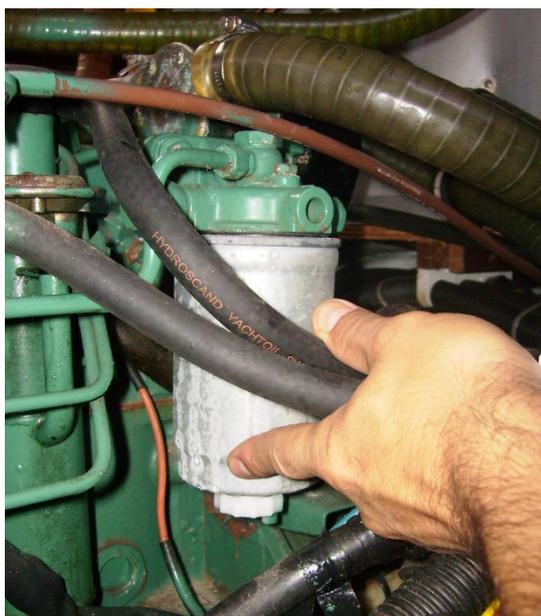
30. Tapón llenado aceite de la cola

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

4.4.3 Cambio del filtro de combustible

Desenrosque el filtro de combustible usando el útil del filtro de aceite si fuera necesario. Asegúrese que el niple (1) queda firmemente apretado una vez extraído el filtro.

Rosque el filtro nuevo firmemente con la mano. A continuación purgue el sistema y arranque el motor en busca de alguna posible pérdida.



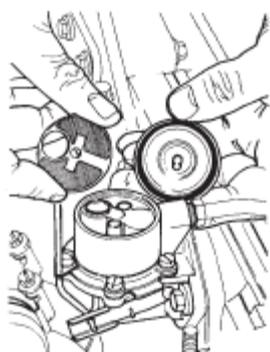
31. Filtro de combustible

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

4.4.4 Limpieza del filtro de la bomba de alimentación de combustible

Extraiga cuidadosamente la tapa de la bomba de alimentación y retire el filtro.

Ahora procedemos a la limpieza con delicadeza del filtro, el alojamiento del filtro y los componentes internos. Móntese en el correcto sentido. Purgue el sistema de combustible.



32. Filtro bomba de combustible

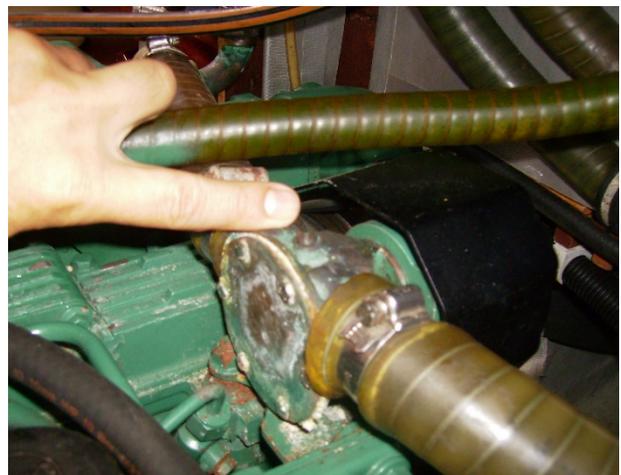
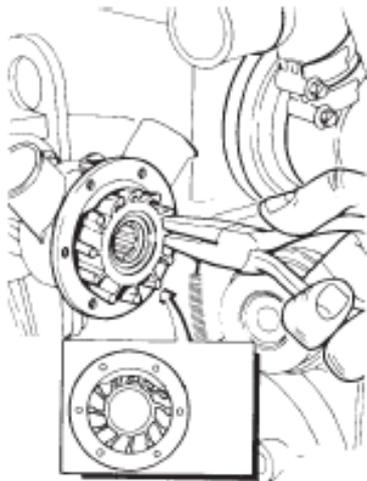
Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

4.4.5 Verificar impeler de bomba de agua salada

Desmonte la tapa frontal de la bomba de agua salada y su disco de goma. Extraiga el impeler de la bomba con unos alicates pequeños tal como se ve en el dibujo. Atención, cierre la toma de agua salada.

Verifique el estado general del impeler ya que podría estar dañado por haber trabajado en seco debido a una obstrucción o a una inadecuada purga del sistema en invierno.

En caso de montar uno nuevo, asegúrese que las palas quedan montadas en modo que se puede ver en la siguiente figura.



33. Bomba de agua salada

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo



34. Impeler bomba agua salada

Fuente: Colección personal del Dr. Antonio J. Poleo

4.4.6 Sustitución de la correa auxiliar

Afloje la correa auxiliar moviendo el alternador de la manera ya especificada anteriormente.

Es aconsejable limpiar el alojamiento de la nueva correa en las tres poleas correspondientes.

Monte la correa y verifique la tensión después de unas horas de funcionamiento.

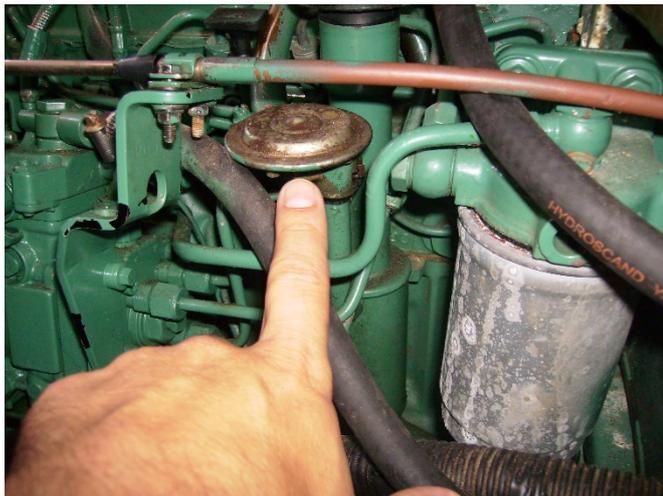
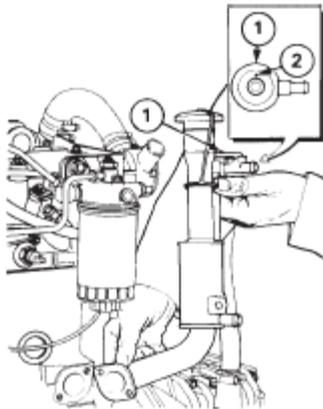
4.4.7 Verificar la correa de distribución

Verifique el estado general de la correa. Cuarteamiento, destensado y dientes en mal estado suelen ser algunos de sus fallos.

4.5 Mantenimiento cada dos temporadas de uso

4.5.1 Limpieza del filtro de ventilación del cárter

Afloje las mangueras y los dos tornillos de sujeción de la tubería para extraer el filtro. A continuación extraiga la válvula de ventilación (1) de la tubería de llenado de aceite.



35. Ventilación del cárter

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

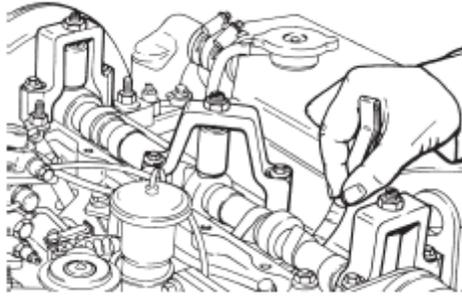
Pegue algo de cinta resistente al agua para tapar el pequeño hueco de ventilación (2). A continuación limpie la válvula de ventilación y la tubería de llenado de aceite con parafina, sople todo el elemento posteriormente.

Antes del montaje, comprobar que las superficies de unión entre el bloque motor y la tubería están limpias. Monte nuevamente con una junta nueva. Conecte mangueras.

4.5.2 Verificar el juego de válvulas

Compruebe y ajuste el juego de válvulas si fuera necesario. 0,25mm para las válvulas de admisión y 0,35 para las válvulas de escape.

Este tipo de mantenimiento requiere de útiles especiales lo que no se recomienda que lo haga el usuario. Esto es debido a que la misma tapa de balancines hace de semicojinete del eje de levas.



36. Eje de levas

Fuente: Manual Usuario

4.6 Otras inspecciones periódicas

4.6.1 Comprobación de los inyectores

La comprobación de los inyectores ha de ser llevado a cabo por trabajadores de la firma Volvo cada 600 horas de uso.

La presión de apertura, pérdidas y verificación de la niebla de inyección son verificadas en este trabajo.

4.6.2 Correa de distribución

La correa de distribución debe ser cambiada cada 3 años de uso. Esta reparación requiere especiales conocimientos y herramienta especial por lo que se recomienda contactar con el servicio oficial de Volvo.

5. Trabajos de mantenimiento específicos

5.1 Purga del sistema de combustible

El aire puede entrar al sistema de combustible si:

- El tanque de combustible fue drenado.
- Si las tuberías de baja presión fueron desconectadas.
- Si una de las parte de baja presión del sistema ha sufrido pérdidas.

Para eliminar el aire que pueda tener el sistema, proceder como sigue:

Abrir el tornillo de ventilación de combustible aproximadamente tres vueltas y observar la salida del combustible usando trapos o alrededor.

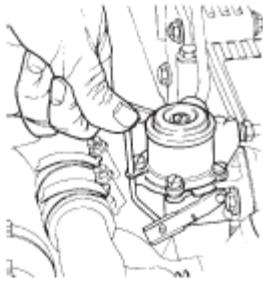


37. Tornillo purga combustible

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

Bombear manualmente hasta que el combustible salga sin ninguna clase de burbujas. Luego proceda a cerrar el tornillo de ventilación.

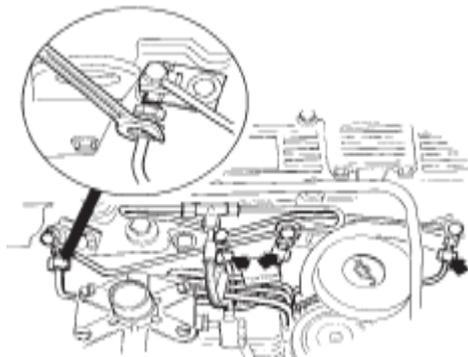
Nota. Si el efecto de bombeo parece pobre, gire el motor hasta que la leva permita el bombeo manual ampliamente.



38. Actuador manual bomba combustible

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

A continuación trabajaremos en las tuberías de inyectores. Aflojamos las tuercas de unión de las tuberías al inyector y ponemos el control de velocidad al máximo. Giramos el motor con el motor de arranque hasta que el combustible salga por las tuberías. Debemos controlar y observar el derrame. Apretamos a continuación todas las tuberías y realizamos el arranque del motor.



39. Inyector de combustible

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

5.2 Reseteo de las botoneras de fusibles

El motor lleva instalado una caja con dos fusibles automáticos (1) que abren el circuito en caso de sobre intensidad. Para resetearlos presione sobre ellos. Siempre hay que identificar la procedencia de dicha sobrecarga en el sistema.



40. Cajetín con dos fusibles

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

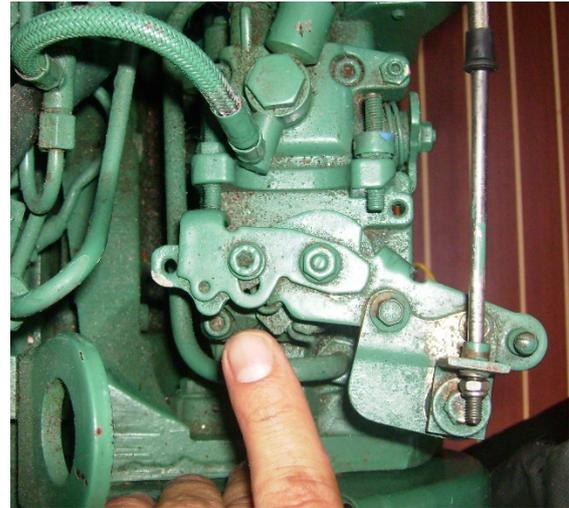
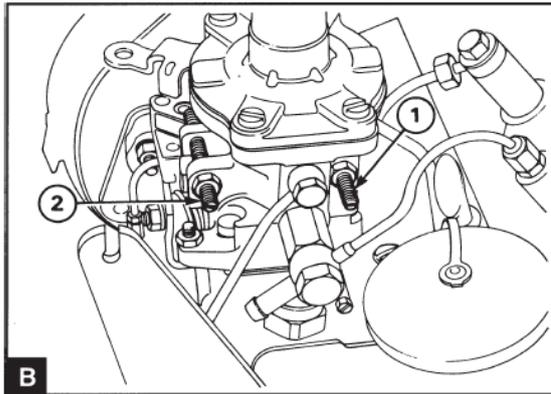
El motor lleva instalado un fusible de tierra de 55^a (2) en línea en el propio cable. Llevar siempre uno de respeto a bordo.

5.3 Ajuste de la velocidad de ralentí

Para ajustar la velocidad de ralentí procederemos de la siguiente manera.

Arranque el motor hasta la temperatura de funcionamiento y compruebe la velocidad de ralentí del motor. Si requiriera ajuste, este puede ser llevado en el tornillo interior de ajuste (B1).

Afloje la tuerca de bloque y gire el tornillo en sentido de giro del reloj para aumentar las r.p.m del motor y viceversa. Una vez fijadas las r.p.m deseadas proceda al bloqueo del tornillo regulador mediante el apriete de la tuerca de bloqueo.

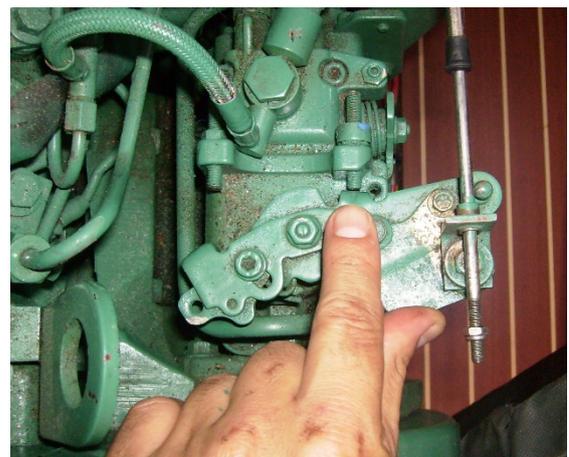
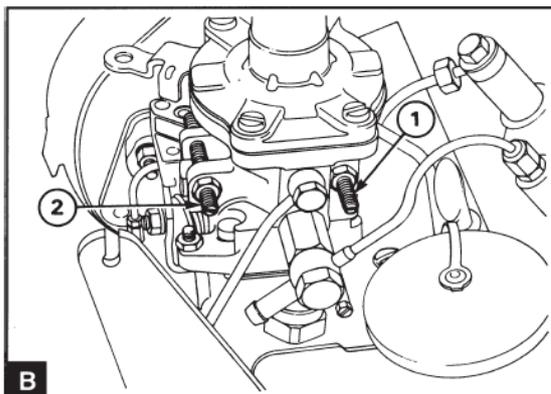


41. Tornillo ralentí bomba inyección

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

La máxima velocidad del motor también puede ser ajustada en el tornillo (B2). Dicho tornillo viene sellado de fábrica, pero su manipulación es igual al (B1) anteriormente mencionado.

La máxima velocidad viene especificada en el plato de la bomba mediante un código, por ejemplo: 2643H000CE/1/3200. En dicho ejemplo las máximas revoluciones son 3200 r.p.m.



42. Tornillo máximas revoluciones bomba inyección

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

5.4 Comprobación y sustitución de los calentadores

5.4.1 Verificando suministro corriente y continuidad

Conectar una lámpara de test de 12V entre el calentador y tierra, la lámpara debe encender cuando se suministra corriente. (Contacto en modo II). Verificar en todos los calentadores.

A continuación desconecte el cable de los calentadores y coloque la lámpara de testeo entre el polo positivo de la batería y cada uno de los calentadores. La luz encenderá si la continuidad es correcta. Si la lámpara no enciende, sustituya dicho calentador.

5.4.2 Verificando el correcto funcionamiento de los calentadores

Desconecte el cable de corriente de los calentadores. A continuación debe conectar un amperímetro entre dicho cable y uno de los calentadores. Conectar también un voltímetro entre el calentador y tierra.

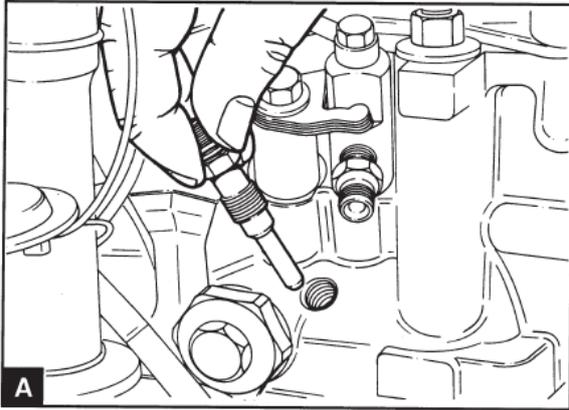
Conectamos la llave de contacto hasta activar los calentadores (posición II) leyendo las lecturas de ambos, voltímetro y amperímetro.

En los 12V del sistema la corriente debería estar en 27^a cayendo a 14^a después de aproximadamente 10 segundos. Después de ese período. La lectura en el voltímetro debe de seguir siendo 11-12V.

Si la lectura del amperímetro es baja, reemplace el calentador. Si no existe lectura de amperios es posible que no llegue corriente. Compruebe el cable y el interruptor.

5.4.3 Cambio de los calentadores

Desconecte el cable eléctrico del calentador y desenrosquelo. Verifique el estado de la rosca y las superficies de contacto calentador-culata. Aplique agente lubricante de alta temperatura en la rosca y en el asiento del calentador. Apriete a 20Nm. Conecte el cable de corriente.



43. Calentadores de arranque

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

5.5 Comprobación y sustitución del termostato

5.5.1 Comprobación del termostato

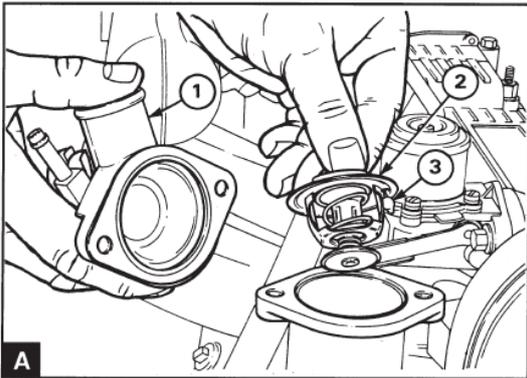
El termostato suele ser la primera causa de calentamiento de los motores. Para su correcta comprobación procedemos como sigue.

En un recipiente con agua caliente introducimos el termostato, poco a poco vamos subiendo la temperatura del agua hasta ver que el termostato abre completamente. (ver ficha de datos técnicos). Si el termostato no abre correctamente, debe de ser reemplazado. No monte ninguno con otras características.

5.5.2 Reemplazar el termostato

Drene el circuito de agua dulce por debajo del nivel del termostato. A continuación afloje y extraiga la manguera que va acoplada en (1).

Desenrosque los dos tornillos y saque la tapa (1). Extraiga el termostato (2) y verifique que el alojamiento del termostato y sus alrededores están sin impurezas ni suciedad.



44. Termostato

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

Instale el nuevo termostato fijándose en el tetón (3) pueda moverse libremente. A continuación monte la tapa con una junta de estanqueidad nueva y apriete los dos tornillos de montaje.

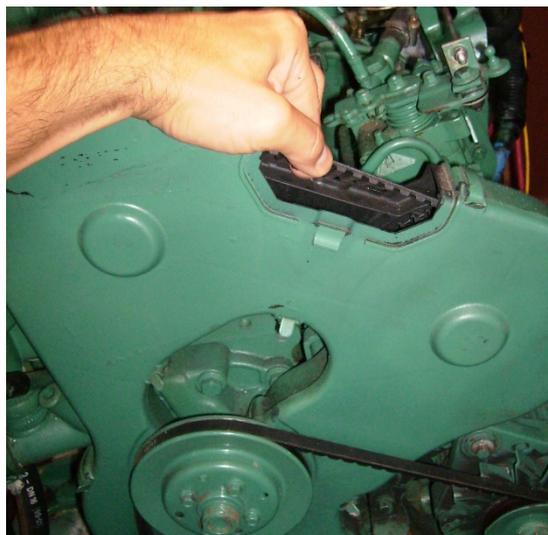
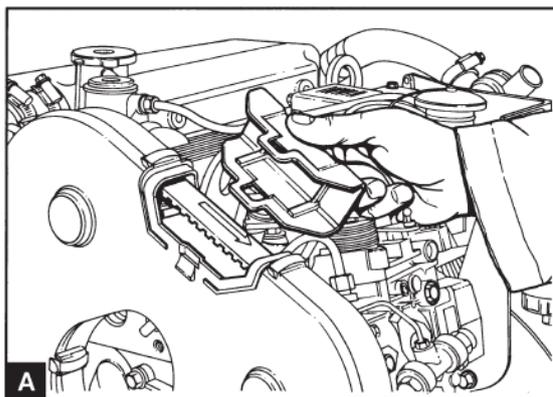
Conecte nuevamente la manguera superior y rellene de nuevo el circuito con líquido refrigerante

5.6 Inspección, tensado y sustitución de la correa de distribución

5.6.1 Inspección de la correa

Para la inspección de la correa es necesario levantar el registro que se encuentra en la parte superior de la tapa de protección.

A continuación haga una marca en la correa y empiece a girarla, esto nos garantizará que toda la correa será inspeccionada. Compruebe que la correa está exenta de desgaste, cuarteos cortes o contaminada por aceite. Verifique en su giro todos los dientes de engranaje. Reemplácela si fuera necesario.

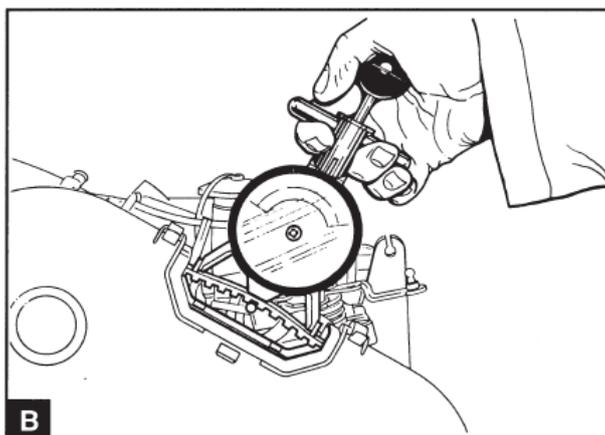


45. Correa de distribución

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

Si la inspección visual fuera positiva, pasamos a medir la tensión de la correa con el útil específico para ello. El valor de la tensión para una correa nueva es de 425-465 N y para una usada 340-370 N. Si la tensión de una correa usada ha caído por debajo de 270 N, tensar a 340-370 n como se verá posteriormente.

Si la tensión es correcta no se olvide de poner la tapa superior de registro.

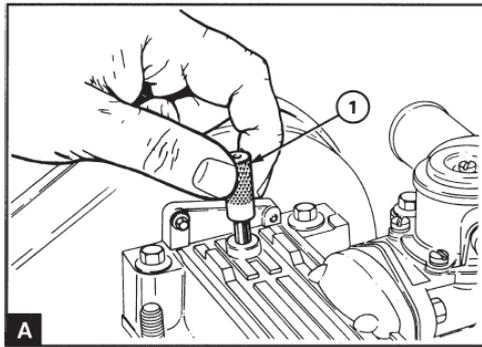


46. Medidor de tensión

Fuente: Manual Usuario

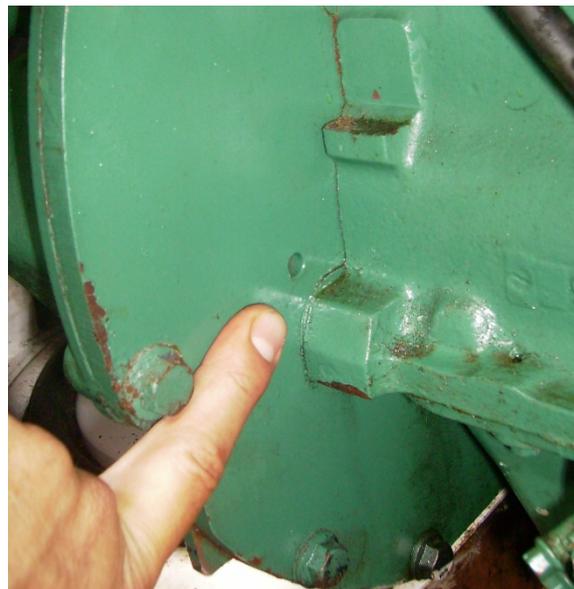
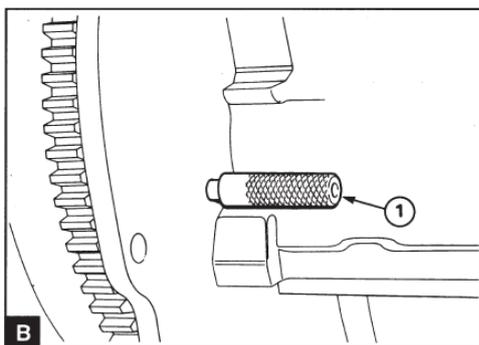
5.6.2 Tensado de la correa

Utilizando los pasadores específicos de anclaje, bloquearemos el árbol de levas fig 46 y el volante de inercia fig 47 como vemos en las imágenes. (Girar el motor manualmente hasta que los huecos se alineen en dichos registros)



47. Orificio de anclaje árbol de levas

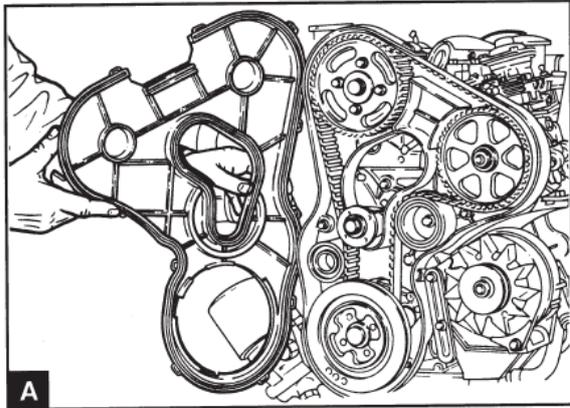
Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo



48. Orificio de anclaje volante de inercia

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

Extraemos el protector de la correa mediante los clips que lleva en todo su contorno.

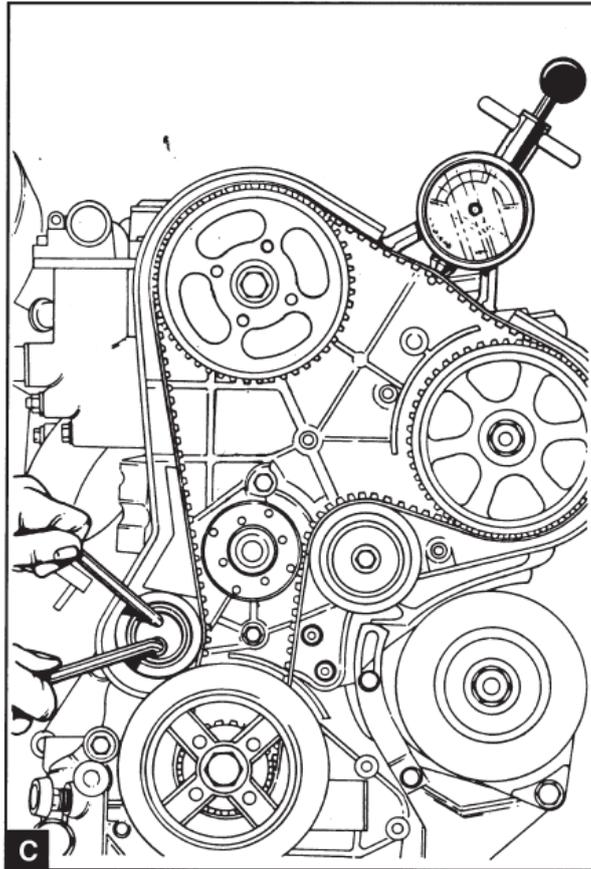


49. Protector correa distribución

Fuente: Manual de usuario & Trabajo de campo

A continuación instale el medidor de tensión entre la polea de la bomba de inyección y eje de levas.

Ahora vamos el siguiente paso es desenroscar los cuatro tornillos de la polea del árbol de levas de modo que la polea pueda girar sobre su eje. (Nótese que árbol de leva y cigüeñal ya han sido calados mediante los pasadores previos.)



50. Apriete tensor correa distribución

Fuente: Manual Usuario

Desenrosque ahora el tornillo del tensor y mantenga la tensión con la correspondiente llave hexagonal. Tense la correa a los valores mencionados en el apartado anterior y apriete el tornillo de fijación del tensor a 45 Nm, verifique nuevamente la tensión de la correa.

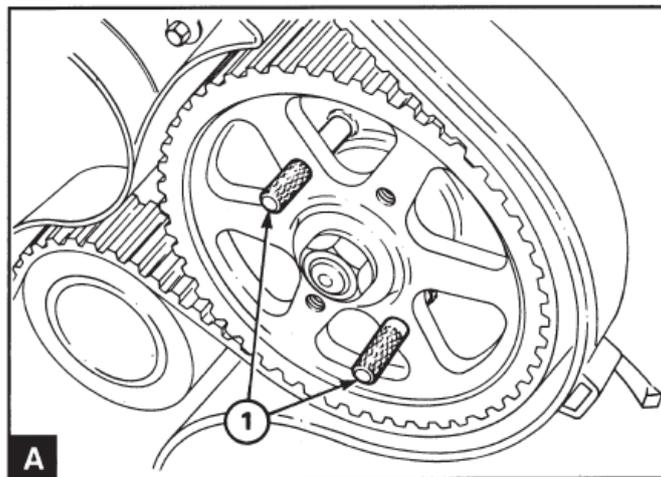
Ahora apretamos los cuatro tornillos de la polea del árbol de levas y extraemos los pasadores de bloqueo del árbol de levas y cigüeñal.

Gire el motor dos vueltas y verifique nuevamente la tensión. Instale el protector de correa.

5.6.3 Sustitución de la correa de distribución

Para sustituir la correa debemos de calar el motor con los pasadores nombrados en el apartado del tensado de correa, es decir, girar el motor hasta que el hueco en la tapa de válvula corresponda con el hueco del eje de levas. En este punto, colocar también el pasador de bloque del volante de inercia.

En esta operación también debemos calar la polea de la bomba de inyección mediante dos pasadores que fijan la polea de inyección al soporte de la bomba. Ver la siguiente figura.



51. Calado polea bomba inyección

Fuente: Manual Usuario

En este momento ya nos garantizamos que ninguna polea se moverá durante nuestro trabajo y el motor no se saldrá fuera de punto.

Ya podemos aflojar con seguridad el tensor de correa.

Ahora ya podemos quitar la correa vieja y sustituirla por la nueva, verificando que no tiene ningún desperfecto. Una vez montada la correa con su sentido de giro correcto, tensamos ligeramente la correa con el tensor y lo fijamos.

Justo en este momento, es cuando debemos quitar los pasadores de fijación de la bomba de inyección para proceder a tensar la correa de la manera que se explicó en el apartado anterior.

Una vez realizado el trabajo y apretado los cuatro tornillos de la polea del eje de levas, procedemos a quitar su pasador y el del volante de inercia.

Gire el motor dos vueltas para verificar que gira libremente.

Finalmente instale el protector y su registro con sus correspondientes clips.

6. Varada velero. Cambio junta de cola

El día 23 Marzo comenzamos los trabajos en la máquina para realizar el cambio de junta de la cola, el barco ya se había puesto en seco previamente para ver el estado general de la obra viva y hacernos una idea del alcance de trabajo que nos llevaría la varada. Todo ello gracias al Real Club Náutico de Tenerife que puso generosamente sus instalaciones a nuestro servicio.



52. Puesta en seco del velero

Fuente: Colección personal del Dr. Antonio J. Poleo

Como puede verse en la foto 51 el estado era lamentable; nos sorprendió ver el estado general, pero la hélice reflejaba fielmente lo que le sucede a una embarcación cuando no se realizan los trabajos de mantenimiento pertinentes, incrustaciones y algas que afectan al coeficiente hidrodinámico, seguridad y conservación del barco, pero más aún nos sorprendió el vernos la junta de goma que lleva la cola enrollada en la hélice; otra ingrata sorpresa.

Pero teníamos que ir por partes y dividir el trabajo, así que el mecánico y yo nos pusimos a hacer los primeros preparativos, lo nuestro era la máquina, vamos a ver si también hay sorpresas en el motor.



53. Motor velero

Fuente: Trabajo de campo



54. Primeros preparativos

Fuente: Trabajo de campo

Afortunadamente en comparación con el casco la propulsión esta mejor; nos ponemos a prepararnos la zona de trabajo como se aprecia en el foto 53 ya que hay que rodar el motor para sacar la cola. Estos son los elementos que hay que manipular para poder rodar el motor:

- Mangueras de agua salada y agua dulce con el depósito de expansión
- Tornillos de alternador
- Tornillería del inversor hacia el motor y del aro de cierre a la bancada del barco
- Cables hacia el alternador y hacia el motor de arranque
- Palancas de actuación a la bomba de inyección y a al propio inversor

-Mangueras de combustibles

-Tornillo de todos los apoyos del motor y de la cola

Todo parecía ir bien, pero el primer nos encontramos con un contratiempo que nos paró el día de trabajo; como hacer unos patines a las patas del motor para deslizar los 200 kg de peso que de ninguna manera podíamos levantar. Al día siguiente fuimos preparados.



55. Patines para las patas motor

Fuente: Trabajo de campo

Afortunadamente la idea de las pletinas de hierro en unas camas de madera funcionó y pudimos seguir avanzando con los trabajos. Ya teníamos una buena parte de los trabajos hechos, pero tuvimos que dismantelar muchos elementos para llegar al estado que muestran las fotos 55 y 56; entre dos personas era mucho más fácil.



56. Motor visto de Br.

Fuente: Trabajo de campo



57. Motor visto de Er.

Fuente: Trabajo de campo

No fue fácil sacar la cola porque era pesada; decidimos seguir facilitándonos el trabajo con las siguientes acciones: por un lado, sacar el aceite interno ya que la disposición era perfecta, y por otro lado, sacar el eje que se acoplaba a la hélice, eso reduciría notablemente el peso.



58. Eje de la hélice

Fuente: Trabajo de campo

Algo ayudó obviamente pero el sitio seguía siendo angosto para poder girar el inversor en la zona habilitada al motor; al final el mecánico por fuera y yo por dentro pudimos irlo moviendo de manera que logramos salvar todos los marcos de madera y demás elementos, salió (como no podía ser de otra manera) por un lateral en la parte interna del barco.

Ya estaba fuera, y como se puede ver ya le tocaba el cambio de junta desde hace unos años; afortunadamente la junta tiene un grosor considerable y a este tipo de materiales les afecta más el sol.



59. Parte superior de la cola

Fuente: Trabajo de campo

Ese día se la llevó el mecánico para montarle su juego de reparación. Los elementos cambiados se pueden ver en la foto 59.

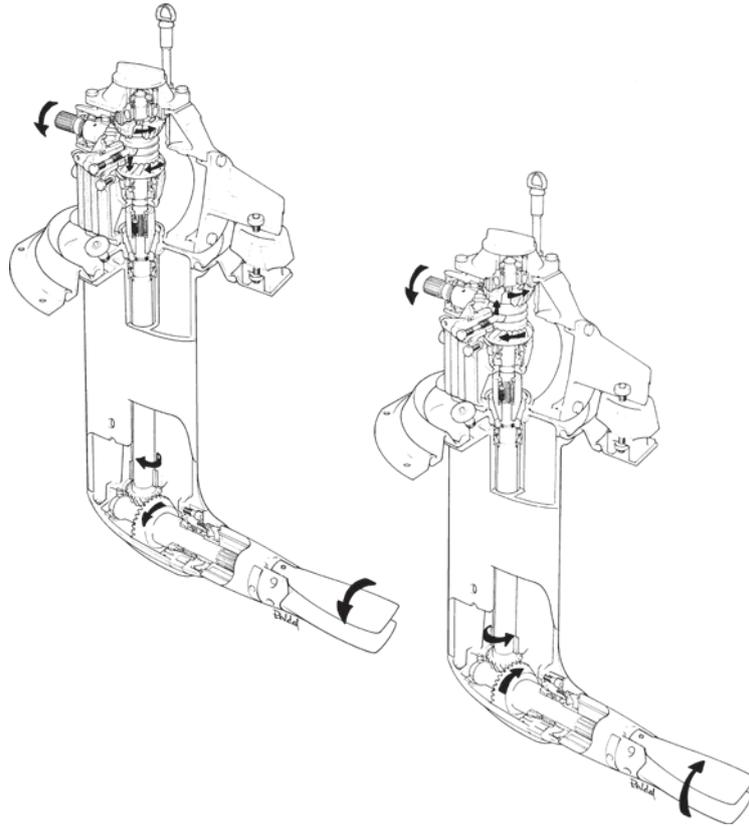
Son todos elementos de cierre y estanqueidad ya que recordemos que por los tres orificios que tiene la cola por ambos lados hacen de toma de mar, y por otro lado, tenemos el eje que transmite movimiento en vertical el cual va lleno de aceite. Ambos fluidos tienen su propio circuito dentro de la cola y no han de poderse mezclar nunca.



60. Juego de reparación montado

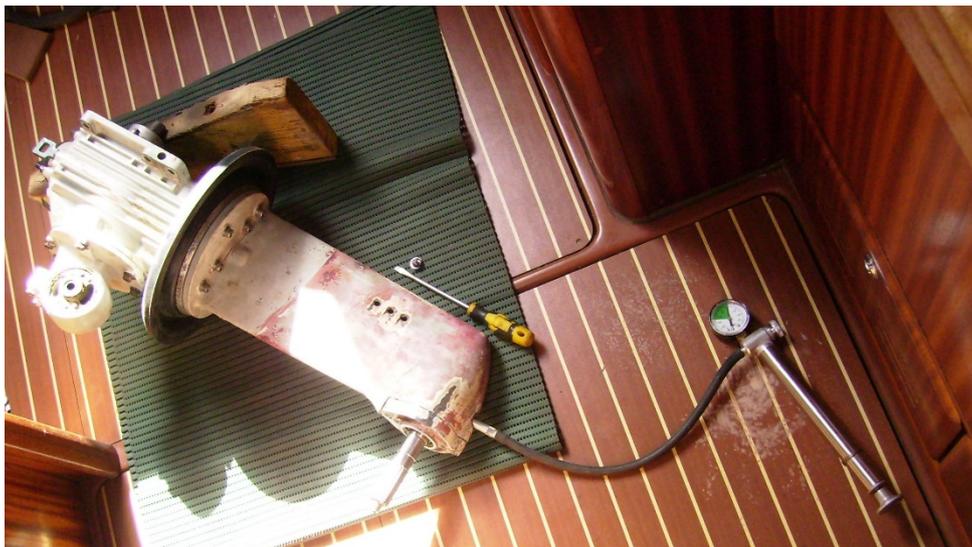
Fuente: Trabajo de campo

El trabajo de despiece y montaje del kit de reparación lo hizo el mecánico en su taller y trajo ya la cola lista para montar, pero aún quedaba un trabajo muy importante; una prueba de hermeticidad a la que íbamos a someter al alojamiento donde va el aceite y que puede verse en la foto 61.



61. Vista interna elementos de cola

Fuente: Manual reparación



62. Prueba de estanquidad

Fuente: Trabajo de campo

La prueba de estanqueidad es indispensable y es la que te indica si hay un correcto sellado en todo el sistema de aceite de la cola. El fabricante indica que la presión ha de ser de 78kPa y ha de mantenerse invariable durante un minuto.

La prueba fue satisfactoria, era el momento de montar, ya estaba toda la bancada limpia y el aro de aprisionamiento de la junta estaba lijado y pintado.



63. Llenado aceite de cola

Fuente: Trabajo de campo

Realizando los trabajos a la inversa montamos la cola y procedemos al llenado de aceite, esta operación la realizamos como puede comprobarse mediante bombeo desde la parte inferior, siendo necesario el útil específico.

Ya estábamos terminando el trabajo, y la verdad que entre unos alumnos y otros nos íbamos sincronizando los trabajos; si cierto es que estuve en todos los trabajos de mecánica, también es cierto que otros alumnos limpiaban y pintaban muchas piezas para su montaje como la propia cola, la hélice, soportes de cola, bancada... lo que da una rapidez a la hora del montaje increíble.

El trabajo de desplazar el motor nuevamente a su sitio acoplándolo al inversor de marcha no fue fácil, lleva un estriado difícil de alinear entre ambos, el montaje del cableado, mangueras, actuadores etc.. también llevó su tiempo pero afortunadamente

nada nos retrasó tanto como para tener que solicitar más días al Real Club Náutico del que nos había permitido.

Finalmente montamos la hélice, el ánodo de sacrificio y la junta que hace continuidad entre la cola y el casco (esta junta no es hermética) aplicando pegamento específico para ello.



64. Eje de cola acondicionado

Fuente: Trabajo de campo

En la foto 64 se puede ver el trabajo final, creo que la diferencia con la foto 52 de la primera puesta en seco de la página 48 es cuanto menos sustanciosa. En las fotos de la página siguiente también puede observarse las etapas por la que pasó el casco hasta su pintado. La zona del motor también quedó visualmente mejor y la sentina perfectamente limpia para que en caso de pérdida de líquido sea rápidamente detectada.

Espero que los alumnos durante su época estudiantil den uso a este velero, se animen y se comprometan más de lo que viene haciéndose. Yo con este trabajo he intentado poner mi granito de arena, ya solo puedo desearle buena proa y que los vientos acompañen.



65. Primer lijado del casco

Fuente: Trabajo de campo



66. Obra viva y muerta terminada

Fuente: Trabajo de campo

7. Conclusiones

- El sistema Sail Drive es el mejor sistema por cuanto transmite unas mínimas vibraciones al casco y mantiene una sentida limpia de fluidos
- El motor motor Volvo Penta MD22 es un motor fiable, con gran cantidad de repuestos en stock como de segunda mano y las tareas de mantenimiento no son complejas.
- Una hélice plegable sería una mejora en el sistema de propulsión fuertemente recomendable
- Gran parte del mantenimiento programado lo puede realizar una persona sin grandes conocimientos específicos
- Las puestas en seco son fundamentales no sólo para los trabajos de mantenimiento del casco sino como es el caso, del sistema Sail Drive

8. Índice fotográfico

1. Transmisión clásica de ejes	8
2. Sistema Sail Drive	9
3. Curva potencia	10
4. Curva de par motor	10
5. Curva de consumo	10
6. Circuito de aceite	11
7. Circuito de refrigeración	13
8. Panel de control	14
9. Mando del motor	16
10. Válvula toma agua salada	16
11. Válvula de combustible	17
12. Varilla de nivel de aceite	17
13. Interruptor general	18
14. Indicador nivel de combustible	18
15. Llave de contacto	19
16. Purga del refrigerante	20
17. Purga de agua salada	21
18. Parada de emergencia	22
19. Vaso acumulador refrigerante	23
20. Tapón de llenado de aceite	24
21. Varilla nivel del inversor	24
22. Drenaje filtro de combustible	25
23. Batería de arranque	26
24. Correa auxiliar	27
25. Tornillos sujeción alternador	27
26. Filtro agua salada	28
27. Tubería de vacío para el aceite motor	29
28. Filtro aceite	30
29. Tapón vaciado aceite de cola	30
30. Tapón llenado aceite de la cola	31
31. Filtro de combustible	32
32. Filtro bomba de combustible	32
33. Bomba de agua salada	33
34. Impeler bomba agua salada	33
35. Ventilación del cárter	34
36. Eje de levas	35
37. Tornillo purga combustible	36
38. Actuador manual bomba combustible	37
39. Inyector de combustible	37
40. Cajetín con dos fusibles	38
41. Tornillo ralenti bomba inyección	39
42. Tornillo máximas revoluciones bomba inyección	39
43. Calentadores de arranque	41
44. Termostato	42
45. Correa de distribución	43

46. Medidor de tensión	43
47. Orificio de anclaje árbol de levas	44
48. Orificio de anclaje volante de inercia	44
49. Protector correa distribución	45
50. Apriete tensor correa distribución	46
51. Calado polea bomba inyección	47
52. Puesta en seco del velero	48
53. Motor velero	49
54. Primeros preparativos	49
55. Patines para las patas motor	50
56. Motor visto de Br	51
57. Motor visto de Er	51
58. Eje de la hélice	51
59. Parte superior de la cola	52
60. Juego de reparación montado	53
61. Vista interna elementos de cola	54
62. Prueba de estanquidad	54
63. Llenado aceite de cola	55
64. Eje de cola acondicionado	56
65. Primer lijado del casco	57
66. Obra viva y muerta terminada	57

8. Bibliografía

Manuales:

- Instruction book. MD22L, MD22, TDM22
- Workshop Manual. Technical Data MD22, TMD22, TAMD22
- Workshop Manual. Engine repair Data MD22, TMD22, TAMD22
- Workshop Manual. Sailboat drive 120S, 120S-B, 120S-C, 120S-D, 120S-E

Páginas webs:

- <https://es.slideshare.net/jorgesordo/imprimir-la-transmision-en-motores-marinos-interior-dentrofueraaborda-y-fueraaborda>
- http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Motores_Helices/Transmisiones/Motorizacion-Transmisiones.asp
- <http://www.diecyde.com/index.php?page=volvo-penta-md22-overhaul>