



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
ESPE - SEDE LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR
EN EL CARTER DE UN VEHICULO VOLKSWAGEN GOLF CON
MOTOR 1.8 LITROS 16V**

**PROYECTO DE GRADO PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE
INGENIERO EN MECANICA AUTOMOTRIZ**

JOSÉ RAFAEL SEVILLA MALDONADO

LATACUNGA-ECUADOR

2004

CERTIFICACION

Certifico que el presente proyecto fue realizado por el señor José Rafael Sevilla Maldonado , bajo nuestra dirección y codirección y supervisión.

Ing. Guido Torres
Arteaga
Director

Ing. Oscar
Codirector.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres, quienes con su apoyo, sacrificio y dedicación me han ayudado para concluir con esta carrera.

También se lo dedico a mis profesores quienes han dado todo de ellos para enseñarnos las bases fundamentales para ejercer esta carrera, inculcando en nosotros disciplina para desempeñar nuestros trabajos

RAFAEL SEVILLA

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial y mi familia en especial a mis padres quienes me han brindado todo el apoyo necesario para concluir con esta carrera, también un agradecimiento a mis compañeros y amigos quienes siempre estuvieron dispuestos a brindarme ayuda y apoyo cuando lo necesite.

Un agradecimiento especial a mis profesores quienes dieron todo de ellos para brindarme la mejor educación, mostrando siempre profesionalismo, sencillez y humildad para impartir sus conocimientos. Un agradecimiento especial a mis profesores los Ingenieros Guido Torres y Oscar Arteaga por su asesoramiento en el desarrollo de este proyecto.

Finalmente un agradecimiento a la Escuela Politécnica del Ejercito Sede Latacunga por haber abierto sus puertas para realizar mis estudios superiores.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como fin optimizar la vida útil de los motores especialmente de los de altas revoluciones, para así mantenerlos en perfectas condiciones y producir un alto rendimiento.

La presente investigación será de beneficio para las personas que gustan de obtener el máximo rendimiento del motor de su vehículo, dando la posibilidad de obtener mayor performance de su motor sin preocuparse de duración y desgaste excesivo del mismo.

Con este proyecto podremos realizar trabajo de trucado de motor, sin preocuparnos del sistema de lubricación y refrigeración del vehículo ya que este se mantendrá estable sin que estos dos sistemas lleguen a tener temperaturas excesivas que puedan poner en peligro la vida del motor del vehículo.

También es una buena alternativa para motores que han tenido adaptaciones o se los a modificado para competencias en donde se exige el máximo de los motores. Los fabricantes de vehículos deportivos incorporan casi siempre un intercambiador de aceite en vehículos deportivos para garantizar la vida útil del motor, sin embargo el costo de implantar uno de estos sistemas en un vehículo de serie en nuestro medio es inalcanzable y de alto riesgo debido a que en un intento fallido de instalación de estos sistemas podemos acabar con la vida útil del motor, con este proyecto damos una alternativa para estos motores de autos de serie, de los cuales se quiere obtener el más alto rendimiento posible.

ACEITES.

1.1. INTRODUCCION

La función primordial del aceite en el motor es la de limpiar, refrigerar y antifriccionar para que este tenga larga vida.

Existen muchas razones por las que lubricamos, entre las principales podemos mencionar:

- Para reducir la fricción y el desgaste.
- Para enfriar las partes mecánicas
- Para proteger contra herrumbre y corrosión
- Para sellar las partes en movimiento
- Para provocar un movimiento libre
- Para eliminar ruidos
- Para prolongar la vida de los equipos.

La característica clave en la calidad de un aceite es la viscosidad o resistencia a fluir del mismo.

Dentro de los tipos de aceites podemos mencionar los siguientes:

- Aceites Minerales
- Aceites Destilados
- Aceites Refinados
- Aceites Sintéticos
- Aceites Vegetales y Animales
- Aceites Grasas
- Aceites Emulsionados

1.2. TIPOS DE ACEITES

1.2.1. ACEITES MINERALES

Son una mezcla de Hidrocarburos de distinta composición, según sea el hidrocarburo predominante existen:

- Aceites parafínicos
- Aceites Naftéuticos
- Aceites Aromáticos.

Todos ellos diferenciados en el comportamiento de: Viscosidad y temperatura, estabilidad de envejecimiento y la densidad.

Los aceites de motor minerales son aquellos en los que el fluido base (al que se añaden los aditivos) procede del refinado del aceite crudo de petróleo, no de la síntesis de compuestos, como ocurre en los aceites sintéticos. Un aceite mineral dura, por lo general, la mitad que uno sintético pero también es sensiblemente más económico.

1.2.2 ACEITES DESTILADOS

Se obtiene del petróleo, alquitrán de lignito o de hulla, mediante la destilación.

ACEITES REFINADOS

Se obtiene mediante el tratamiento químico de los destilados con:

Ácidos, disolventes y tierra descolorante.

Son más puros, pero también son más caros.

ACEITES SINTÉTICOS

Es una transformación química de materias primas como: esterres, entre estos tenemos:

- Aceites de Silicona
- Aceites de Poliésteres
- Aceites de Esteres

ACEITES VEGETALES Y ANIMALES

Se utilizan raramente por que se envejecen rápidamente, entre los más conocidos podemos citar los siguientes:

- Aceites de nabina
- Aceites de Riano
- Aceite de Huesos

ACEITES GRASAS (MIXTAS)

Son aceites creados a base de la combinación de aceites minerales, aceites vegetales. Estos no soportan cambios térmicos

ACEITES EMULSIONADOS

Son de origen mineral que con la adición de emulsionadores y estabilizadores, se pueden mezclar con agua. Se utiliza como aceite de taladrar, aceite de corte, etc

ACEITES PARA MOTORES

Tienen que soportar cargas mecánicas y térmicas. También están sujetos a la contaminación del carburo, ácidos y otras materias extrañas procedentes de la combustión, como por ejemplo: Los ácidos sulfúricos y clorhídricos formados durante la combustión del combustible necesitan neutralizaciones. Y el carbón se tiene que disolver o dispersar dentro del aceite del motor.

Calidades principales de aceite de motor:

- Lubricación: Reduce la fricción entre superficies en movimiento. Minimiza el desgaste y la pérdida de fuerza
- Enfriamiento: El aceite absorbe el calor producto de la combustión y lo dispersa fuera del motor
- Sellado: Actúa como un sellador entre pistón, cilindro, evitando pérdida de compresión en el motor.
- Detergencia: Los desechos de combustión y humedad aumentan la fricción, actuando el aceite como limpiador.

Requisitos para ser aceite de motor:

- Tener la viscosidad apropiada
- La viscosidad debe ser estable al cambio de temperatura T°
- Debe ser para utilización con metales
- No debe formar burbujas

1.3. CLASIFICACIÓN DEL ACEITE DE MOTOR

1.3.1. POR SU VISCOSIDAD

A estos aceites se los ha clasificado según la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) en aceites monogrados y multigrados, los mismos que se designan de acuerdo a la viscosidad del aceite a las diferentes temperaturas como se observa en la figura 1.1.

1

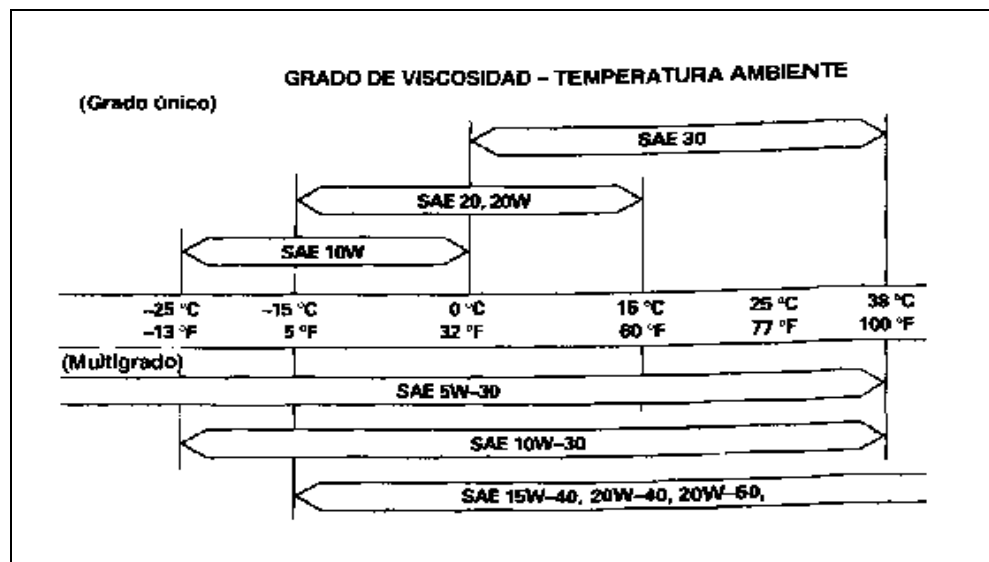


Figura 1.1 Grafica comparativa de los aceites monogrado y multigrado con respecto a sus temperaturas de funcionamiento

1.3.1. ACEITE MONOGRADO.

Son aceites con un rango de uso limitado, se los utiliza en motores antiguos y algunos estacionarios.

La viscosidad de estos aceites no es lo suficientemente estable par funcionar en un motor de última generación,

¹ .- Manual de conductor Volkswagen golf. Pág. 75

dificultándose especialmente los arranques en frío lo cual produce graves daños en los motores de actualidad.

1.3.1. ACEITE MULTIGRADO.

Puede ser utilizado sobre un rango más amplio de temperaturas que un aceite monogrado. Cumpliendo los requerimientos que impone la SAE.

La ventaja principal de utilizar aceites multigrados es que no necesitan ser cambiados en las diferentes estaciones climáticas existentes en ciertos países. En nuestro país parecería no utilizable sin embargo es muy útil ya que tenemos varios tipos de clima recorriendo distancias relativamente cortas, además de que el clima varía significativamente desde la madrugada hasta la tarde.

Un aceite multigrado SAE 5 w-30 como el representado en la figura 1.2, por ejemplo proporciona una buena capacidad de fluir en bajas temperaturas y mantienen su espesor para lubricación en altas temperaturas.

La “w”, es por Winter (invierno), designando estos aceites como apropiados para trabajar en climas fríos.

Los índices de viscosidad seguidos de la letra W indican la viscosidad medida a 20° C. Los índices que no incluyen la letra W indican la viscosidad a 100° C (212°F)

1.3.2. POR SU CALIDAD

Se clasifica de acuerdo a los estándares API (Instituto americano del petróleo) verificados por métodos establecidos por ellos mismos.

La estrella, identifica los aceites de motor recomendados para un uso específico, tales como motores a gasolina.

La parte superior de la estrella, trae consigo el nombre del API, que administra el sistema de licencias. Un fabricante de aceites no necesita ser miembro del API, para obtener su certificación.

API clase S: para motores a gasolina

API clase C: para motores a diesel

2

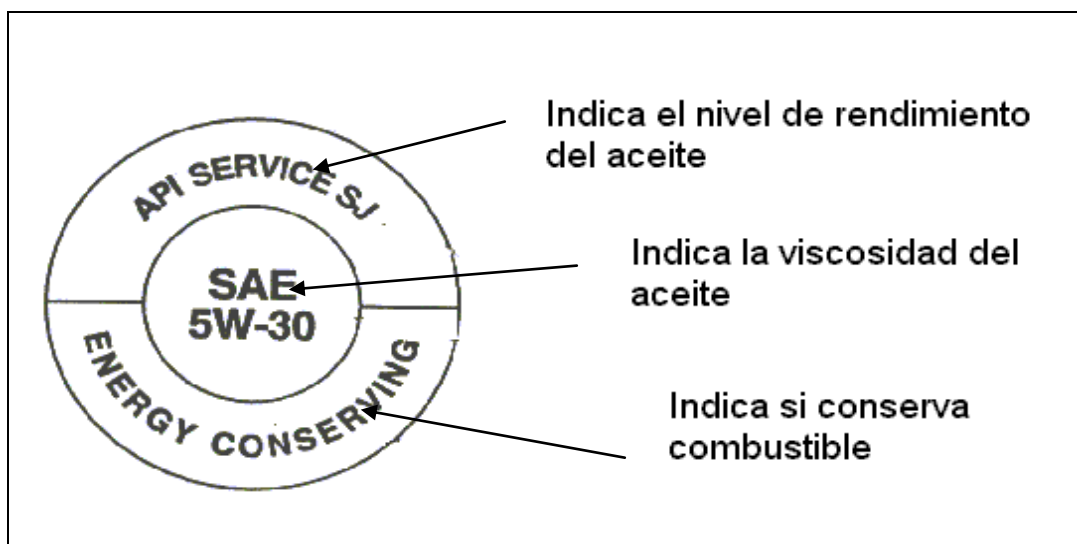


Figura 1. 2 Grafica colocada en los envases de aceite de motor, en la que designa su calidad, viscosidad y conservación de energía.

El símbolo de servicio API es un doble círculo y aparece en la parte trasera de las botellas del aceite de motor figura 1.2. Este símbolo designa el motor ya sea de gasolina o diesel en el que el aceite debe ser utilizado, describe las características del aceite e identifica su nivel de desempeño, o las condiciones bajo las cuáles deberá ser utilizado.

² Manual de entrenamiento Mobil 1999, Pag.4.

La parte superior, describe la categoría de desempeño del aceite. Este indica que motores deben utilizar ese aceite y mide su habilidad para proteger contra el desgaste, lodo y corrosión figura 1.3. La designación está basada en pruebas de motor y laboratorio, que miden la habilidad del aceite para controlar el desgaste, lodos, barniz, espesamiento del aceite, herrumbre, corrosión y depósitos en los pistones. Estas categorías han ido evolucionando conforme ha avanzado la tecnología de los motores hasta la actualidad que tenemos una categoría SJ en aceites de motores gasolina.

La parte inferior de la Dona, nos dice cuando un aceite tiene propiedades de conservación de energía, cuando se le compara con un aceite de referencia en una prueba estándar. Los aceites “Energy Conserving” (conservadores de energía), han pasado esta prueba y producen un 1.5% de economía de combustible comparados con el aceite de referencia. Los aceites marcados con “Energy Conserving II”, (Ahorradores de energía II), logran un 2.7% de ahorro, comparados con el aceite de referencia.

Se definen distintas mediciones de viscosidad en diferentes condiciones, para poner de manifiesto su aptitud a la función. Así, la viscosidad cinemática a 100°C, o la viscosidad HTST, son medidas de la viscosidad a altas temperaturas. En ambos casos, son deseables viscosidades altas. La viscosidad CCS y la viscosidad MRV son medidas en diferentes condiciones a baja temperatura, la primera relacionada con el arranque en frío, y la segunda con el bombeado a bajas temperaturas. En ambos casos, son preferibles viscosidades bajas. Además, el índice de viscosidad muestra la variación de la viscosidad respecto a la temperatura, y es mejor cuanto más alto sea su valor.

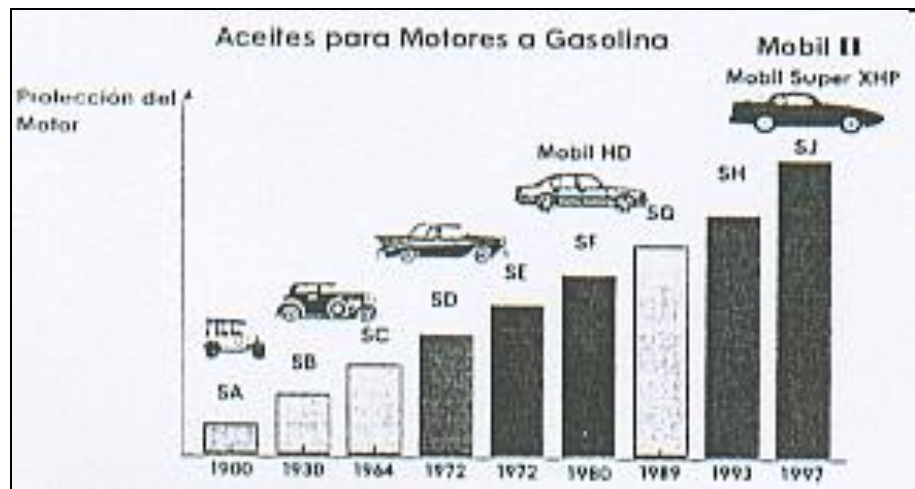


Figura 1.3 Grafica de las diferentes categorías de certificación API

1.4. COMPOSICION QUÍMICA DE LOS ACEITES

Los aceites se encuentran compuestos por bases lubricantes en un 80 % y aditivos en un 20 % con lo que conforman los aceites para motores como explica la figura 1.4

³ Manual de entrenamiento Mobil 1999. Pág. 7

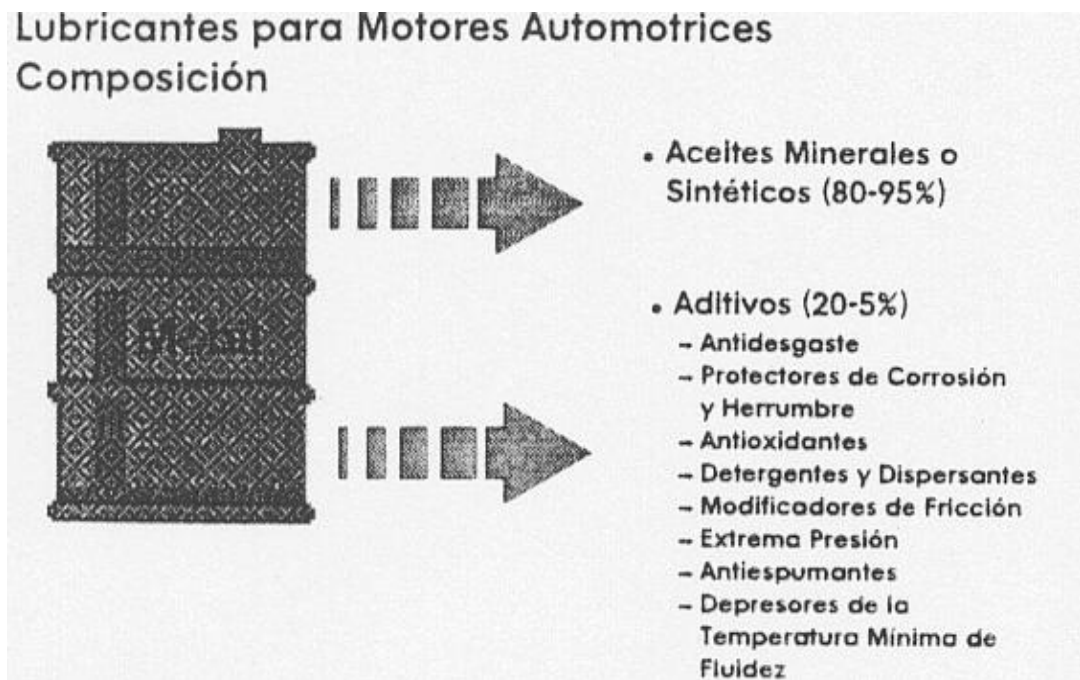


Figura 1. 4 Composición de los aceites de motor de vehículos livianos.

1.4.1. BASES DE ACEITE.

Existen las bases minerales y las bases sintéticas, también existen las bases vegetales. Las bases minerales son obtenidas mediante la destilación del crudo, más que nada del crudo parafínico. Las bases sintéticas se hacen mediante procesos sintéticos preparando las moléculas de sustancias simples para tener propiedades de precisión requerida.

Las principales clases de material sintético usado para mezclar el lubricante son:

⁴ Manual de entrenamiento Mobil 1999. Pág. 8

| Tipos | Aplicación Principal |
|------------------------|-------------------------|
| Oligomeros de olefinas | Automotriz e Industrial |
| Esterol dibásico | Aviación y Automotriz |
| Poliolos de esterol | Aviación y Automotriz |
| Alquilatos | Automotriz e Industrial |
| Polialquilenos | Industrial |
| Fosfato – Esterol | Industrial |

1.4.1. POLIALFOLEINAS

Son las bases sintéticas más usadas, tienen buena estabilidad térmica, pero requieren antioxidantes, y tienen capacidad limitada para disolver algunos aditivos.

1.4.2 ESTEROL DIBÁSICO

Tienen buena estabilidad térmica y excelente solvencia. Fluyen limpiamente y tienden a disolver barniz y sedimentos, no dejan depósitos. Deben proveerse de aditivos selectos para evitar la hidrólisis y proveer una estabilidad de oxidación.

1.4.3. POLIOLES DE ESTEROL

Tienen estabilidad térmica excelente y resisten la hidrólisis.

1.4.4. ALQUILATOS

Tienen buenas propiedades a baja temperaturas y son muy solubles con los aditivos.

1.4.5. GLICOLES POLIALQUILENOS

Tienen buena estabilidad a alias temperaturas y altos índices de viscosidad, pueden usarse en rangos amplios de temperaturas.

1.4.6. FOSFATO-ESTEROL

Tienen estabilidad térmica, con índice de viscosidad bajos que limita sus capacidades

1.5 ADITIVOS

1.5.1 FUNCIÓN DE LOS ADITIVOS.

Proporcionan:

Nuevas propiedades que se adaptan a las exigencias de los Motores modernos.

Mejoran las propiedades existentes.

Contra restar propiedades indeseables.

1.5.2. CLASES DE ADITIVOS

- Mejoradores del índice de viscosidad
- Detergentes - dispersantes
- Antidesgaste
- Inhibidores de oxidación
- Antiespumantes
- Inhibidores de herrumbre y corrosión

1.5.2.1. MEJORADORES DEL ÍNDICE DE VISCOSIDAD

- Reducen las variaciones de viscosidad del aceite con los cambios de Temperatura.
- Facilitan el Arranque en frío

- Reducen el desgaste
- Disminuyen el consumo de combustible
- Reducen el consumo de aceite

1.5.2.2 DETERGENTES / DISPERSANTES

Mantener en suspensión carbón, depósitos y lodos para evitar que se acumulen en partes críticas del motor

- Corona del Pistón
- Ranuras de Anillos
- Falda de los Pistones
- Cojinetes

1.5.2.3. ANTIDESGASTE / ANTIFRICCIÓN

Evitar desgaste y reducir fricción como se muestra en la figura 1.5 en componentes como:

- Anillos del Pistón
- Árbol do Levas
- Cojinetes
- Cilindros.

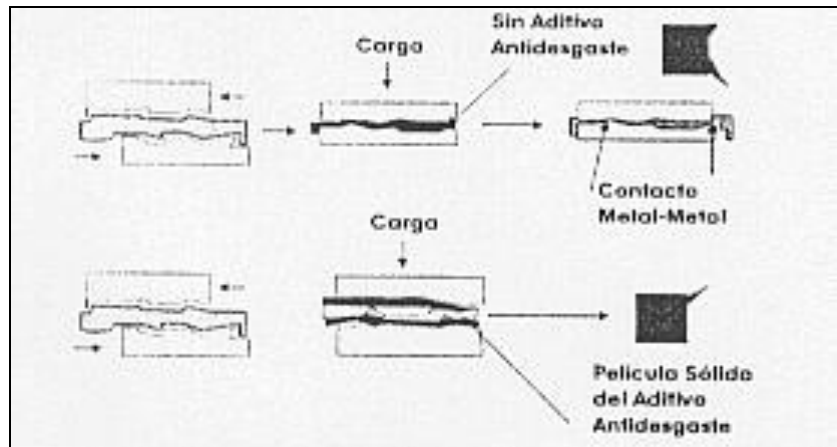


Figura 1. 5 Grafica comparativa de aceite con aditivo y aceite sin aditivo

1.5.2.4 INHIBIDORES DE LA OXIDACIÓN

- Evitan que se Oxide el Aceite y se produzcan lacas, barnices y compuestos corrosivos.
- Evitan que el incremento de la viscosidad del aceite durante su vida de servicio.

1.5.2.5 ANTIESPUMANTES

Reducen la formación de espuma en el aceite para evitar una lubricación deficiente.

1.5.2.6 INHIBIDORES DE CORROSIÓN Y HERRUMBRE

Evitan la corrosión por ataque de compuestos ácidos sobre partes metálicas.

- Cojinetes
- Amillos

⁵ Manual de entrenamiento Mobil 1999. Pág. 10

- Pistones

Evitan la formación de Herrumbre sobre todas las superficies metálicas

- Paredes de cilindros
- Pistones

ANTICONGELANTE DE MOTOR

Cuando un automóvil está parado con el motor inactivo por largo tiempo y a bajas temperaturas, el refrigerante del radiador y el bloque del cilindro del motor se pueden helar. Si esto ocurriese el volumen incrementará alrededor del 9%, pudiendo reventar el radiador, el bloque de cilindros o la culata, causando probablemente daños irreparables en el motor. Por este motivo, se tiene que añadir anticongelante al refrigerante durante la época fría. El porcentaje de anticongelante se tiene que aumentar cuanto más frío sea el ambiente.

1.6.1 PRINCIPALES PROPIEDADES DEL ANTICONGELANTE DE MOTOR

El anticongelante de motor tiene las siguientes propiedades:

- Reduce el punto de congelación del refrigerante
- Previene la corrosión del sistema de enfriamiento del motor
- No afecta la habilidad del refrigerante para la irradiación del calor
- No daña los componentes del motor
- Su viscosidad no cambia con la temperatura.
- Es químicamente estable

- Produce muy poca espuma
- Tiene un bajo índice de evaporación.

El anticongelante consiste principalmente en glicol etileno. Una típica composición tendrá de un 90 a 95% de glicol etileno, anticorrosivo de un 3 a un 10% agua de 0 a 1%, y una pequeña cantidad de colorante.

1.6.2. USO DEL ANTICONGELANTE DEL MOTOR

Los radiadores de automóviles están contruidos generalmente de aleación de cobre, sin embargo, algunos modelos, usan aleación de aluminio, un material ligero que reduce el peso total del vehículo, mejora la eficiencia de enfriamiento. Como la aleación de aluminio se corroe fácilmente con las soluciones ácidas y alcalinas, inclusive con los anticongelantes ordinarios, necesitan aditivos especiales para detener la corrosión de aluminio. Es muy importante, por eso, seleccionar cuidadosamente el anticongelante.

Antes de colocar anticongelante en el refrigerante del motor, debe decidirse la concentración (porcentaje) necesario como la cantidad apropiada a utilizar.

La figura 1.6 que se muestra a continuación es utilizada normalmente para tomar esa decisión.

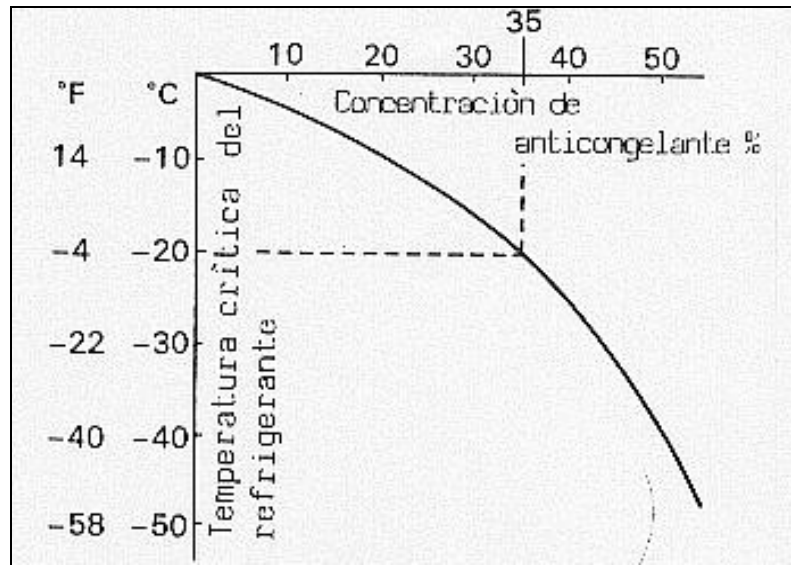


Figura 1. 6 Curva para determinar el porcentaje ideal de refrigerante en el vehículo.

La temperatura crítica de refrigeración se puede calcular midiendo la gravedad específica y la temperatura del refrigerante.

La figura 1.7 a continuación muestra la relación entre la temperatura crítica de congelación y la gravedad específica por debajo de cierta curva, la congelación se evitará hasta la temperatura indicada.

⁶ Manual de reparación de vehículos Toyota, tomo 3 Pág. 22

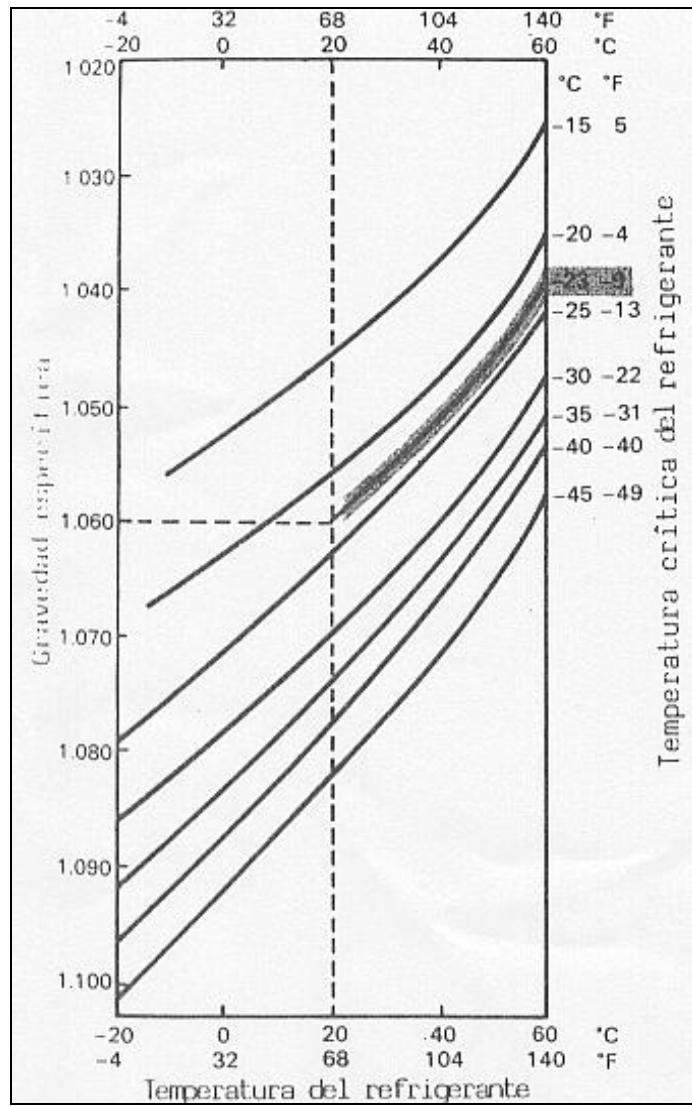


Figura 1. 7 Relación entre temperatura del refrigerante y la gravedad específica del mismo

⁷ Manual de reparación de vehículos Toyota, tomo 3 Pág. 23

1.7. INTERCAMBIADORES DE ACEITE

Dentro de los intercambiadores mas conocidos para enfriar el aceite están los de aire-aceite, sin embargo también son utilizados los de agua-aceite. La mayoría de intercambiadores para enfriar el aceite son de tipo radiador, en los cuales el aceite circula en el interior del radiador y al estar este en contacto con el aire se produce una transferencia de calor enfriando el aceite.

8

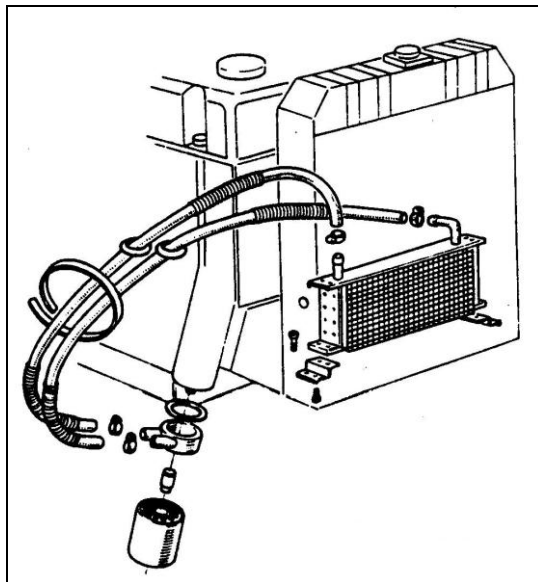


Figura 1. 8 Intercambiador aire aceite tipo radiador

Otro tipo de intercambiador aire-aceite ha sido creado en los carter de aceite colocando aletas en la parte interior del carter de aceite, o atravesando tubos por el carter con lo que lograremos que la circulación del aire baje la temperatura del aceite y mejore el rendimiento del motor como podemos ver en los modelos de las siguientes figuras.

⁸ Manual de trucaje de motores Pág. 14

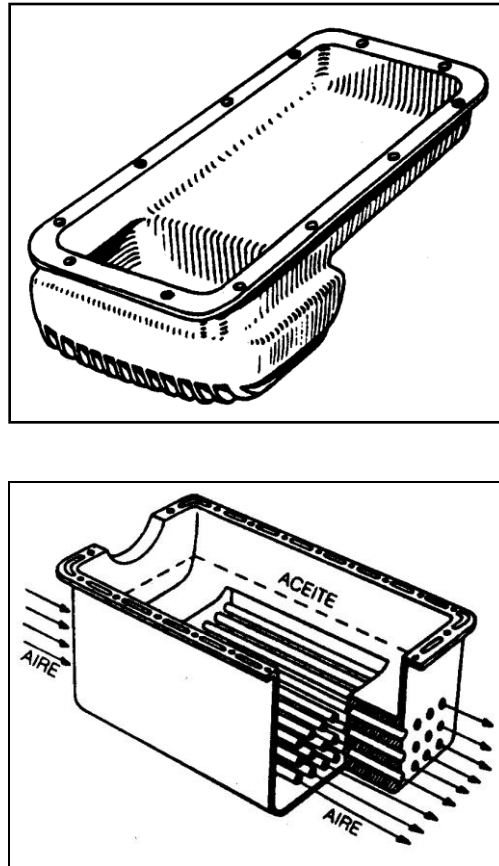


Figura 1. 9 Cárters de aceite refrigerados por aire

Una ventaja de utilizar este tipo de intercambiadores es que no es necesario sustituir la bomba original de aceite por una de mayor capacidad o adicionar una auxiliar, como es necesario hacerlo en algunos vehículos que se quiera acoplar un intercambiador tipo radiador de aceite.

Al utilizar un intercambiador de calor para enfriar o mantener la temperatura del aceite el objetivo perseguido es mantener las cualidades de viscosidad, y capacidad lubricante del aceite a altos regímenes, sin embargo mas que aquello es de interés también mantener el estado del aceite en óptimas condiciones por mayor tiempo con la finalidad de crear economía al consumidor y que este tenga que acudir a mantenimientos más prolongados.

⁹ Trucaje de motores de 4 tiempos Luis Ruigi , CEAC

Es interesante saber que los intercambiadores de agua-aceite se han acoplado en algunos automóviles como una pieza tipo sánduche entre la base del filtro de aceite y el filtro, de tal manera que al pasar el aceite por este sánduche tiene contacto con una pared que se encuentra en contacto con el agua y de esta manera se produce una transferencia de calor, como se puede apreciar en la figura 1.10.

10

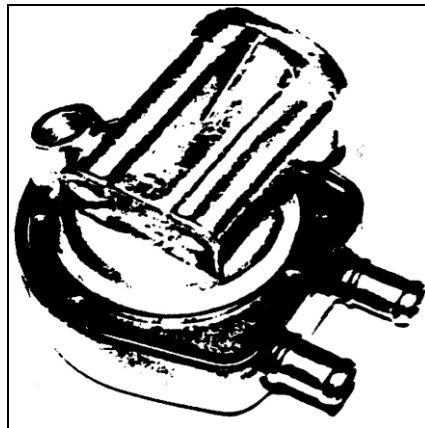
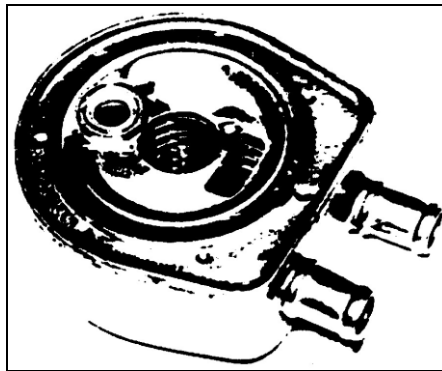


Figura 1. 10 Intercambiadores de calor agua aceite tipo sánduche

Este tipo de intercambiadores fueron creados para países en donde las situaciones climáticas de verano son muy severas y el aire no logra su objetivo para enfriar un radiador aire-aceite, sin embargo considerando

¹⁰ Trucaje de motor de Austin Mini

que el líquido refrigerante del motor también se encuentra a alta temperatura, se obtiene como resultado una transferencia de calor relativamente pequeña pero con la ventaja de que se logra mantener una temperatura estable del aceite.

Dentro de los intercambiadores existen de varios tipos así podremos mencionar los siguientes:

1.7.1 RADIADOR

El radiador es un intercambiador de calor que permite transferir el calor del líquido enfriador del motor al aire, más frío, que pasa a través del mismo.

Consta de un tanque superior y uno inferior, con el núcleo (panal) entre ellos. El núcleo tiene dos secciones separadas: el líquido pasa por una y el aire por la otra. En la figura 1.11 y 1.12 se ilustran dos construcciones diferentes de núcleos de radiador. En el tipo de tubos y aletas centrales, se emplean tubos verticales para el líquido con aletas en forma de tiras sujetas en cada lado de los tubos figura 1.11. En la construcción de aletas y tubos, *b*), se emplean aletas horizontales. Esta construcción se puede ver con mayor detalle en la figura 1.12.

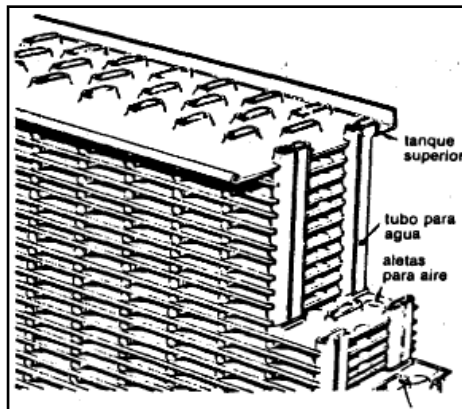


Figura 1. 11 Construcción de radiador con Núcleo de tubos.

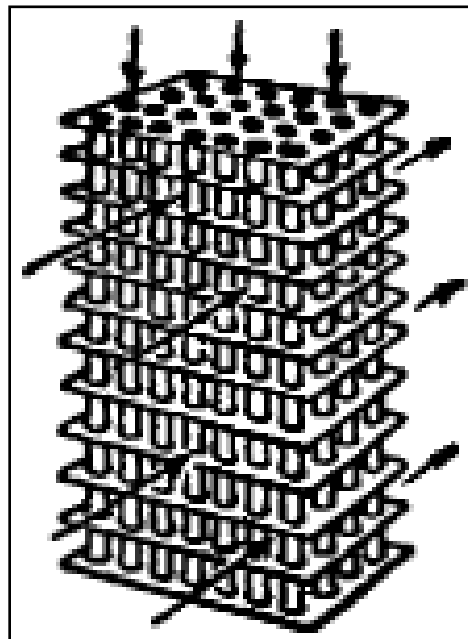


Figura 1. 12 Radiador de tubos con aletas horizontales

Pueden ser de tres tipos: tubular, de panel y de láminas de agua.

¹¹ Manual de reparación de vehículos de Arias Paz edición 50

1.7.1.1. DE TIPO TUBULAR

De empleo muy generalizado, el agua que llega desde las camisas de cilindros G y de culata C, por el tubo superior S, desciende por unos tubos largos y finos, rodeados y sujetos por aletas, cuyo detalle se ve en la figura 1.13: el calor del agua se esparce rápido por el metal

12

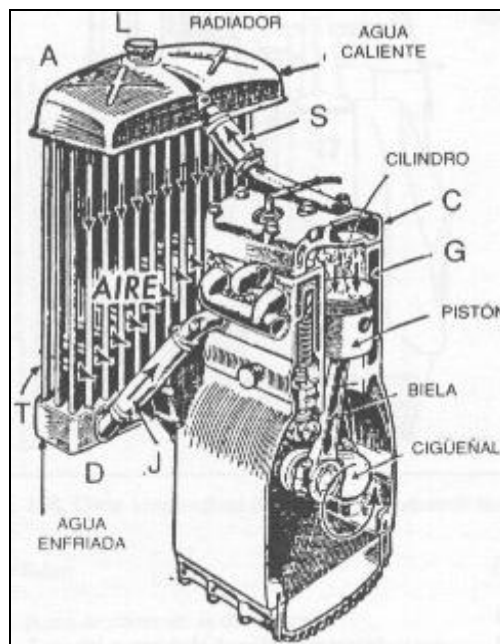


Figura 1. 13 Motor de combustión interna con radiador de tubos

De los tubos y aletas donde es perdido por el aire que circula entre unos y otros. Los tubos pueden ser circulares o de sección alargada y las aletas a que los enlazan y enfrían son planas figura 1.14 (1) en radiadores para motores de fácil refrigeración, o bien onduladas en forma de acordeón figura 1.14 (2), cuando se necesita mayor superficie metálica para disipar el calor en el aire. Las aletas llevan a veces escotaduras que activan la ventilación.

¹² Manual de reparación de vehículos de Arias Paz edición 50

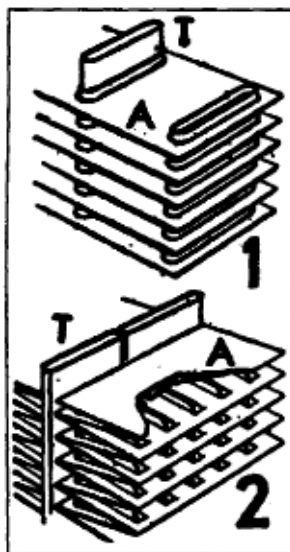


Figura 1. 14 Formas

1.7.1.2. EL RADIADOR DE PANAL

Usado de antaño en motores potentes, está constituido por una serie de pequeños tubos como el U soldados por sus extremos ensanchados, de cuatro o seis caras entre cuyos cuerpos circula el agua finamente dividida, y por el interior de ellos pasa el aire que enfría aquélla, como se aprecia en la figura 1.15.

13

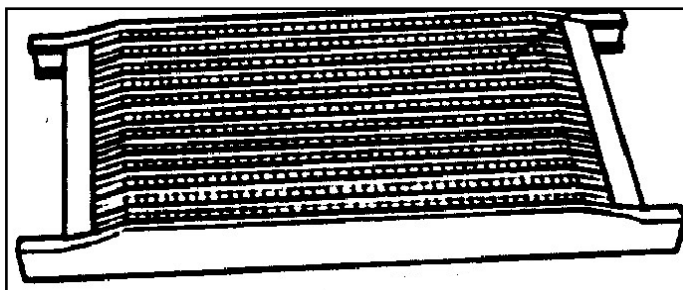


Figura 1. 15 Radiador de tipo panal

¹³ Trucaje de motores nissan para camionetas 1200cc

Los tubos tienen de largo el espesor del radiador, pues van colocados en el sentido de la marcha del coche, el radiador resulta de construcción costosa por la gran cantidad de soldaduras que requiere, y por ello se han sustituido por los radiadores de lámina de agua o falso panel.

1.7.1.3 RADIADORES DE LÁMINA DE AGUA

Constituidos por unos tubos anchos y ovalados que suelen montarse haciendo ondulaciones soldadas entre sí, como se ve en la figura 1.14, O bien se separan y sostienen con finas chapas onduladas de latón, para dar rigidez a los pasos hexagonales de aire, formando un falso panel. En uno y otro caso el aire que pasa entre los tubos ovalados enfría las láminas de agua que circulan por el interior de ellos.

1.8. ACOPLES DE CONEXIÓN DE INTERCAMBIADORES

Existen diferentes maneras de acoplar los intercambiadores, estos pueden ser de diversos materiales: duraluminio, cobre, acero inoxidable, etc.

Los acoples han sido contruidos para facilitar instalaciones de elementos en circuitos de refrigeración, lubricación, etc. Por esto los han diseñado de varias formas y tamaños para poderlos utilizar de la mejor manera optimizando espacio y tiempo en los proyectos a construir.

Los acoples facilitan la conexión de los intercambiadores dentro de los carter de aceite, y constituyen una pieza fundamental para su instalación e interconexión con las mangueras del circuito de refrigeración.

1.9. MANÓMETROS DE PRESION Y TERMÓMETROS DE TEMPERATURA

Los manómetros de presión y termómetros de temperatura han sido contruidos para determinar con exactitud la eficiencia de funcionamiento de los diferentes sistemas, así como comprobar hipótesis de proyectos de desarrollo de nuevas tecnologías.

Mediante el uso de estos manómetros nos es posible monitorear el funcionamiento de nuestro proyecto en el cual se encuentran inmersos dos fluidos muy importantes para el funcionamiento del motor como son el agua y el aceite.

En la gráfica a continuación podemos ver una medida estándar de los manómetros utilizados en los automóviles, especialmente su diámetro el cual es diseñado para tener cabida en la mayoría de tableros de vehículos des serie o competición.

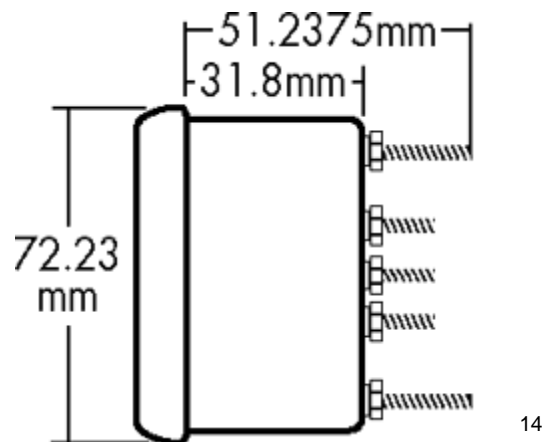


Figura 1.16. Medidas Estándar de manómetros.

¹⁴ Pagina Web Autometer instruments

1.9.1. MANOMETROS DE PRESION DE AGUA

Los manómetros de presión funcionan en función de la temperatura de funcionamiento del líquido refrigerante del motor a medida que la temperatura de este refrigerante asciende la presión tiende a incrementar también.

Los manómetros pueden ser de tipo mecánico o eléctrico, estos se conectan a las cañerías de líquido refrigerante donde censamos la presión de agua con la que funciona el sistema de refrigeración del vehículo.

1.10 TERMOMETROS DE TEMPERATURA DE AGUA

Los termómetros existen de diferentes tipos, entre estos podemos mencionar de tipo eléctrico los cuales pueden ser análogos o digitales, o los de tipo mecánico.

La escala de medición de estos termómetros vienen graduadas generalmente en grados Fahrenheit o en grados centígrados. Su objetivo principal es determinar de la manera más exacta la temperatura del fluido refrigerante en el vehículo con el propósito de monitorear el correcto funcionamiento del motor

En nuestro proyecto tienen un objetivo adicional estos termómetros el cual es determinar la efectividad del intercambiador de calor, estableciendo la diferencia de mediditas obtenidas al ingreso y salida del intercambiador con lo cual lograremos calcular la transferencia total de calor entre los dos fluidos.

II. DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS

Para realizar el diseño de un intercambiador de calor intervienen muchos factores, dependientes de un objetivo principal trazado para la realización del proyecto.

Entre los factores que intervienen en el diseño de un intercambiador de calor dentro del carter de aceite tenemos que mencionar: el escaso espacio existente dentro del carter de motor, el material a utilizar para la construcción de los intercambiadores, factibilidad de colocar un intercambiador dentro del motor, los fluidos que van intervenir interna y externamente en el intercambiador.

Por esto hemos tomado como base tres tipos:

- Intercambiador tipo panel
- Intercambiador tipo tubo con aletas
- Intercambiador tipo tubos interiores

El fluido que circulara INTERNAMENTE será AGUA mientras que el fluido que circulará EXTERIORMENTE será ACEITE y el material con el cual se construirán los intercambiadores será COBRE debido a su fácil maleabilidad y a que disponemos en el mercado nacional.

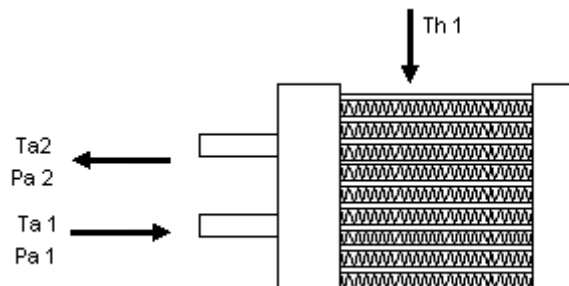
2.1 DISEÑO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR

2.1.1 INTERCAMBIADOR TIPO PANAL

DATOS

| | | |
|-------------------------------------|-----|-----------------|
| Temperatura del agua a la entrada | Ta1 | 207°F = 97.22°C |
| Temperatura de salida del agua | Ta2 | 212°F = 100°C |
| Presión de agua a la entrada | Pa1 | 14.5 psi |
| Presión de agua a la salida | Pa2 | 13.8 psi |
| Temperatura del aceite a la entrada | Th1 | 116°C |
| Velocidad del Agua | Va | 11.16 m/s |

Los datos expuestos en esta tabla son datos experimentales



2.1.1.1 TEMPERATURA FÍLMICA AGUA

$$T_f = (T_{a1} + T_{a2}) / 2$$

$$T_f = (97.22 + 100) / 2$$

$$T_f = 98.61 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Una vez obtenida la temperatura fílmica, que es igual a un promedio de las temperaturas procedemos a sacar los datos del fluido en la tabla del anexo B1.

$$\rho = \text{densidad (kg / m}^3\text{)} = 959.33$$

$$\mu = \text{viscosidad dinámica (kg/ms)} = 2.87 \times 10^{-4}$$

Pr = número de prant = 1.78

k = conductividad térmica (W/m °C) = 0.680

cp = Calor específico (KJ/kg °C)= 4.209

2.1.1.2 FLUJO MASICO

$$m = \rho V At$$

Donde:

At =Área del tubo

n= numero de tubos = 18

d = diámetro del tubo = 0.011m

l = longitud del tubo = 0.10 m

$$At = n d l$$

$$At = 18 (0.011)(0.10)$$

$$At = 0.020 \text{ m}^2$$

$$m = 959.33 \times 11.16 \times 0.02$$

$$m = 214.17 \text{ kg/s}$$

2.1.1.3 NUMERO DE REYNOLDS AGUA

$$Re = (\rho Vd) / \mu \quad ^{15}$$

$$d= 0.006 \text{ m}$$

$$Re = (959.33 \times 11.16 \times 0.006) / 2.87 \times 10^{-4}$$

$$Re = 223821.38$$

¹⁵ JP Holman : Transferencia de calor 8edición Pág. 151

2.1.1.4 NUMERO DEL NUSSET AGUA

$$\text{Nu} = 0.012 (\text{Re}^{0.87} - 280) \text{Pr}^{0.4} \quad 16$$

$$\text{Nu} = 0.012(223821.38^{0.87} - 280) 1.78^{0.4}$$

$$\text{Nu} = 677.73$$

2.1.1.5 COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCIÓN AGUA

$$h = (k \text{Nu}) / d \quad 17$$

$$h = (0.68 \times 677.373) / 0.006$$

$$h = 76809.4 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

2.1.1.6 CANTIDAD DE CALOR DISIPADO

$$q = m \text{cp} \Delta T(\text{agua}) \quad 18$$

$$q = 214.17 \times 4.209 \times (100 - 97.22)$$

$$q = 2512.32 \text{ W}$$

$$q = U A t \Delta T_m \quad 19$$

donde :

U = coeficiente global de transferencia de calor = 230 W/m² °C ²⁰

$$\Delta T_m = ((\text{th}_2 - \text{ta}_2) - (\text{th}_1 - \text{ta}_1)) / (\ln((\text{th}_2 - \text{ta}_2) / (\text{th}_1 - \text{ta}_1))) \quad 21$$

$$2512.32 = \frac{(230)(0.02005)((\text{th}_2 - 100) - (116 - 97.22))}{(\ln((\text{th}_2 - 100) / (116 - 97.22)))}$$

$$\text{th}_2 = 104.92 \text{ }^\circ\text{C}$$

¹⁶ JP Holman : Transferencia de calor 8 ed. Pág. 195

¹⁷ JP Holman : Transferencia de calor 8 ed. Pág. 201

¹⁸ JP Holman: Transferencia de calor 8 ed. Pág. 165

¹⁹ JP Holman : Transferencia de calor 8edición Pág. 379

²⁰ Anexo B2

²¹ JP Holman: Transferencia de calor 8edición Pág. 387

2.1.1.7 TEMPERATURA FÍLMICA ACEITE

$$T_f = (T_{h1} + T_{h2}) / 2$$

$$T_f = (116 + 104.92) / 2$$

$$T_f = 110.46 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para realizar los cálculos del fluido aceite hemos obtenido algunos valores en tablas.

En el Anexo B3

$$\rho = \text{densidad (kg / m }^3 \text{)} = 834.23$$

$$\nu = \text{viscosidad (kg/ms)} = 0.161 \times 10^{-4}$$

$$Pr = \text{número de prant} = 223.17$$

$$k = \text{conductividad térmica (W/m}^\circ\text{C)} = 0.136$$

$$c_p = \text{Calor específico (KJ/kg }^\circ\text{C)} = 2.265$$

2.1.1.8 FLUJO MASICO ACEITE

$$m = q / (c_p \Delta T_c)$$

$$m = 2512.32 / (2.265 \times 11.08)$$

$$m = 100.10 \text{ kg/s}$$

Utilizamos el anexo B4 para sacar el factor de corrección

F = factor de corrección

$$R = (T_1 - T_2) / (t_2 - t_1) \quad ^{22}$$

$$R = (97.22 - 100) / (104.9 - 116)$$

$$R = 0.25$$

$$P = (t_2 - t_1) / (T_1 - t_1) \quad ^{23}$$

²² Anexo B4

$$P = (104.92 - 116)/(97.22 - 116)$$

$$P = 0.59$$

$$F = 0.97^{24}$$

$$q(\text{real}) = q F$$

$$q(\text{real}) = 2512.32 \times 0.97$$

$$q(\text{real}) = 2436.95 \text{ W}$$

$$q = m c_p \Delta T (\text{aceite})$$

$$2436.95 = 100.10 \times 2.265 \times (116 - th_2)$$

$$th_2 = 105.25^\circ \text{C}$$

2.1.2 INTERCAMBIADOR TIPO RADIADOR TUBOS INTERIORES

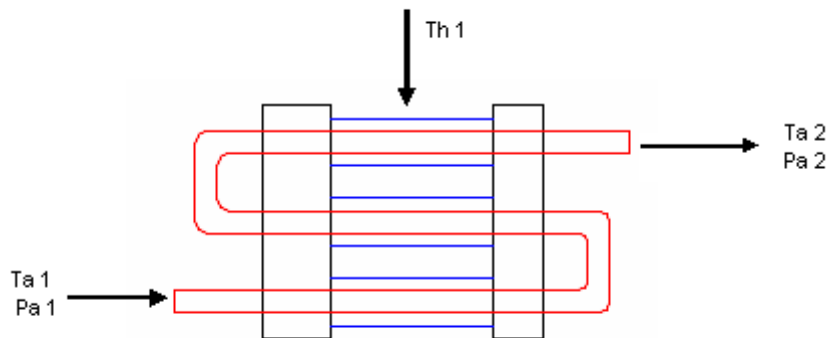
DATOS

| | | |
|---------------------------------------|-----|-------------------|
| Temperatura de el agua a la entrada | Ta1 | 197°F=94.66° C |
| Temperatura de salida de el agua | Ta2 | 200°F=93.33° C |
| Presión de agua a la entrada | Pa1 | 13.5psi |
| Presión de agua a la salida | Pa2 | 12.7 psi |
| Temperatura de el aceite a la entrada | Th1 | 112°C |
| Velocidad del Agua | Va | 11.16 m/s |

Los datos expuestos en esta tabla son datos experimentales

²³ Anexo B4

²⁴ Anexo B4



2.1.2.1 TEMPERATURA FÍLMICA AGUA

$$T_f = (T_{a1} + T_{a2}) / 2$$

$$T_f = (91.66 + 93.33) / 2$$

$$T_f = 92.49 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Una vez obtenida la temperatura fílmica, que es igual a un promedio de las temperaturas procedemos a sacar los datos del fluido en EL anexo B1.

$$\rho = \text{densidad (kg / m}^3\text{)} = 963.72$$

$$\mu = \text{viscosidad dinámica (kg/ms)} = 3.09 \times 10^{-4}$$

$$Pr = \text{número de prant} = 1.78$$

$$k = \text{conductividad térmica (W/m}^\circ\text{C)} = 0.680$$

$$c_p = \text{Calor específico (KJ/kg } ^\circ\text{C)} = 4.209$$

2.1.2.2 FLUJO MASICO AGUA

$$m = \rho V Aa$$

Aa: Area transversal de contacto de los tubos

d = diámetro del tubo = 0.0127m

l = longitud de el tubo = 0.42 m

$$Aa = (3.1416) d l$$

$$At = 3.1416(0.0127)(0.42)$$

$$At = 0.0167 \text{ m}^2$$

$$m = 963.72 \times 11.16 \times 0.0167$$

$$m = 179.61 \text{ kg/s}$$

2.1.2.3 NUMERO DE REYNOLDS AGUA

$$Re = (\rho V d) / \mu \quad ^{25}$$

$$d = 0.0127 \text{ m}$$

$$Re = (963.72 \times 11.16 \times 0.0127) / 3.09 \times 10^{-4}$$

$$Re = 441895.70$$

2.1.2.4 NUMERO DEL NUSSELT AGUA

$$Nu = 0.012 (Re^{0.87} - 280) Pr^{0.4} \quad ^{26}$$

$$Nu = 0.012 (441895.70^{0.87} - 280) 1.91^{0.4}$$

$$Nu = 1264.89$$

2.1.2.5 COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCIÓN

$$\boxed{}$$

²⁵ JP Holman : Transferencia de calor 8edición pag 151

²⁶ JP Holman : Transferencia de calor 8 edi. Pag 195

$$h = (k \text{ Nu})/ d \quad 27$$

$$h = (0.677 \times 1264.89)/0.0127$$

$$h = 67427.60 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

2.1.2.6 CANTIDAD DE CALOR DISIPADO

$$q = m \text{ cp } \Delta T(\text{agua}) \quad 28$$

$$q = 179.61 \times 4.203 \times (93.33-91.66)$$

$$q = 1260.68 \text{ W}$$

$$q = U \text{ At } \Delta T_m \quad 29$$

donde :

U = coeficiente global de transferencia de calor = 230 W/m² °C

30

$$\Delta T_m = ((th_2-ta_2)-(th_1-ta_1))/(\ln((th_2-ta_2)/(th_1-ta_1))) \quad 31$$

$$1260.68 = \frac{(230)(0.0167)((th_2-93.33)-(112-91.66))}{(\ln((th_2-93.33)/(112-91.66)))}$$

$$th_2 = 102.42 \text{ }^\circ\text{C}$$

2.1.2.7 TEMPERATURA FÍLMICA ACEITE

²⁷ JP Holman : Transferencia de calor 8 ed. Pag 201

²⁸ JP Holman : Transferencia de calor 8 ed. Pag 165

²⁹ JP Holman : Transferencia de calor 8edición pag 379

³⁰ Anexo B2

³¹ JP Holman : Transferencia de calor 8edición pag 387

$$T_f = (T_{h1} + T_{h2}) / 2$$

$$T_f = (112 + 102.42) / 2$$

$$T_f = 107.21 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para realizar los respectivos cálculos del fluido aceite tomamos datos del Anexo B3.

$$\rho = \text{densidad (kg / m}^3\text{)} = 836.02$$

$$\nu = \text{viscosidad (kg/ms)} = 0.174 \times 10^{-4}$$

$$Pr = \text{número de prant} = 239.58$$

$$k = \text{conductividad térmica (W/m}^\circ\text{C)} = 0.136$$

$$c_p = \text{Calor específico (KJ/kg } ^\circ\text{C)} = 2.250$$

2.1.2.8 FLUJO MASICO ACEITE

$$m = q / (c_p \Delta T_c)$$

$$m = 1260.68 / (2.250 \times (112 - 102.4))$$

$$m = 58.48 \text{ kg/s}$$

Utilizamos la figura anexo B5 para sacar el factor de corrección

F = factor de corrección

$$R = (T_1 - T_2) / (t_2 - t_1)$$

$$R = (91.66 - 93.33) / (102.42 - 112)$$

$$R = 0.17$$

$$P = (t_2 - t_1)/(T_1 - t_1) \quad ^{32}$$

$$P = (102.42 - 112)/(91.66 - 112)$$

$$P = 0.47$$

$$F = 0.98 \quad ^{33}$$

$$q(\text{real}) = q F$$

$$q(\text{real}) = 1260.68 \times 0.98$$

$$q(\text{real}) = 1235.46 \text{ W}$$

$$q = m c_p \Delta T (\text{aceite})$$

$$1235.46 = 58.48 \times 2.250 \times (112 - t_{h2})$$

$$t_{h2} = 102.61 \text{ } ^\circ\text{C}$$

³² Figura 10.9 JP Holman pag 388

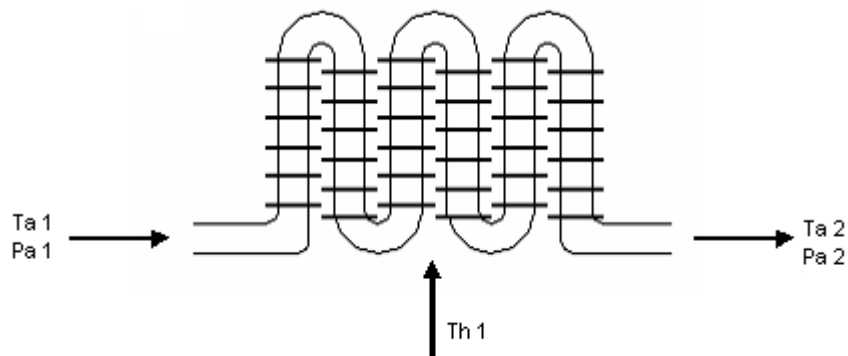
³³ Figura 10.9 JP Holman pag 388

2.1.3 INTERCAMBIADOR TIPO TUBOS CON ALETAS

DATOS

| | |
|--|-----------------|
| Temperatura del agua a la entrada Ta1 | 201°F = 93.88°C |
| Temperatura de salida del agua Ta2 | 205°F = 96.11°C |
| Presión de agua a la entrada Pa1 | 14.2psi |
| Presión de agua a la salida Pa2 | 13.5 psi |
| Temperatura del aceite a la entrada Th1 | 128°C |
| Velocidad del Agua Va | 11.16 m/s |

Los datos aquí presentados son valores experimentales.



2.1.3.1 TEMPERATURA FÍLMICA AGUA

$$T_f = (T_{a1} + T_{a2}) / 2$$

$$T_f = (93.88 + 96.11) / 2$$

$$T_f = 94.99 \text{ °C}$$

Una vez obtenida la temperatura fílmica, que es igual a un promedio de las temperaturas procede a sacar los datos del fluido en las tablas del Anexo B1.

$$\rho = \text{densidad (kg / m }^3\text{)} = 961.68$$

$$\mu = \text{viscosidad dinámica (kg/ms)} = 3.00 \times 10^{-4}$$

$$\text{Pr} = \text{número de prant} = 1.86$$

$$k = \text{conductividad térmica (W/m}^\circ\text{C)} = 0.678$$

$$c_p = \text{Calor específico (KJ/kg }^\circ\text{C)} = 4.205$$

2.1.3.2 FLUJO MASICO AGUA

$$m = \rho V A_a$$

A_a: Área transversal de contacto de los tubos

$$d = \text{diámetro del tubo} = 0.0127\text{m}$$

$$l = \text{longitud del tubo} = 0.09 \text{ m}$$

$$r = \text{radio de curvatura del tubo} = 0.54 \text{ m}$$

$$A_a = ((5 \times 3.1416) + (6 \times r))(3.1416 \times d)$$

$$A_t = ((5 \times 3.1416) + (6 \times 0.09))(3.1416 \times 0.0127)$$

$$A_t = 0.03399 \text{ m}^2$$

$$m = 961.98 \times 11.16 \times 0.03399$$

$$m = 364.96 \text{ kg/s}$$

2.1.3.3 NUMERO DE REYNOLDS AGUA

$$Re = (\rho V d) / \mu \quad ^{34}$$

$$d = 0.0127\text{m}$$

$$Re = (961.98 \times 11.16 \times 0.0127) / 3.00 \times 10^{-4}$$

³⁴ JP Holman : Transferencia de calor 8edición pag 151

$$Re = 454477.83$$

2.1.3.4 NUMERO DEL NUSSELT

$$Nu = 0.012 (Re^{0.87} - 280) Pr^{0.4} \quad 35$$

$$Nu = 0.012 (454477.83^{0.87} - 280) 1.86^{0.4}$$

$$Nu = 1281.046$$

2.1.3.5 COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCIÓN

$$h = (k Nu) / d \quad 36$$

$$h = (0.678 \times 1281.046) / 0.0127$$

$$h = 68389.72 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

2.1.3.6 CANTIDAD DE CALOR DISIPADO

$$q = m c_p \Delta T(\text{agua}) \quad 37$$

$$q = 364.96 \times 4.205 \times (96.11 - 93.88)$$

$$q = 3422.28 \text{ W}$$

$$q = U A t \Delta T_m \quad 38$$

donde :

³⁵ JP Holman : Transferencia de calor 8 edi. Pag 195

³⁶ JP Holman : Transferencia de calor 8 edi. Pag 201

³⁷ JP Holman : Transferencia de calor 8 edi. Pag 165

³⁸ JP Holman : Transferencia de calor 8edición pag 379

U = coeficiente global de transferencia de calor = 230 W/m² °C

³⁹

$$\Delta T_m = ((th_2 - ta_2) - (th_1 - ta_1)) / (\ln((th_2 - ta_2) / (th_1 - ta_1)))^{40}$$

$$3422.28 = \frac{(230)(0.03399)((th_2 - 96.11) - (128 - 93.88))}{(\ln((th_2 - 96.11) / (128 - 93.88)))}$$

$$th_2 = 117.98 \text{ °C}$$

2.1.3.7 TEMPERATURA FÍLMICA ACEITE

$$T_f = (Th_1 + Th_2) / 2$$

$$T_f = (128 + 117.98) / 2$$

$$T_f = 122.9 \text{ °C}$$

Para realizar los respectivos cálculos del fluido aceite tomamos datos del Anexo B3.

$$\rho = \text{densidad (kg / m }^3 \text{)} = 833.38$$

$$\nu = \text{viscosidad (kg/ms)} = 0.155 \times 10^{-4}$$

$$Pr = \text{número de prant} = 215.45$$

$$k = \text{conductividad térmica (W/m}^{\circ}\text{C)} = 0.1358$$

$$c_p = \text{Calor específico (KJ/kg }^{\circ}\text{C)} = 2.271$$

³⁹ Anexo B2

⁴⁰ JP Holman : Transferencia de calor 8edición pag 387

2.1.3.8 FLUJO MASICO ACEITE

$$m = q / (c_p \Delta T_c)$$

$$m = 3422.28 / (2.271 \times (128 - 117.98))$$

$$m = 149.94 \text{ kg/s}$$

2.1.3.9 CANTIDAD DE CALOR TRANSFERIDO CON ALETAS.

$$q \text{ con aleta} / q \text{ sin aleta} = (n_a A_a h \theta_o) / (h A_b \theta_o)$$

41

donde:

A_a = área total superficie aleta

d = diámetro del tubo

l = espesor de aleta

n = número de aletas

A_b = área de la base

r_1 = radio exterior del tubo = 0.00685 m

t = espesor de aleta

$$A_a = 3.1416 d l n$$

$$A_a = 3.1416 \times 0.0127 \times 0.001 \times 36$$

$$A_a = 1.43 \times 10^{-3}$$

$$A_b = (2 \times 3.1416 (r_2^2 - r_1^2))$$

$$L_c = 0.00635 + 0.001/2$$

$$L_c = 0.00685$$

⁴¹ Pág. 32 JP Holman 8va edición

$$r_{2c} = r_1 + L_c \quad 42$$

$$L_c = L + t/2 \quad 43$$

$$r_{2c} = r_1 + L_c$$

$$r_{2c} = 0.0635 + 0.00685$$

$$r_{2c} = 0.0132 \text{ m}$$

$$A_b = (3.1416 \times 0.0127 \times 0.001 \times 36)$$

$$A_b = 1.4364 \times 10^{-3}$$

$$A_m = t(r_{2c} - r_1) \quad 44$$

$$A_m = 0.001(0.0132 - 0.00635)$$

$$A_m = 6.85 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$r_{2c}/r_1 = 0.0254/0.0127$$

$$r_{2c}/r_1 = 2.03$$

$$L_c^{3/2} (h/kA_m)^{1/2} \quad 45$$

$$(1.5 \times 10^{-3})(98.20)$$

$$0.14$$

⁴² figura 2.12 JP Holman

⁴³ figura 2.12 JP Holman

⁴⁴ figura 2.12 JP Holman

⁴⁵ figura 2.12 JP Holman

Utilizando y reemplazando estos 2 últimos valores en la tabla anexo B5 que:

$$n_a = 98.5\%$$

$$q_{\text{con aleta}} / q_{\text{sin aleta}} = (n_a A_a) / (A_b)$$

$$\frac{q_{\text{aleta}}}{q_{\text{sin aleta}}} = \frac{0.985 \times (2(3.1416)(0.0132^2 - 0.0127^2)) \times 36}{(3.1416 \times 0.00127 \times 0.001) \times 36}$$

$$\frac{q_{\text{aleta}}}{q_{\text{sin aleta}}} = 2.0103$$

$$q_{\text{aleta}} = 2.0103(3422.28)$$

$$q_{\text{aleta}} = 6879.85 \text{ w}$$

$$q_{\text{aceite}} = m_{\text{cp}} \Delta t(\text{aceite})$$

$$6879.85 = 149.94 \times 2.271 \times \Delta t(\text{aceite})$$

$$\Delta t(\text{aceite}) = 6879.85 / (149.94)(2.271)$$

$$\Delta t(\text{aceite}) = 20^\circ \text{C}$$

$$T_1 - T_2 = 20^\circ \text{C}$$

$$T_2 = 128 - 20$$

$$T_{h2} = 107.80^\circ \text{C}$$

2.2 SELECCIÓN DE ELEMENTOS

2.2.1 MANOMETROS PRESION DE AGUA

Para este proyecto se ha seleccionado manómetros de presión de agua de uso exclusivo para vehículos, estos manómetros son fabricados por la marca Auto meter, originaria de Estados Unidos estos manómetros han sido construidos para dar lecturas precisas y estables.

Los manómetros tienen un rango de escala de 0 a 35 psi lo cual es suficiente para un sistema de refrigeración de un vehículo, estos manómetros son de tipo mecánico, es decir que utilizan cañerías para obtener una señal de presión del sistema.

Las cañerías utilizadas son de 1/8" de diámetro, han sido reemplazadas las cañerías originales plásticas, por cañerías de cobre del mismo diámetro.

Los manómetros son de tipo análogo, debido a su pequeño rango de escala permiten obtener lecturas claras y precisas.

2.2.2 TERMOMETROS DE TEMPERATURA AGUA

Para el presente proyecto se han escogido manómetros de agua de tipo digital, debido a las pequeñas diferencias de temperatura que se manejan a la entrada y salida del intercambiador de calor.

Los manómetros son de marca Summit, de tipo eléctricos es decir que obtienen su señal de temperatura a partir de sensores eléctricos colocados en las cañerías de entrada y salida de refrigerante del intercambiador.

Su escala digital esta graduada en grados fahrenheit, y comienzan a funcionar a partir de los 100 ° F hasta 300 ° F.

III. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LOS SISTEMAS

3.1. ESTUDIO CONSTRUCTIVO DEL MOTOR

Para la construcción de los intercambiadores de calor se ha estudiado la forma constructiva del motor volkswagen 1.8 litros 16v el mismo que presenta un carter en forma de bandeja figura 3.1, muy uniforme en su construcción como vemos en la figura a continuación

46

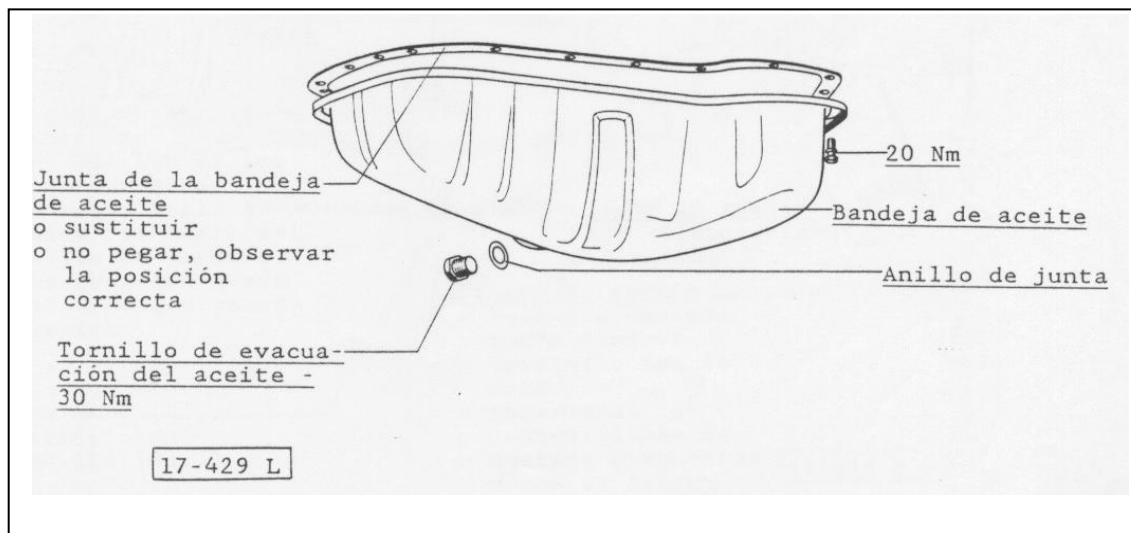


Figura 3. 1 Carter de aceite del motor volkswagen 1.8 litros

En la figura 3.1 también se puede apreciar el empaque que se utiliza para sellar el carter con el bloque del vehículo, el mismo que se lo sustituye por silicón, debido a que este carter esta siendo montado y desmontado continuamente y cada vez que se lo monta se tendría que utilizar un empaque de carter nuevo.

La bomba de aceite y su respectiva coladera, como podemos observar en la figura 3.2 a continuación se encuentra en el extremo posterior del motor, razón por la cual los intercambiadores han sido

⁴⁶ Manual de reparación del motor KR Volkswagen

montados en la parte frontal del carter del motor, lugar donde existe el espacio suficiente para los mismos sin que estos interfieran con el normal funcionamiento del motor.

47

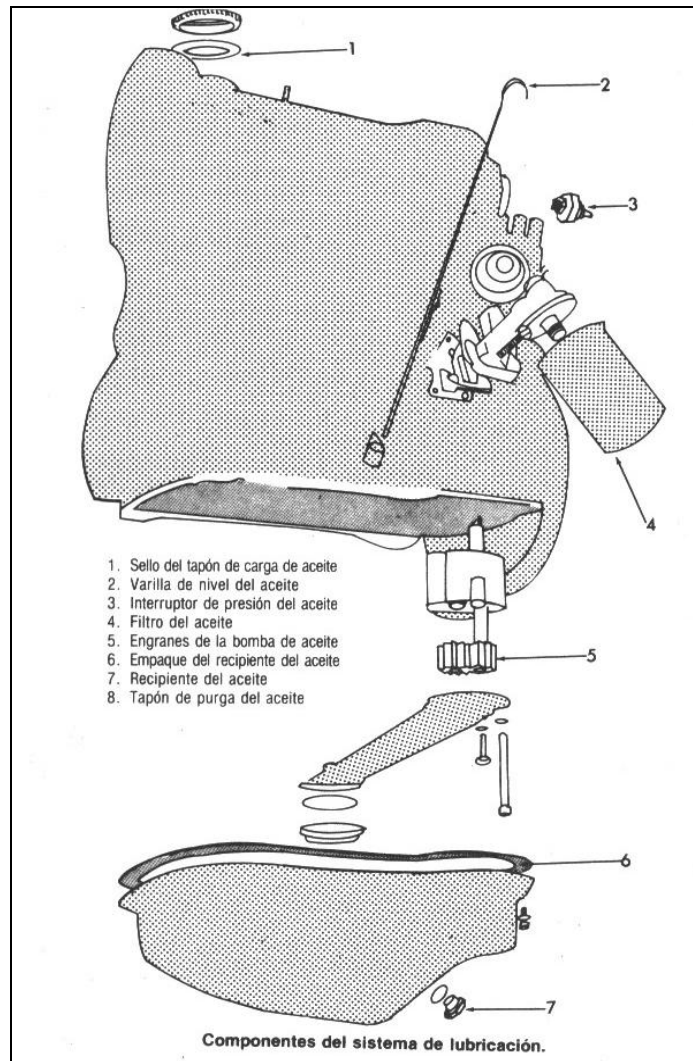


Figura 3. 2 Componentes del sistema de lubricación del motor

La construcción del motor es muy robusta cuneta con un bloque de fundición de hierro, su cabezote de aluminio, tiene su admisión por el lado derecho y el escape por el lado izquierdo visto el motor de frente, la

⁴⁷ Manual reparación Chilton 1978

bombas de agua y aceite se encuentran al lado derecho del motor montadas sobre el bloque del mismo, así también el filtro de aceite con su respectiva base y la base de la bomba de agua se encuentran al lado derecho del motor del vehículo.

En la base de la bomba de agua encontramos la toma de entrada y salida de agua para el radiador de la calefacción como vemos en la toma principal de salida de fluido al motor, y la toma de la tubería de retorno del radiador a la bomba de agua. Como muestra la figura 3.3

48

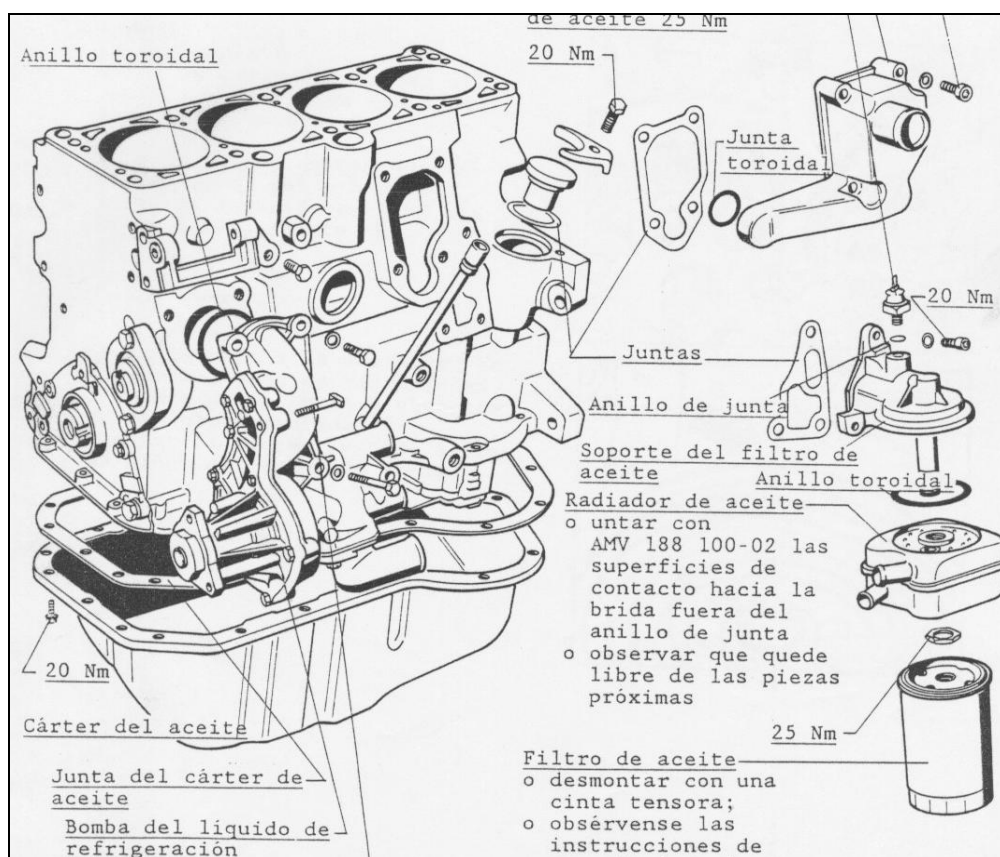


Figura 3. 3 Partes principales del sistema de lubricación y refrigeración del motor

⁴⁸ Manual de reparación del motor KR volkswagen

En la figura 3.4 podemos observar la toma de retorno de agua desde el radiador a la bomba de agua del motor, hay que acotar que en este sitio se encuentra montado el termostato del motor.

49

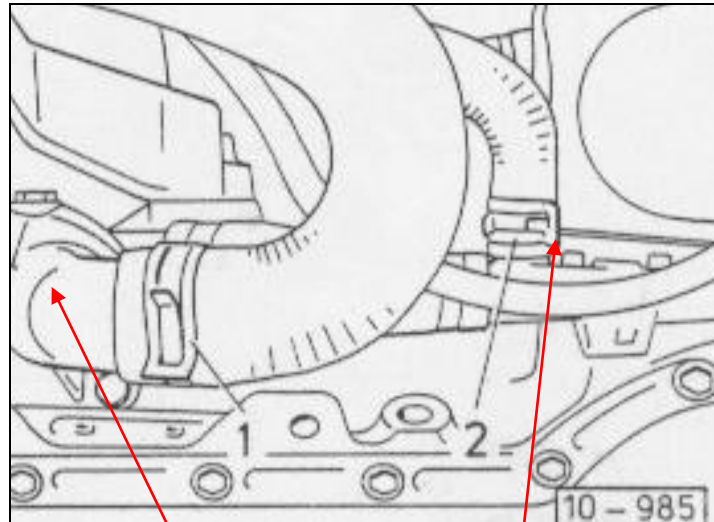


Figura 3.4 Vista inferior del motor

Toma de agua utilizada para conectar el intercambiador

Toma de agua de retorno de agua desde el Radiador, lugar de montaje del termostato.

CONSTRUCCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

Para la realización del proyecto se han construido 3 tipos de intercambiadores de calor, los mismos que se encuentran sumergidos en el aceite del carter de motor.

⁴⁹ Manual de reparación del motor KR volkswagen

Estos intercambiadores han sido probados para determinar cual de ellos es más eficiente. Los tipos de intercambiadores que construiremos son: De tipo panel, de tubo con aletas , de tubo con cavidad interna de aceite.

El intercambiador de tipo tubos con cavidad interna de aceite resultó ser el más efectivo en cálculos de diseño realizados así como en pruebas. Guardando poca diferencia con el de tipo panel, por lo que el modelo definitivo a usar será el modelo de tubos con cavidad interna.

El material utilizado para su construcción es cobre, debido a sus propiedades de maleabilidad y manejo del material, así como sus características de excelente conductor de calor.

3.2.1. INTERCAMBIADOR DE TIPO PANAL

Este intercambiador con forma rectangular, mide 150 x 120 milímetros, tiene sus tomas de ingreso y salida del fluido al mismo lado. Se encuentra colocado de manera transversal dentro del carter, con respecto al extremo frontal del motor.

La altura a la que se encuentra el intercambiador dentro del carter de aceite es de 15 milímetros bajo el borde superior del carter, y 10 milímetros sobre su fondo, de esta manera el carter no interferirá con el funcionamiento del motor, en especial con el giro del cigüeñal y la absorción de la bomba de aceite como se observa en la figura 3.5.

⁵⁰ Intercambiador calor tipo panel construido para este proyecto



Figura 3. 5 Radiador tipo panel

El intercambiador comprende de 2 panales cada uno de ellos con 9 filas de tubos, los tubos de los panales tiene forma rectangular con sus extremos redondeados, el ancho del tubo es de 1 milímetro mientras que tiene 10 milímetros de largo.

El intercambiador cuenta con dos tanques en sus extremos uno de mayor volumen que el otro debido a que en este tanque se han acoplado la entrada y salida de fluido.

La tubería de ingreso al intercambiador es de 3/8 de pulgada, la misma que se ha acoplado al intercambiador y carter por medio de suelda autógena, proporcionando mayor sujeción del mismo en el carter al tiempo que proporciona mayor seguridad en cuanto a fugas de fluido se refiere dentro del carter.

Las tomas del intercambiador se han ubicado el extremo derecho del carter de aceite, estas se encuentran a 25 mm del

borde superior y a 45 mm de la esquina derecha frontal del carter como muestra la figura 3.6.

51



Figura 3. 6 Tomas de ingreso y salida de fluido

La apariencia de este intercambiador es similar a la de un radiador exterior de agua utilizado para los vehículos de serie en la actualidad.

3.2.1.1. VENTAJAS

- Tiene la ventaja de tener gran contacto con el fluido a enfriarse
- Es compacto y cabe con mayor holgura dentro del carter para su instalación figura 3.7.
- Debido a su modelo se pudieron montar el ingreso y salida del fluido en un solo extremo del intercambiador, reduciendo la dificultad de adaptación de cañerías de ingreso y salida de fluido al intercambiador.

52

⁵¹ Intercambiador calor tipo panal construido para este proyecto

⁵² Intercambiador calor tipo panal construido para este proyecto



Figura 3. 7 Vista lateral del intercambiador

3.2.1.2. DESVENTAJAS

- Una desventaja en este tipo de intercambiador podría ser su construcción en lo que a láminas se refiere, que podrían atrapar muchas suciedades con lo que podría ser perjudicial para el sistema de lubricación.
- Se dificulta encontrar una fuga en el intercambiador para efectuar una reparación por lo que habrá que desmontar el carter para realizar dicha reparación.

3.2.2. INTERCAMBIADOR DE TUBO CON ALETAS

Este intercambiador está construido de un tubo de cobre que se lo ha moldeado en forma de serpentín paralela. Cuenta con aletas soldadas al tubo las cuales se encargarán de absorber el

calor del fluido externo para producir una convección térmica con el fluido que circula por el interior de este intercambiador.

Este intercambiador mide 110 mm de largo y tiene el tubo un diámetro de 12.5 mm, este intercambiador se encuentra 25 mm por debajo del borde superior del carter y 30 mm sobre el fondo del mismo recipiente, tiene una toma de ingreso localizada al lado derecho del carter, mientras que su otra toma de salida se encuentra al lado contrario de la toma de ingreso como muestra la figura 3.8.

53



Figura 3. 8 Intercambiador de tubo con aletas

Sus extremos han sido soldados al carter con suelda autógena, por lo que se considera que no es necesario utilizar apoyos de sujeción adicionales, ya que su peso es relativamente liviano y bastará con las soldaduras realizadas en los extremos de sus tomas de ingreso y de salida del intercambiador.

⁵³ Intercambiador calor tipo tubo con aletas construido para este proyecto

Su construcción presenta gran dificultad ya que las curvas de 180° de este intercambiador tienen radio muy reducido lo cual imposibilita realizar dichas curvas, razón por la cual se construyeron estas curvas por partes siendo soldadas para constituir solidamente este intercambiador.

En las tomas de ingreso y salida del intercambiador se han colocado acoples roscados para conectar las cañerías de ingreso y salida del fluido al intercambiador, facilitando su conexión figura 3.9.

54



Figura 3. 9 Tomas de ingreso y salida del intercambiador de tubos con aletas

Las aletas colocadas en el tubo serpentín del intercambiador están separadas por 10 mm de distancia entre ellas lo que será muy beneficioso para la efectividad de este intercambiador en el proyecto, como lo demuestran los cálculos realizados.

3.2.2.1. VENTAJAS

⁵⁴ Intercambiador calor tipo panal construido para este proyecto

- El área de contacto de este intercambiador es menor delgado que la de los otros intercambiadores, razón por la cual es más fácil buscar un sitio para su instalación.
- Se puede encontrar rápidamente una fuga de fluido debido a su forma de construcción.
- Es posible rectificar una falla del intercambiador una vez ya instalado este sobre el carter de aceite.

3.2.2.2. DESVENTAJAS

- Las soldaduras realizadas para la construcción de este intercambiador, no tienen la efectividad seguridad como las de un radiador tipo panel por lo que hay que chequear continuamente las presiones de fluido para verificar que no exista fuga del mismo.
- Acoplar las cañerías de este intercambiador es dificultoso debido a la localización de las tomas de ingreso y salida de fluidos del mismo.

INTERCAMBIADOR DE TUBOS INTERIORES

Este intercambiador tiene forma rectangular, tiene sus tomas de ingreso y salida del fluido a lados opuestos, se encuentra colocado de manera transversal dentro del carter, al extremo frontal del motor.

La altura a la que se encuentra el intercambiador dentro del carter de aceite es de 16 mm bajo el borde superior del carter, y 15 mm sobre su fondo, de esta manera el carter no interferirá con el funcionamiento del motor, en especial con el giro del cigüeñal y la absorción de la coladera de la bomba de aceite.

El intercambiador esta compuesto de tres tubos que cruzan a través del carter, estos tubos contienen otros tubos internos paralelos que son utilizados para la circulación del agua, mientras que los externos para circulación de aceite.

55

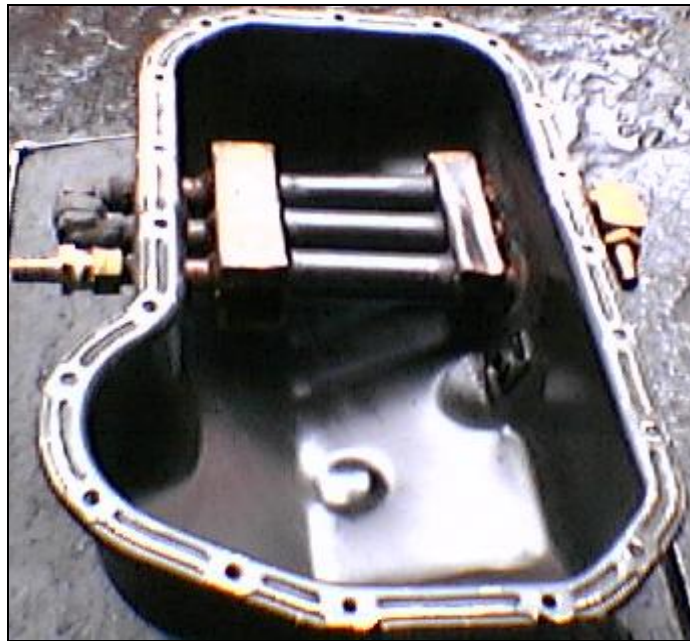


Figura 3.10 Intercambiador tipo tubos interiores

Los tubos internos atraviesan de lado a lado al carter de aceite por lo que tienen tubería externa al carter para interconectar esta tubería, con acoples de 180° como muestra la figura 3.10.

La tubería y acoples del intercambiador son de $\frac{1}{2}$ de pulgada, los mismos que se han acoplado al intercambiador y carter por medio de solda autógena, proporcionando mayor sujeción y seguridad en cuanto a fugas de fluido se refiere dentro del carter.

⁵⁵ Intercambiador de calor tipo tubos interiores

Las tomas de ingreso del intercambiador se han ubicado el extremo derecho del carter de aceite, y la toma de salida al extremo izquierdo del carter de aceite, considerando esta posición tomando como referencia el frente del motor.

56



Figura 3.11 Intercambiador de tubos interiores vista superior

Este tipo de intercambiador al igual que el de tipo panel cuenta con tanques laterales (figura 3.11), por donde ingresa y sale el aceite a este intercambiador, este ingreso y salida del fluido de aceite se encuentran en la parte posterior del intercambiador del calor.

3.2.2.3. VENTAJAS

- Este intercambiador tiene la ventaja que la mayor parte del tiempo va a tener contacto el fluido a enfriarse con el fluido refrigerante es decir el agua, decimos esto ya que los otros intercambiadores de calor al estar el

⁵⁶ Vista superior del intercambiador de tipo tubos interiores

vehículo en declives no van a tener un contacto total con el fluido refrigerante.

- Su construcción es mucho mas simple y sencilla que la de los modelos anteriormente expuestos.

3.2.3.2. DESVENTAJAS

- El intercambiador tendrá que ser desmontado del carter para realizarse una reparación sobre el mismo, se tendrá que desoldar 6 tuberías para desmontarlo a diferencia de los otros que solo tienen dos tuberías.

CONSTRUCCIÓN DE ACOPLES PARA EL INTERCAMBIADOR

Para acoplar los diferentes intercambiadores de calor han sido requeridos varios tipos de acoples , estos acoples se los escogió de tipo desmontable en material de cobre, ya que son de fácil adquisición en el mercado, estos acoples tienen la característica de tener rosca cónica para proporcionar un perfecto ajuste entre ellos libre de fugas, y por sus características de rosca cónica no es indispensable utilizar el teflón. Este tipo de acoples son muy beneficiosos para la adaptación de nuestro intercambiador ya que colocaremos sensores de temperatura y cañerías de presión de agua para interpretar los resultados obtenidos con la colocación de cada uno de los intercambiadores construidos.

3.2.3. TIPOS DE ACOPLES

57

⁵⁷ Acoples de cobre utilizados para la conexión de los intercambiadores



Figura 3. 12 Acople tipo escuadra macho hembra

58



Figura 3. 13 Conector de 1/2" a 3/8"

59



Figura 3. 14 Bushing reductor

60

⁵⁸ Acoples de cobre utilizados para la conexión de los intercambiadores

⁵⁹ Acoples de cobre utilizados para la conexión de los intercambiadores

⁶⁰ Acoples de cobre utilizados para la conexión de los intercambiadores



Figura 3.15 Conector universal 3/8"

IV. ADAPTACIÓN Y MONTAJE

ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Para la realización de esta adaptación se ha estudiado primero los espacios y las capacidades que poseen los elementos del motor de combustión interna a del volkswagen golf 16v, el mismo que presenta características favorables para realizar este proyecto, es por esto que hemos decidido realizar este tipo de proyecto adaptándolo al funcionamiento diario de este vehículo.

Con la adaptación de este sistema se busca mejorar el sistema de enfriamiento del aceite del motor, con la finalidad de obtener el máximo rendimiento posible del motor de combustión interna cuando este haya llegado a sobrepasar su temperatura óptima de funcionamiento.

En nuestro país debido a la situación geográfica en la que no encontramos se pierde gran cantidad de potencia de los vehículos por estar en una zona montañosa de gran altitud, razón por la cual los motores en nuestro país tienen que realizar mucho más esfuerzo para desarrollar su potencia, mientras que en otros países donde se los ha construido a estos motores los factores geográficos son muy diferentes por lo que estos motores no tienen que realizar tanto esfuerzo para desarrollar su potencia. Esta es una de las razones de el porque los motores en el ecuador realizan mayor esfuerzo y por ende tienen incrementos de su temperatura en el funcionamiento.

Al hablar de incrementos de temperatura en funcionamiento nos referimos al sistema de lubricación y refrigeración. El fluido utilizado para el sistema es el aceite, el mismo que sube exageradamente su temperatura al momento en que el vehículo se encuentra realizando grandes esfuerzos como por ejemplo en un ascenso prolongado donde la temperatura de el

agua del vehículo es muy alta y mantenida, si tenemos un manómetro para medir la temperatura del aceite en ese momento nos podemos dar cuenta que este sobrepasa los 110° centígrados y en ciertos casos hasta los 120° centígrados, a estas temperaturas el aceite está perdiendo gran cantidad de propiedades químicas necesarias para el óptimo funcionamiento del motor.

Con la presente adaptación de este proyecto se busca mantener estable la temperatura del aceite en altos regímenes de funcionamiento del motor, ya que como todos sabemos es más fácil controlar la temperatura del agua del sistema de refrigeración del motor que la temperatura del aceite, ya que tenemos de por medio un radiador con electro ventilador de contacto directo con el aire en la parte frontal del vehículo, el mismo que cuenta con switch térmico para controlar a que temperaturas debe encenderse y apagarse el ventilador.

MONTAJE DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Estos intercambiadores se los ha acoplado en el carter de aceite con tuberías soldadas al mismo, que permiten la conexión del sistema de refrigeración original del vehículo a estos intercambiadores, las tomas de donde se ha extraído el fluido para hacerlo circular por el intercambiador provienen de tuberías de entrada y salida de fluido provenientes de la bomba de agua del vehículo, cuya función es la de hacer circular el agua por los diferentes conductos existentes en el motor y accesorios del vehículo.

Para el acoplamiento de los intercambiadores se ha utilizado mangueras de alta presión, con reforzamiento de malla de acero en el cuerpo de la manguera lo que proporciona gran seguridad al momento de

montar los intercambiadores, así como nos dan la facilidad de moldear las cañerías de la mejor forma para obtener posiciones de menor interferencia con los otros sistemas del vehículo así como obtener el mayor acceso posible a estas cañerías.

Las cañerías han sido sujetadas y aseguradas a los acoples mediante abrazaderas, al igual que han sido sujetadas las cañerías del sistema de refrigeración original del vehículo, con la finalidad de que sean fáciles de sustituir en caso de existir fugas o explosión de las mismas.

4.2.1. PROCEDIMIENTO PARA INSTALAR LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR

1. Desmontar la manguera que conecta las cañerías de entrada y salida de agua a la bomba de agua del vehículo situadas en la parte anterior del carter como muestra la figura 4.1

61

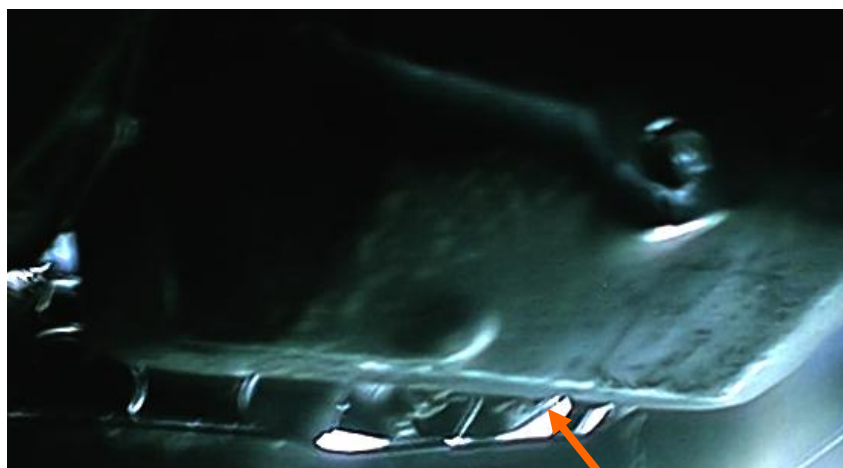


Figura 4.1 Vista inferior del motor Volkswagen
Toma bomba de Agua

⁶¹ Vista inferior del motor Volkswagen donde se efectúa el proyecto

2. Vaciar el aceite de motor. Si va a ser reutilizado vaciarlo en un recipiente extremadamente limpio. Verificar que no existan impurezas como limallas en el aceite de motor.
3. Desmontar el carter de aceite original del vehículo, verificar visualmente en estado de los componentes a la vista, Coladera bomba de aceite, cigüeñal y tapas del cigüeñal como se muestra en la figura 4.2

62

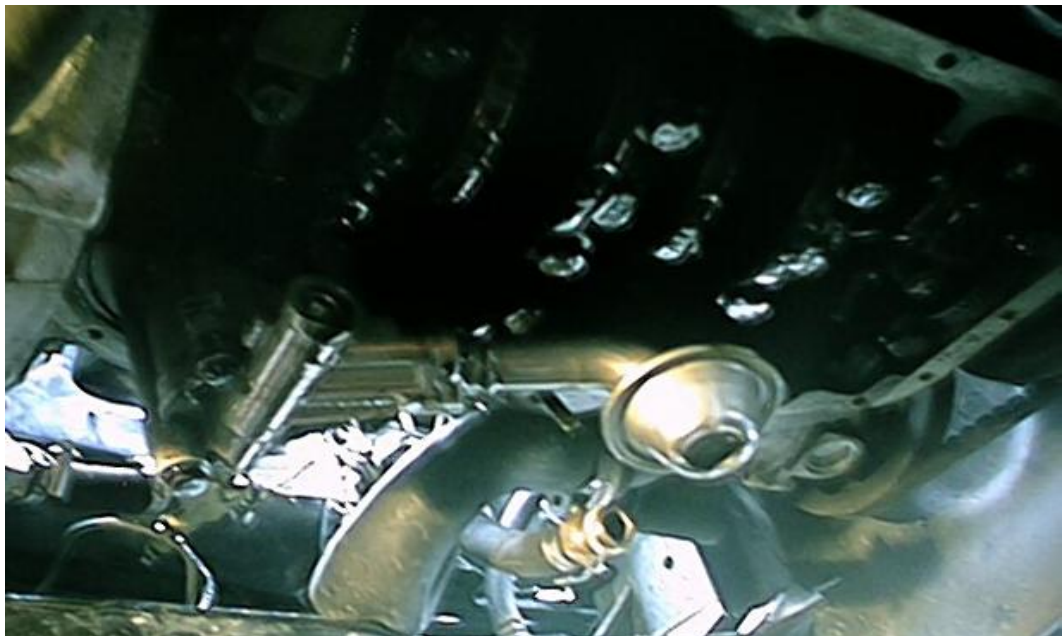


Figura 4. 2 Vista inferior del motor desmontado el carter de aceite

4. Procedemos a montar el carter modificado con el intercambiador de aceite en su interior.
5. En el momento de montar el carter con el respectivo intercambiador, verificar que no exista contacto del cigüeñal ni de la bomba de aceite con su respectiva coladera con el intercambiador, esto se puede verificar

⁶² Vista de la coladera de aceite del motor y apoyos de bancada una vez desmontado el cigüeñal

realizando giros manuales del cigüeñal para escuchar si existe rozamiento.

6. Luego de haber verificado que no exista rozamiento del cigüeñal ni contacto de la bomba de aceite con el intercambiador procedemos a conectar los acoples con sus respectivas mangueras al sistema de refrigeración de agua del vehículo.

63



Figura 4. 3 Vista de la instalación de los sensores en las cañerías de ingreso al intercambiador

7. Con las cañerías establecidas, procedemos a colocar los sensores de temperatura, y las cañerías de presión de agua para los manómetros colocados en el vehículo, así como su respectiva conexión tanto eléctrica como mecánica a estos manómetros de medición de temperatura y presión del fluido que circula por el intercambiador como se muestra en la figura 4.3.

64

⁶³ Cañerías de conexión de los manómetros de presión de agua



Figura 4. 4 Vista de los manómetros instalados en el interior del vehículo

8. Para obtener la correcta medición de los valores de temperatura de entrada y salida del fluido en el intercambiador, procedemos a realizar las respectivas conexiones a masa desde los sensores de temperatura y así obtener las lecturas correspondientes en los manómetros y termómetros ubicados en el interior del vehículo. Figura 4.4.
9. Una vez que se ha conectado todos los acoples y cañerías del intercambiador, así como el perfecto acoplamiento del carter en el bloque del vehículo procedemos a revisar los niveles de los fluidos de aceite y agua en el motor y sistema de refrigeración respectivamente.
10. Una vez completos los niveles de fluidos procedemos a verificar que no existan fugas por las conexiones realizadas, y entonces podremos encender el vehículo para observar el funcionamiento y eficiencia del sistema.

⁶⁴ Lugar de montaje de los manómetros en el interior del vehículo

V. PRUEBAS A REALIZAR

5.1. NORMAS DE SEGURIDAD

Al colocar este proyecto en un vehículo convencional de uso diario he creído necesario realizar un continuo monitoreo de las áreas en funcionamiento adicional como son el sistema de lubricación y refrigeración del vehículo.

Dentro de lo que consideramos el monitoreo del proyecto podemos hablar de procesos de chequeo de niveles de fluidos tanto en el sistema de lubricación como en el sistema de refrigeración del vehículo. Por lo que es necesario que los fluidos sean revisados, tanto en su composición como en el nivel óptimo al cual deben encontrarse para el correcto funcionamiento del vehículo.

5.1.1 SISTEMA DE SEGURIDAD

Para realizar este proyecto hemos creído necesario la adaptación de un sistema de seguridad en caso de existir alguna falla en el circuito construido.

Además de haber instalado un sistema de alerta en caso de falla del circuito, el intercambiador ha sido conectado con acoples y mangueras de alta presión con el fin de evitar las fugas de fluido que podrían presentarse en las uniones de las respectivas mangueras que ingresan con el fluido al intercambiador que se encuentra en el interior del carter.

El sistema de seguridad consiste en una luz testigo la cual se encenderá en el momento en que exista un bajo nivel del fluido refrigerante, lo que significa que existe una fuga en el sistema, y que por lo tanto la presión del circuito será automáticamente cero.

Además de esta luz testigo podremos reafirmar que existe una fuga de fluido observando las mediciones de los manómetros de presión de agua instalados en el tablero del vehículo de prueba.

La luz testigo de este sistema se encuentra colocado el tablero de mandos del conductor de manera de que se tenga la mayor visibilidad posible en el menor tiempo en caso de ocurrir algún percance en el proyecto construido.

Esta luz testigo está conectada a un sensor de nivel de fluido refrigerante, que en el momento en que se produzca una fuga dará lugar al destello de este testigo

COMPARAR LAS TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO ANTES DE LA COLOCACIÓN DEL INTERCAMBIADOR Y POSTERIOR A LA INSTALACIÓN DEL MISMO.

La temperatura del aceite, una vez colocado el intercambiador ha disminuido trabajando el motor a altas revoluciones, la temperatura del aceite incrementa medida que el motor se va calentando, se puede observar que el aceite se calienta normalmente como si no estuviere colocado el intercambiador, pero al llegar a una temperatura entre 104° C y 110° C el aceite llega a un punto de equilibrio con la temperatura del agua, es decir se produce un equilibrio térmico, lo que da como resultado una eficiencia en el uso del aceite.

La temperatura del aceite puede ser reducida debido a que la temperatura el agua puede ser controlada, mediante el sistema de refrigeración con su respectivo electro ventilador, el mismo que se

enciende y apaga con el control de un switch térmico, además del uso de un termostato de menor temperatura.

A continuación podemos observar las graficas comparativas de las temperaturas de aceite y agua, colocado y sin colocar el intercambiador de calor en el vehículo.

| TEMP. ACEITE | | TEMP. AGUA | | PRESION AGUA |
|-------------------|-----|------------|-----|--------------|
| ° C | ° F | ° C | ° F | PSI |
| 54 | 112 | 44,44 | | 0 |
| 66 | 138 | 58,89 | | 1,3 |
| 72 | 152 | 66,67 | | 4 |
| 86 | 168 | 75,56 | | 6,1 |
| 94 | 178 | 81,11 | | 7,5 |
| 102 | 188 | 86,67 | | 9,3 |
| 114 | 195 | 90,56 | | 12,2 |
| 126 | 206 | 96,67 | | 14,8 |
| SIN INTERCAMBIDOR | | | | |

| TEMP. ACEITE | | TEMP. AGUA INGRESO | | PRESION AGUA INGRESO | TEMP. AGUA SALIDA | | PRESION AGUA SALIDA |
|-------------------|------|--------------------|-----|----------------------|-------------------|-----|---------------------|
| ° C | ° C | ° F | ° F | PSI | ° C | ° F | PSI |
| 58 | 52,8 | 127 | | 0 | 57,2 | 135 | 0 |
| 70 | 71,1 | 160 | | 3,2 | 72,8 | 163 | 4,5 |
| 80 | 77,8 | 172 | | 6,5 | 80,0 | 176 | 7,2 |
| 86 | 80,0 | 176 | | 8,0 | 85,0 | 185 | 8,2 |
| 92 | 85,0 | 185 | | 9,5 | 86,7 | 188 | 9,8 |
| 98 | 88,9 | 192 | | 11,2 | 90,0 | 194 | 11,8 |
| 104 | 92,2 | 198 | | 12,5 | 93,9 | 201 | 12,7 |
| 108 | 94,4 | 202 | | 13,1 | 95,0 | 203 | 13,5 |
| CON INTERCAMBIDOR | | | | | | | |

TEMPERATURAS DE ACEITE

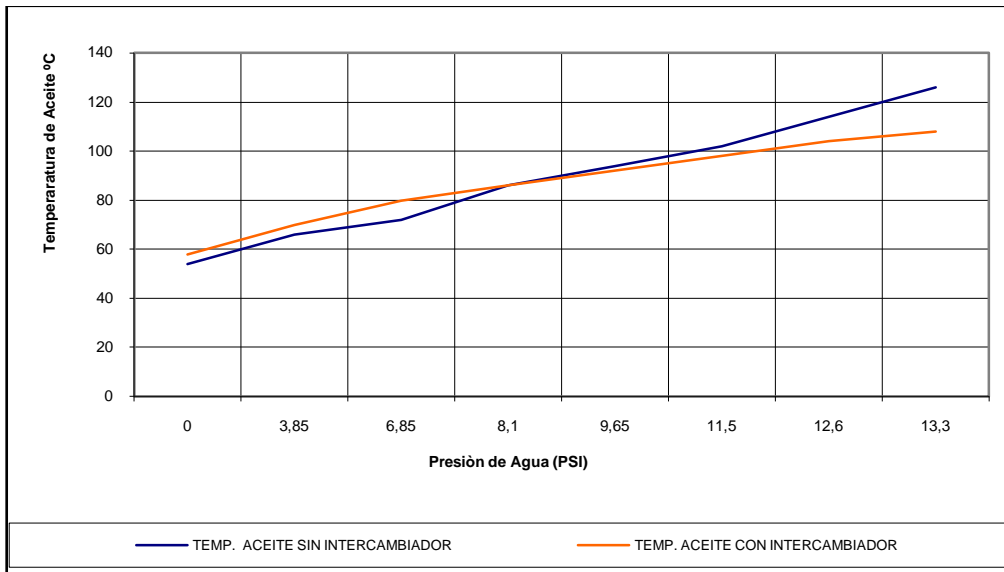
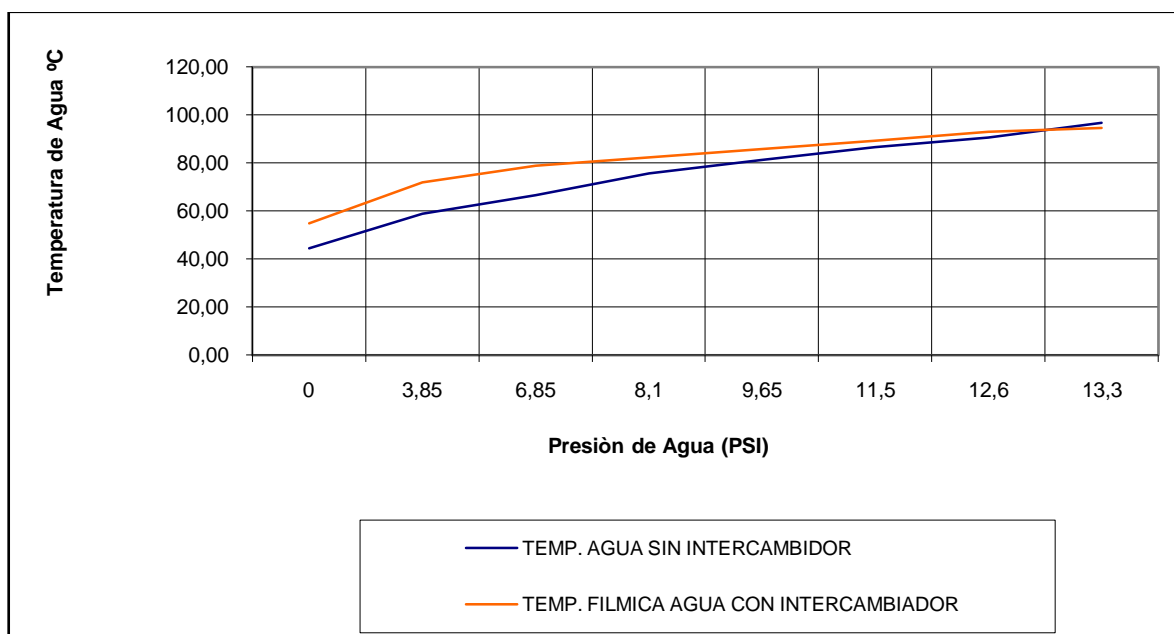


Figura 5. 1 Tabla comparativa de temperaturas de aceites

Como se observa en la Figura 5.1 la temperatura del aceite colocado el intercambiador es mayor que la temperatura del aceite sin colocar el mismo, pero al llegar a la temperatura óptima de funcionamiento del vehículo, la temperatura del líquido refrigerante empieza a ser controlada por un electro ventilador comandado por un switch térmico. De esta manera la temperatura del aceite empieza a ser controlada con la que obtenemos mayor eficiencia en altos regímenes de uso del motor.

TEMPERATURAS DE AGUA



La temperatura del líquido refrigerante colocado el intercambiador incrementa con respecto a la temperatura del líquido refrigerante sin utilizar el intercambiador, pero al llegar el motor a la temperatura óptima de funcionamiento las temperaturas del líquido refrigerante con y sin intercambiador convergen debido al control de temperatura que se ejerce mediante el electro ventilador, comandado por el switch térmico.

5.3 LABORATORIO DE PRUEBAS 1

OBJETIVO

- Comprobar el correcto funcionamiento del sistema instalado en el vehículo para mejorar la refrigeración del motor.
- Realizar mediciones de las diferentes temperaturas y presiones del sistema instalado.
- Verificar la existencia de una variación en la temperatura de los fluidos antes de entrar al intercambiador y luego de haber pasado por el mismo.

PROCEDIMIENTO

1. Verificar el correcto acoplamiento de los componentes del sistema en el vehículo antes de encenderlo
2. Inspeccionar el nivel de aceite de motor como el de refrigerante, completarlos hasta su nivel óptimo de funcionamiento en caso de ser necesario.
3. Encender el vehículo, inspeccionar que no existan fugas de fluido por las tuberías adaptadas al intercambiador colocado en el vehículo.
4. Procedemos a tomar los datos de temperatura de aceite, temperatura de agua y presión de agua cuando el vehículo acaba de encenderse. Encasillar estos datos en la tabla 1
5. Realizar una segunda medición cuando la temperatura de funcionamiento del vehículo ha alcanzado los 70°, 75°, 80° centígrados de funcionamiento. Colocarlos en la tabla 1
6. Realizar una medición de las temperaturas cuando el vehículo haya encendido el electro ventilador. Colocarlos en la tabla 2
7. Tomar datos en el momento en que se apaga el ventilador del vehículo. Colocarlos en la tabla 2

TABULACIÓN

Colocar los datos obtenidos del vehículo durante su funcionamiento a las diferentes temperaturas

TABLA 1

| Temperatura del aceite | Temp. Refrigerante 1 | Presión en el refrigerante 1 | Temp. refrigerante 2 | Presión en el refrigerante 2 |
|------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|
| °C | °F | PSI | °F | PSI |
| Al arranque | 100 | 0 | 100 | 0 |
| 70 | 158 | 3,5 | 160 | 3,7 |
| 75 | 165 | 4,8 | 169 | 4,9 |
| 80 | 174 | 6,8 | 176 | 7,1 |

Colocar los datos de temperaturas y presiones en el momento exacto en que se enciende y se apaga el ventilador del vehículo.

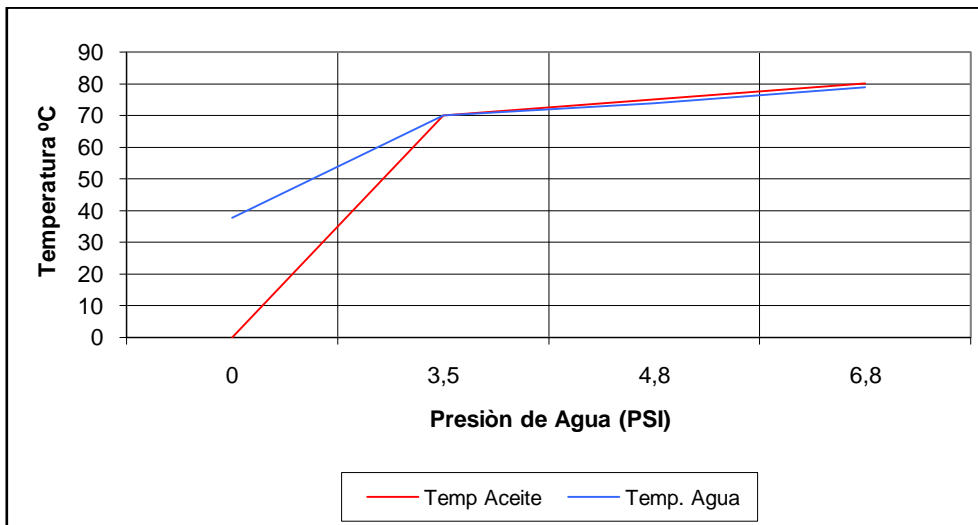
TABLA 2

| Temperatura del aceite | Temp. Refrigerante 1 | Presión en el refrigerante 1 | Temp. refrigerante 2 | Presión en el refrigerante 2 |
|------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|
| °C | °F | PSI | °F | PSI |

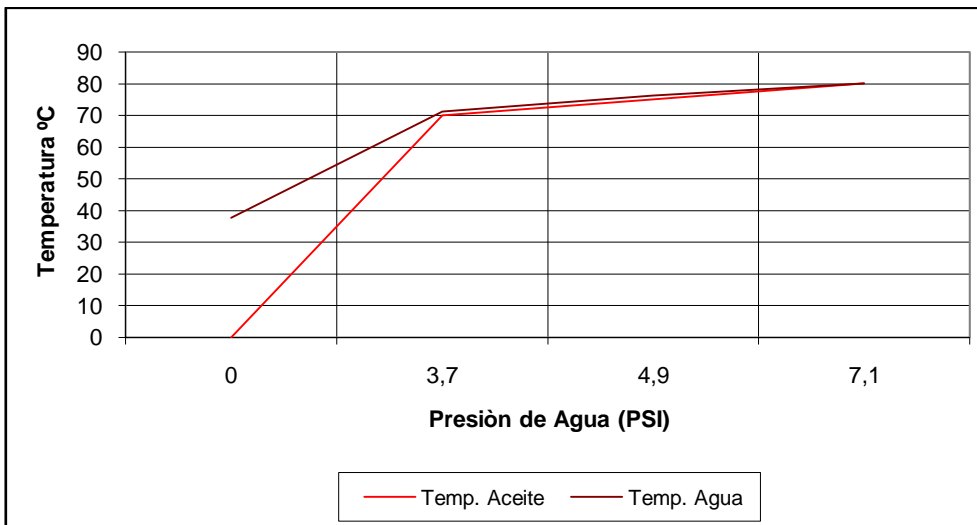
| | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|
| Enciende ventilador | 172 | 7,1 | 176 | 7,2 |
| Ventilador se apaga | 185 | 7 | 183 | 6,8 |

Realizar las curvas de temperatura con relación a la presión del líquido refrigerante, la primera curva cuando el fluido entra en el intercambiador, y la segunda curva cuando el fluido sale del intercambiador.

A la entrada del intercambiador



A la salida del intercambiador



CUESTIONARIO

1. ¿Por que existe mayor presión en el fluido refrigerante que sale del intercambiador?

Debido a que este líquido se encuentra a mayor temperatura que el fluido de entrada, y como la presión aumenta proporcional al incremento de temperatura tenemos como resultado mayor presión en el fluido a la salida del intercambiador.

2. ¿Por qué existe variación en la temperatura del aceite tan marcada una vez colocado el intercambiador?

Existe una significativa variación debido a que con el intercambiador la temperatura del aceite es mantenida a través de manejo de la temperatura del refrigerante de agua.

3. ¿A que régimen de funcionamiento considera usted que el intercambiador es más eficiente?

El intercambiador demuestra su eficiencia cuando el motor empieza a trabajar a altos regímenes y la temperatura del aceite se mantiene a una temperatura constante.

4. ¿Por qué la presión del fluido al encender el vehículo en frío es cero?

Debido a que las temperaturas de funcionamiento de los fluidos son bajas y no generan una presión en el sistema

CONCLUSIONES

En el proyecto realizado se construyó intercambiadores agua-aceite los mismos que tenían como propósito principal reducir y mantener estable la temperatura del aceite a altos regímenes de funcionamiento del motor, ya que es motor diseñado para altas revoluciones donde sus fluidos de enfriamiento podrían perder sus propiedades químicas necesarias para el funcionamiento ideal del motor.

El vehículo al momento de instalar el intercambiador de calor presentó algunas variantes en cuanto a temperatura de aceite se refiere, pero esencialmente este vehículo pudo mantener estable la temperatura del aceite para conseguir mejor rendimiento a altos regímenes de funcionamiento durante pruebas de ruta realizadas, con lo que obtuvimos un rendimiento estable del motor en altos y bajos regímenes sin sentir una

pérdida de potencia en el motor cuando este esta por un tiempo prolongado en condiciones forzadas, donde este vehículo antes de ser colocado un intercambiador tenia tendencias a elevar la temperatura de los fluidos refrigerantes como lubricantes, perdiendo potencia el vehículo así como poniendo en peligro al motor debido a elevadas temperaturas de funcionamiento debido a la pérdida de propiedades refrigerantes y lubricantes de los fluidos.

El espacio físico para instalar este intercambiador en el motor fue reducido ya que su diseño fue pensado para ser utilizado dentro del carter del motor sin complicar espacios en la parte frontal o la caja del motor del vehículo, sin embargo fue posible instalarlo debido a las bondades de este motor que presenta un modelo de carter en forma de bandeja uniforme, lo que nos beneficio para instalar un intercambiador dentro del carter que pudiera estar sumergido dentro del aceite durante la mayoría de tiempo cuando el motor esta funcionando.

Uno de los inconvenientes al instalar este intercambiador fue el instalar los sensores captadores de señales para manómetros de temperatura y presión de agua que ingresa dentro de los intercambiadores instalados en el interior del carter, principalmente los de tipo mecánico ya que hubo que instalar cañerías de cobre desde las cañerías de agua que ingresan al intercambiador hasta los manómetros ubicados en la parte interior del vehículo.

Hubo complejidad en la construcción de los intercambiadores debido a su reducido tamaño lo cual dio lugar a retardar el cronograma planeado para la ejecución de este proyecto, además de la dificultad de construcción de los intercambiadores también se presentó otro inconveniente el de encontrar en

el mercado local manómetros para medición de presión de agua de tipo automotriz.

Para la conexión de cañerías de agua que ingresen al intercambiador se utilizo mangueras para alta presión con recubrimiento de malla de acero en su interior de manguera lo que ayuda a mantener la confiabilidad en cuanto a seguridad del sistema instalado se refiere.

Otro factor importante fue la colocación de una luz testigo en caso de existir variación en el nivel de agua de refrigerante, es decir al momento en que exista una fuga de fluido de agua refrigerante sea esta del intercambiador o en cualquier sitio de circuito de refrigeración del vehículo esta luz se encenderá lo cual nos percatará la existencia de alguna falla en el sistema de refrigeración o a su vez en el intercambiador instalado. Siendo muy importante esta luz testigo ya que si en algún momento dado llegara a fallar el intercambiador el agua refrigerante se mezclaría con el aceite lo que podría ocasionar daños en el interior del motor.

Los intercambiadores debieron ser contruidos de cobre ya que este material se puede encontrar sin problemas en el mercado además de que este es uno de los más conocidos por artesanos constructores de intercambiadores en nuestro medio. Una ventaja de utilizar este tipo de material fue también que se encuentran acoples de conexión del mismo material que pueden ser soldados a los intercambiadores proporcionando mayor fiabilidad a las instalaciones realizadas.

De los intercambiadores contruidos luego de haber realizado los cálculos respectivos con las variaciones de temperatura del agua refrigerante del motor se escogió el modelo de intercambiador de tubos interiores ya que este nos dio el mejor rendimiento en cuanto a conservación de temperatura

del aceite se refiere, por esto este modelo se lo escogió como definitivo para instalarlo en el motor del automóvil.

Luego de enviar una muestra de aceite del motor donde se ha realizado el proyecto encontramos datos satisfactorios para nuestro proyecto ya que en el aceite no existió presencia de humedad, que pueda comprometer las propiedades químicas del aceite afectando el funcionamiento del motor.

El motor mejoró su funcionamiento significativamente en cuanto altos regímenes de funcionamiento de refiere por lo que ahora se puede exigir más de este motor durante mas tiempo de uso, sin comprometer el normal funcionamiento del mismo y brindando mayor seguridad para el conductor al cuidado de su motor.

Se ha comprobado que con el aceite castrol 20w50 el motor funciona óptimamente con el intercambiador instalado, ya que las propiedades químicas del mismo se mantienen intactas luego funcionar el motor con el intercambiador por el periodo normal de uso del aceite.

RECOMENDACIONES

Al construir este proyecto fue necesario mucha creatividad y ingenio, para poder cabida a los intercambiadores dentro de un carter de aceite de un motor tan pequeño sin embargo analizando las posibles alternativas de modelos de intercambiadores se hizo posible construirlo.

Al realizar el diseño del intercambiador se recomienda tener en cuenta el lugar de montaje de las cañerías de acuerdo a la factibilidad que presente el motor para realizar el acoplamiento, en nuestro caso por motivos de espacio hubo la necesidad de modificar la posición de una de las cañerías

del intercambiador al extremo opuesto del carter, así se logro conectar el intercambiador con el sistema de refrigeración del vehículo.

Se recomienda probar la estanqueidad del intercambiador antes de ser instalado en el motor con locuaz tendremos la seguridad de que este no afectará al motor una vez que este se encuentre en pleno funcionamiento.

Los sistemas de medición de temperaturas y presiones así como la instalación de luces testigo es algo sumamente importante que lo recomendamos realizar, ya que con esto podemos monitorear el correcto funcionamiento del motor y del intercambiador que es la pieza modificada instalada en el motor.

Para efectos de exactitud se recomienda utilizar manómetros de temperatura de tipo digital para poder notar la variación de temperaturas de manera exacta en el motor, ya que los rangos de variación de las mismas son muy pequeños para ser diferenciados con manómetros de tipo análogos.

Para el montaje de los carter de aceite se recomienda utilizar silicón en lugar de empaque ya que gracias a sus especificaciones para altas temperaturas este puede sustituir fácil y eficazmente al empaque original con lo cual reduciremos gastos ya que cada desmontaje de carter habría que sustituir un empaque, de hecho se lo hace pero se hace empaques de silicón.

Es recomendable mantener un continuo control del estado del líquido refrigerante como del aceite lubricante para saber si el intercambiador tuvo fugas o existió consumo de los mismos debido al funcionamiento del intercambiador y así poder tener un estricto control del funcionamiento del

mismo, adicionalmente de tener los manómetros y luces testigo de advertencia en caso de existir algún problema en la parte instalada.

INDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| <u>I</u> . ACEITES | 6 |
| 1.1. INTRODUCCION..... | 6 |
| 1.2. TIPOS DE ACEITES | 7 |
| 1.3. CLASIFICACIÓN DEL ACEITE DE MOTOR..... | 10 |
| 1.4. COMPOSICION QUÍMICA DE LOS ACEITES..... | 14 |
| 1.5 ADITIVOS..... | 17 |
| <u>1.6</u> ANTICONGELANTE DE MOTOR | 20 |
| 1.7 INTERCAMBIADORES DE ACEITE | 24 |
| 1.8 ACOPLER DE CONEXIÓN DE INTERCAMBIADORES | 31 |
| 1.9. MANÓMETROS DE PRESION Y TERMÓMETROS DE TEMPERATURA..... | 32 |
| 1.10 TERMOMETROS DE TEMPERATURA DE AGUA | 33 |
| | |
| II. DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS..... | 34 |
| | |
| 2.1 DISEÑO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR | 35 |
| 2.1.1 INTERCAMBIADOR TIPO PANAL | 35 |
| 2.1.2 INTERCAMBIADOR TIPO RADIADOR TUBOS INTERIORES..... | 39 |
| 2.1.3 INTERCAMBIADOR TIPO TUBOS CON ALETAS..... | 45 |
| 2.2 SELECCIÓN DE ELEMENTOS..... | 52 |
| | |
| III. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LOS SISTEMAS..... | 54 |
| | |
| 3.1. ESTUDIO CONSTRUCTIVO DEL MOTOR..... | 54 |
| <u>3.2</u> .CONSTRUCCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR..... | 57 |
| <u>3.3</u> . CONSTRUCCIÓN DE ACOPLER PARA EL INTERCAMBIADOR | 67 |

| | |
|---|----|
| IV. ADAPTACIÓN Y MONTAJE | 70 |
| 4.1 ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA | 70 |
| 4.2 . MONTAJE DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA | 71 |
| 4.2.1.PROCEDIMIENTO PARA INSTALAR LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR..... | 72 |
| V. PRUEBAS A REALIZAR | 76 |
| 5.1. NORMAS DE SEGURIDAD | 76 |
| 5.1.1 SISTEMA DE SEGURIDAD | 76 |
| 5.2 COMPARAR LAS TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO ANTES DE LA COLOCACIÓN DEL INTERCAMBIADOR Y POSTERIOR A LA INSTALACIÓN DEL MISMO..... | 77 |
| 5.3 LABORATORIO DE PRUEBAS 1..... | 81 |
| CONCLUSIONES..... | 85 |
| RECOMENDACIONES | 88 |

ANEXOS

Castrol



GTX

Descripción

Castrol GTX es un aceite multigrado de calidad superior diseñado para exceder las exigencias de los fabricantes de vehículos de pasajeros y camiones ligeros para la protección de los motores de gasolina y turbocargados donde se recomiende API SJ o SH

Castrol GTX 10W30 está formulado con bases de primera calidad y una tecnología patentada de aditivos que proveen una mejor protección contra la volatilidad que todos los demás aceites. Castrol GTX 10W30 es el único aceite convencional en el mercado que provee este tipo de protección.

Adicionalmente, GTX con su excepcional estabilidad al corte sobrepasa las demandas americanas de protección contra la pérdida de viscosidad. Los aditivos antioxidantes, detergentes y dispersantes protegen contra la degradación térmica.

¿Cómo Castrol GTX provee máxima protección contra la pérdida de viscosidad y la degradación térmica?

El problema – Pérdida de Viscosidad

Las condiciones extremas de los motores modernos pueden rápidamente causar la pérdida de viscosidad de los aceites. Altos esfuerzos cortantes pueden comprimir las moléculas lubricantes o incluso pueden llegar a romperlas. Estas moléculas “dañadas” no proveen la protección necesaria al motor.

Castrol

La solución - Máxima protección contra la pérdida de viscosidad

Castrol mezcla las más finas bases lubricantes con mejoradores de viscosidad altamente estables al corte. Como resultado, Castrol GTX excede las demandas americanas de estabilidad al corte por protección contra la pérdida de viscosidad.

El problema – Rompimiento Térmico

Aún bajo condiciones normales de manejo, las temperaturas del motor pueden exceder los 400°F (600°F para los turbos). La exposición a estas temperaturas puede causar la formación de lodos, barnices y otros agentes corrosivos. Esto puede generar la formación de depósitos en los pistones, pegamiento de los anillos, incremento en el consumo de aceite, pérdida de potencia y finalmente el costoso desgaste del motor.

La solución – Máxima protección contra el rompimiento térmico

Castrol GTX es especialmente formulado con aditivos anti-oxidantes, dispersantes, inhibidores de barnices y detergentes. La acción conjunta de estos aditivos provee la más excepcional estabilidad térmica mientras que controla la formación de depósitos en el motor. Castrol GTX ofrece la mayor protección contra el rompimiento térmico aún bajo las duras e intensas condiciones a las cuales operan los motores modernos.

Castrol

Aplicaciones / Especificaciones

Castrol GTX excede las categorías API SJ y SH.

En todos los grados excede los requerimientos de protección de ILSAC GF-2 y su formulación sobrepasa los test de motores Europeos, los test de desgaste Japoneses y también excede los requerimientos de Ford ESE-M2C153-G y F, GM 6094M, GM 6085M, Chrysler Corporation MS-6395H, Volkswagen 5106, Porsche, Peugeot y Mercedes Benz.

Análisis Típico

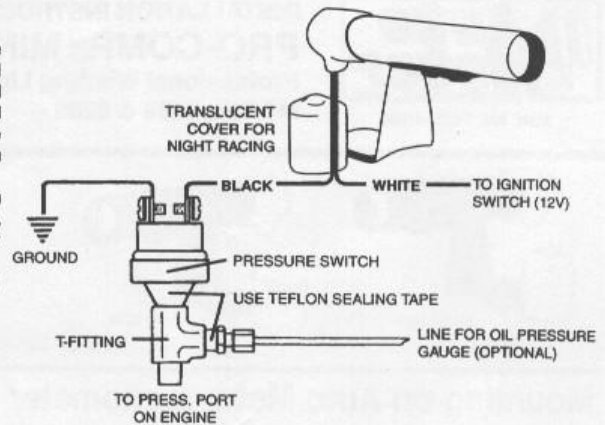
| Característica | 10W30 | 10W40 | 5W30 | 20W50 |
|--|-------|-------|------|-------|
| Gravedad específica (a) 15°C | 0.88 | 0.87 | 0.87 | 0.89 |
| Viscosidad (a) 100 °C, cSt | 11.3 | 13.6 | 10.7 | 17.2 |
| Viscosidad (a) 40 °C, cSt | 80 | 90 | 63 | 153 |
| Índice de viscosidad | 143 | 153 | 160 | 122 |
| Viscosidad CCS (a) -10°C, cP | - | - | - | 4000 |
| Viscosidad CCS (a) -20°C, cP | 3200 | 3100 | - | - |
| Viscosidad CCS (a) -25°C, cP | - | - | 3100 | - |
| High Shear Viscosity, cP (a) 150°C, (CEC L-36-A-90) | 3.1 | 4.0 | 3.0 | 4.6 |
| Punto de fluidez, °C | -30 | -30 | -33 | -24 |
| Punto de inflamación, COC, °C | 213 | 207 | 210 | 227 |
| Punto de ignición, COC, °C | 229 | 221 | 221 | 243 |

Installation for Pressure Pro-Lite

1. Thread the Pressure Switch into the Pressure Port on the engine. A T-Fitting should be used if an oil pressure or fuel pressure gauge is used along with the Pro-Lite. (If an oil pressure or fuel pressure gauge is not being used, disregard the T-Fitting and thread the Switch directly into the Pressure Port on the engine.) Use thread sealing compound on switch threads.
2. Connect one wire from the Pro-Lite to the Ignition Switch (12V). Connect the other wire to either terminal on the Switch, as shown in diagram. Connect ground wire from the other Switch terminal to a good engine ground.

NOTE: Do not connect Pro-Lite to a 12 volt circuit that allows it to remain on while engine is off. Light bulb Cover will melt if Pro-Lite is left on for an extended period of time.

3. Recheck installation. The Pro-Lite will come on when the Ignition Switch is turned on. It will go off as pressure increases.

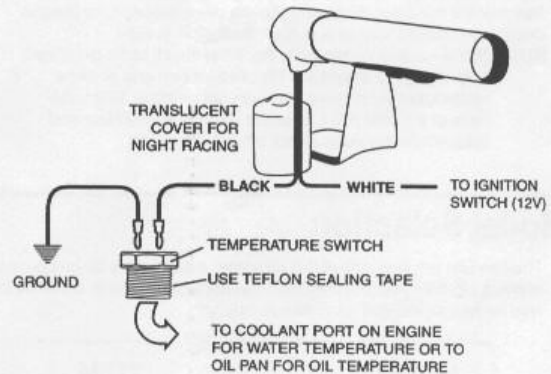


Installation for Temperature Pro-Lite

1. Thread the Temperature Switch into the Coolant Port on the engine for water temperature, or into the Oil Pan for oil temperature. Use thread sealing compound on switch threads.
2. Connect one wire from the Pro-Lite to the Ignition Switch (12V), and the other wire to either terminal on the Switch, as shown in the diagram at right. Connect the ground wire from the other Switch terminal to a good engine ground.

NOTE: Do not connect Pro-Lite to a 12V volt circuit that allows it to remain on while engine is off. Light bulb Cover will melt if Pro-Lite is left on for an extended period of time.

3. Recheck installation. Start the engine and make sure the Temperature Switch does not leak around the threads.



IMPORTANT: Some late model vehicles use electric sensors in their pressure and temperature senders for engine control functions. Before removing the original sender, we recommend that you contact your automotive dealer to be sure no critical functions will be disrupted.

SERVICE

For service send your product to Auto Meter in a well packed shipping carton. Please include a note explaining what the problem is along with your phone number. Please specify when you need the product back. If you need it back immediately mark the outside of the box "RUSH REPAIR," and Auto Meter will service product within two days after receiving it. (\$10.00 charge will be added to the cost of "RUSH REPAIR.") If you are sending product back for Warranty adjustment, you must include a copy (or original) of your sales receipt from the place of purchase.

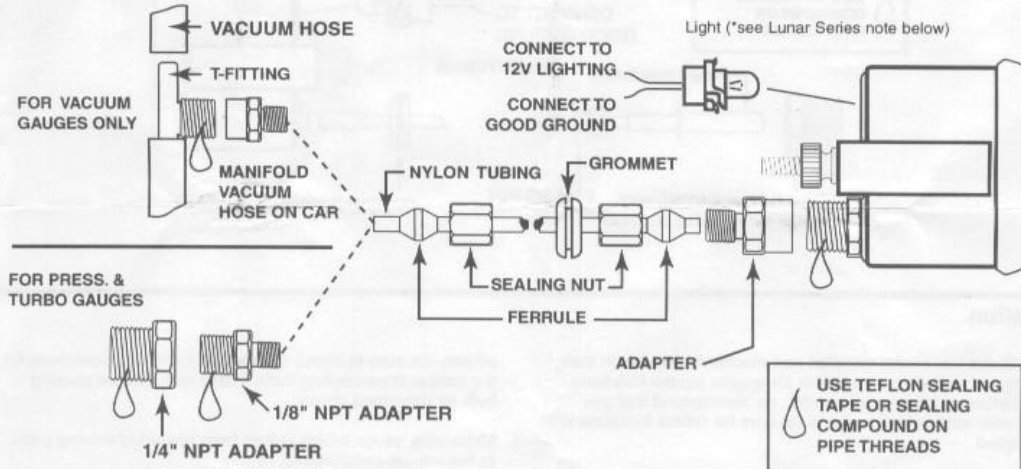
12 MONTH LIMITED WARRANTY

Auto Meter Products, Inc. warrants to the consumer that all Auto Meter High Performance products will be free from defects in material and workmanship for a period of twelve (12) months from date of the original purchase. Products that fail within this 12 month warranty period will be repaired or replaced at Auto Meter's option to the consumer, when it is determined by Auto Meter Products, Inc. that the product failed due to defects in material or workmanship. This warranty is limited to the repair or replacement of parts in the Auto Meter instruments. In no event shall this warranty exceed the original purchase price of the Auto Meter instruments nor shall Auto Meter Products, Inc. be responsible for special, incidental or consequential damages or costs incurred due to the failure of this product. Warranty claims to Auto Meter must be transportation prepaid and accompanied with dated proof of purchase. This warranty applies only to the original purchaser of product and is non-transferable. All implied warranties shall be limited in duration to the said 12 month warranty period. Breaking the instrument seal, improper use or installation, accident, water damage, abuse, unauthorized repairs or alterations voids this warranty. Auto Meter Products, Inc. disclaims any liability for consequential damages due to breach of any written or implied warranty on all products manufactured by Auto Meter.

FOR SERVICE SEND TO: AUTO METER PRODUCTS, INC. 413 W. Elm St., Sycamore, IL 60178 USA (815) 895-8141



Mounting



***NOTE ON LUNAR SERIES MODELS:** Lunar Series has no external light. Connect wires as shown in illustration. For maximum electro-luminescent life, Do Not wire lighting to direct 12 volt source. The lighting power source should be routed through OEM dash control, or a separate rheostat. This will allow you to control the light intensity. Also, the white wire **MUST** be connected to power and the black wire to a good ground. Damage to electronic circuit could occur if connected incorrectly.

Installation

NOTE: Some late model vehicles use electronic sensors in their pressure and temperature senders for engine control functions. Before removing the original sender, we recommend that you contact your automotive dealer to be sure no critical functions will be disrupted. With pressure gauges, it is beneficial to add a T-fitting to install your new gauge and to keep the warning light operational. This allows you to monitor the pressure and still have a warning light to indicate emergency conditions.

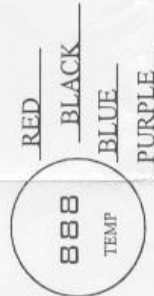
1. Gauges may be mounted in 2 1/16" dia. in-dash holes, or in Auto Meter custom mounted panels. Secure gauge with mounting clamps supplied.
2. Drill 3/8" dia. holes and install rubber grommets where pressure or vacuum line passes through sheet metal, such as firewall.
3. Attach nylon pressure line to fitting on back of gauge using adapter, ferrule, and compression nut as shown in diagram above. Route line through grommets to engine compartment. Connect line to pressure port on engine by using 1/8" adapter (1/4" if needed), ferrule and compression nut for turbo and pressure gauges or 1/8" adapter and T-fitting for vacuum gauge.
4. Make sure line is free from hazard of moving parts or hot engine components. It is recommended that Auto Meter 3224 or 3225 copper tubing kits be used where a potential hazard exists.
5. Start engine and thoroughly check installation for leaks.
6. Twist in light socket assembly and connect one wire to dash lighting circuit or other 12V power source and the other wire to a good ground.

DIGITAL WATER TEMP GAUGE PART NUMBER SUM-2984

CONNECT THE BLACK WIRE TO A GOOD CHASSIS GROUND.
THERE MUST BE A GOOD GROUND BETWEEN THE GAUGE AND THE TEMPERATURE SENDING UNIT.
CONNECT THE RED WIRE TO A FUSE ACCESSORY OR THE IGNITION SWITCH CIRCUIT.
CONNECT THE BLUE WIRE TO THE TEMPERATURE SENDING UNIT.
FOR TRANSMISSION TEMPERATURE YOU WILL NEED TO MOUNT THE TEMP SENDER IN PLACE OF THE DRAIN PLUG
IN THE TRANSMISSION PAN OR YOU WILL NEED TO PURCHASE A T FITTING AND SPLICE THE SENDER AND T FITTING
INTO THE TRANSMISSION COOLING LINE THAT GOES TO THE RADIATOR NOT THE RETURN LINE.

THE PURPLE/DIMMER WIRE WILL CUT THE BRIGHTNESS BY 50% WHEN THE WIRE RECEIVES +12VOLTS. IF THIS WIRE IS
CONNECTED TO THE HEADLIGHTS, THIS WILL SERVE AS THE DIMMER. THIS FEATURE WAS ADDED SO THE GAUGES
WILL NOT BE DISTRACTING AT NIGHT, IF YOU DO NOT WANT THIS FEATURE, THEN YOU SHOULD CONNECT THE
PURPLE WIRE TO GROUND FOR MAX BRIGHTNESS.
(DO NOT USE TEFLON TAPE ON THE SENDING UNIT. BECAUSE THE SENDING UNIT HOUSING NEEDS TO BE GROUND TO OPERATE PROPERLY.)

- RED --- +12 VOLTS
 - BLACK --- GROUND
 - BLUE --- TO TEMP SENSOR
 - PURPLE --- DIMMER/+12 VOLTS TO DIM
- Connect to headlights to activate



ANEXO B1

TABLA A.9
Propiedades del agua (líquido saturado)*.

Nota: $Gr_x Pr = \left(\frac{g\beta\rho^2 c_p}{\mu k} \right) x^3 \Delta T$

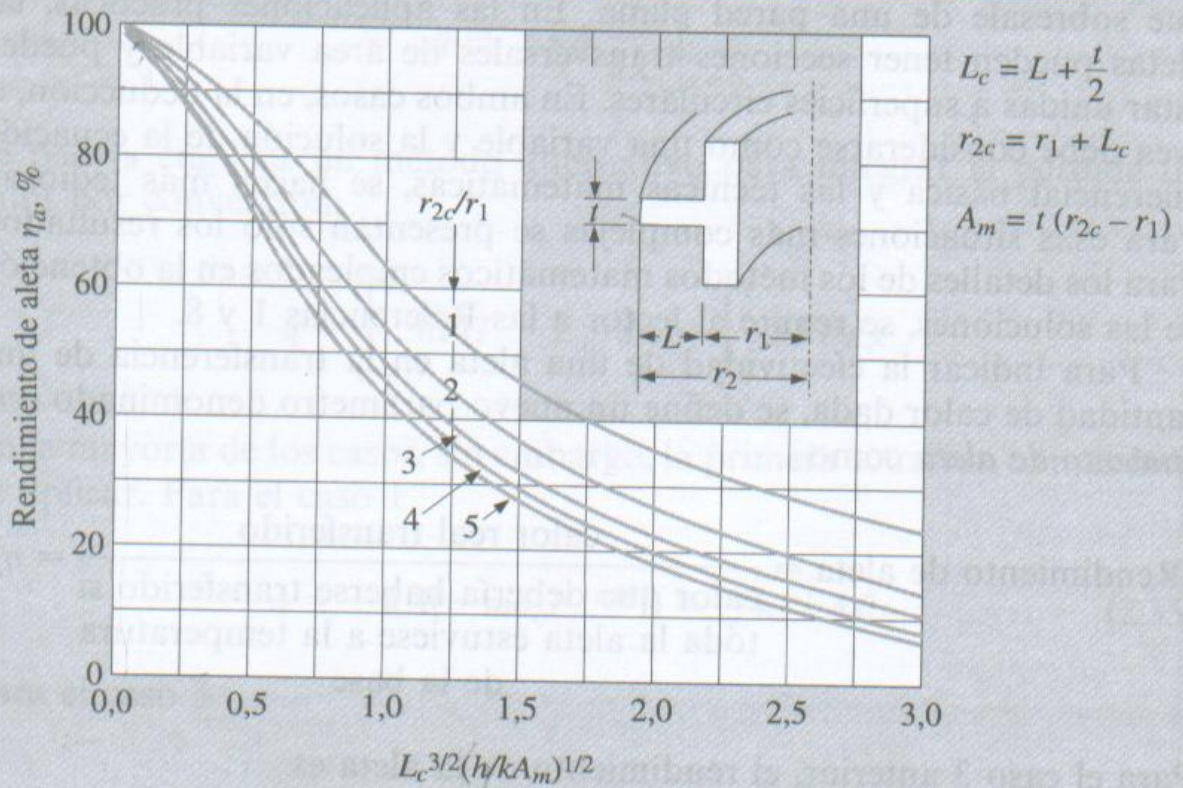
| $^{\circ}F$ | $^{\circ}C$ | c_p , kJ/kg \cdot $^{\circ}C$ | ρ , kg/m ³ | μ , kg/m \cdot s | k , W/m \cdot $^{\circ}C$ | Pr | $\frac{g\beta\rho^2 c_p}{\mu k}$, 1/m ³ \cdot $^{\circ}C$ |
|-------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------|-------|---|
| 32 | 0 | 4.225 | 999.8 | 1.79×10^{-3} | 0.566 | 13.25 | 1.91×10^9 |
| 40 | 4.44 | 4.208 | 999.8 | 1.55 | 0.575 | 11.35 | 6.34×10^9 |
| 50 | 10 | 4.195 | 999.2 | 1.31 | 0.585 | 9.40 | 1.08×10^{10} |
| 60 | 15.56 | 4.186 | 998.6 | 1.12 | 0.595 | 7.88 | 1.46×10^{10} |
| 70 | 21.11 | 4.179 | 997.4 | 9.8×10^{-4} | 0.604 | 6.78 | 1.91×10^{10} |
| 80 | 26.67 | 4.179 | 995.8 | 8.6 | 0.614 | 5.85 | 2.48×10^{10} |
| 90 | 32.22 | 4.174 | 994.9 | 7.65 | 0.623 | 5.12 | 3.3×10^{10} |
| 100 | 37.78 | 4.174 | 993.0 | 6.82 | 0.630 | 4.53 | 4.19×10^{10} |
| 110 | 43.33 | 4.174 | 990.6 | 6.16 | 0.637 | 4.04 | 5.66×10^{10} |
| 120 | 48.89 | 4.174 | 988.8 | 5.62 | 0.644 | 3.64 | 7.62×10^{10} |
| 130 | 54.44 | 4.179 | 985.7 | 5.13 | 0.649 | 3.30 | 8.84×10^{10} |
| 140 | 60 | 4.179 | 983.3 | 4.71 | 0.654 | 3.01 | 9.85×10^{10} |
| 150 | 65.55 | 4.183 | 980.3 | 4.3 | 0.659 | 2.73 | 1.09×10^{11} |
| 160 | 71.11 | 4.186 | 977.3 | 4.01 | 0.665 | 2.53 | |
| 170 | 76.67 | 4.191 | 973.7 | 3.72 | 0.668 | 2.33 | |
| 180 | 82.22 | 4.195 | 970.2 | 3.47 | 0.673 | 2.16 | |
| 190 | 87.78 | 4.199 | 966.7 | 3.27 | 0.675 | 2.03 | |
| 200 | 93.33 | 4.204 | 963.2 | 3.06 | 0.678 | 1.90 | |
| 220 | 104.4 | 4.216 | 955.1 | 2.67 | 0.684 | 1.66 | |
| 240 | 115.6 | 4.229 | 946.7 | 2.44 | 0.685 | 1.51 | |
| 260 | 126.7 | 4.250 | 937.2 | 2.19 | 0.685 | 1.36 | |
| 280 | 137.8 | 4.271 | 928.1 | 1.98 | 0.685 | 1.24 | |
| 300 | 148.9 | 4.296 | 918.0 | 1.86 | 0.684 | 1.17 | |
| 350 | 176.7 | 4.371 | 890.4 | 1.57 | 0.677 | 1.02 | |
| 400 | 204.4 | 4.467 | 859.4 | 1.36 | 0.665 | 1.00 | |
| 450 | 232.2 | 4.585 | 825.7 | 1.20 | 0.646 | 0.85 | |
| 500 | 260 | 4.731 | 785.2 | 1.07 | 0.616 | 0.83 | |
| 550 | 287.7 | 5.024 | 735.5 | 9.51×10^{-5} | | | |
| 600 | 315.6 | 5.703 | 678.7 | 8.68 | | | |

* Adaptado al SI de A. I. Brown y S. M. Marco: *Introduction to Heat Transfer*, 3^a ed., McGraw-Hill Book Company, Nueva York, 1958.

ANEXO B5

FIGURA 2.12

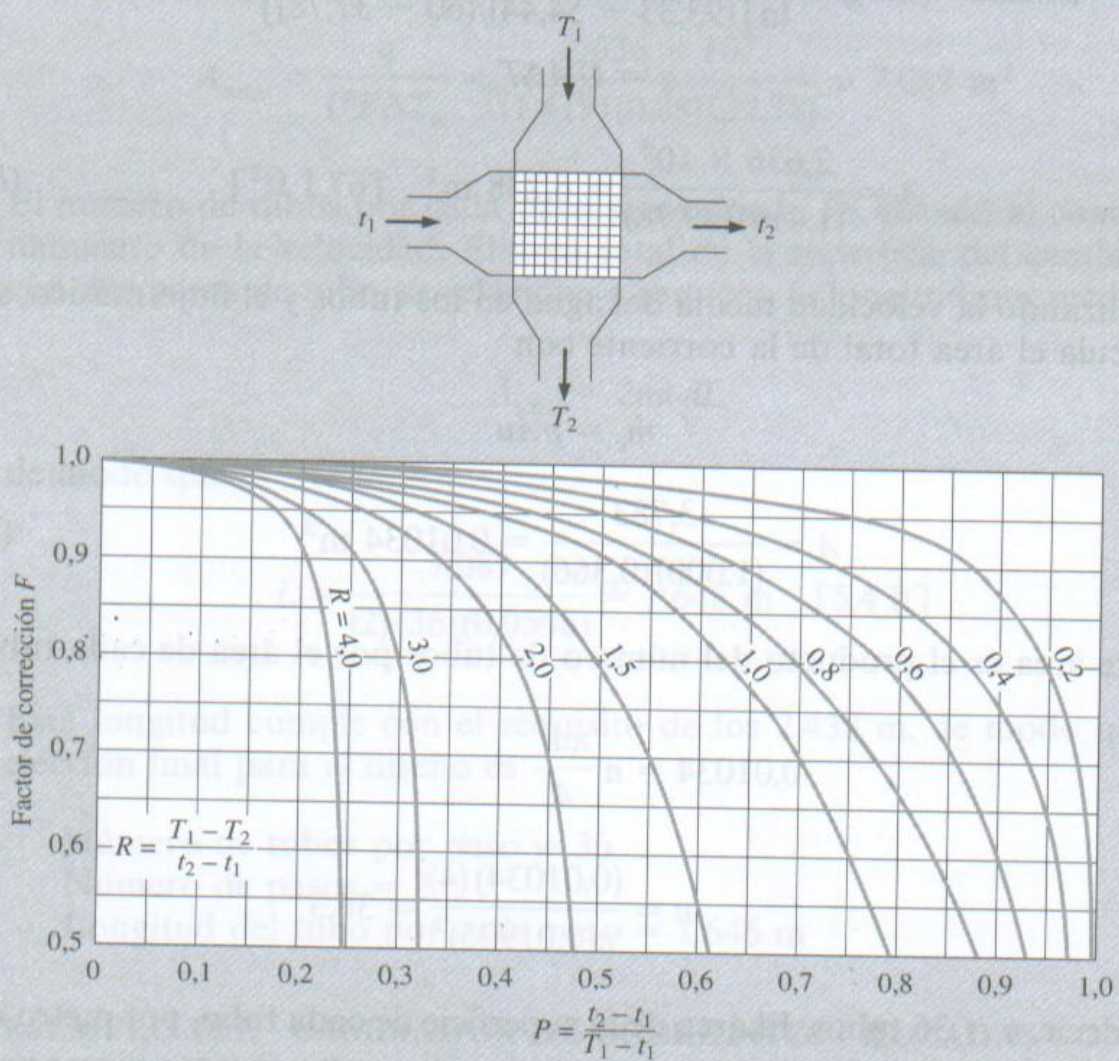
Rendimientos de aletas anulares de perfil rectangular, de acuerdo con la Referencia 3.



ANEXO B4

FIGURA 10.10

Representación gráfica del factor de corrección de un cambiador de corrientes cruzadas de paso único, con ambos fluidos sin mezclar.



ANEXO B2

TABLA 10.1

Valores aproximados de los coeficientes globales de transferencia de calor.

| Situación real | U | |
|--|------------------------------|-----------------------|
| | Btu/h · ft ² · °F | W/m ² · °C |
| Pared exterior de ladrillo, yeso en el interior, sin aislar | 0,45 | 2,55 |
| Pared exterior estructural, yeso en el interior, sin aislar | 0,25 | 1,42 |
| Con aislamiento de lana de roca | 0,07 | 0,4 |
| Ventana de vidrio plano | 1,10 | 6,2 |
| Ventanas de doble vidrio plano | 0,40 | 2,3 |
| Condensador de vapor de agua | 200-1.000 | 1.100-5.600 |
| Calentador del agua de alimentación | 200-1.500 | 1.100-8.500 |
| Condensador de Freón-12 refrigerado con agua | 50-150 | 280-850 |
| Cambiador de calor agua-agua | 150-300 | 850-1.700 |
| Cambiador de calor de tubo con aletas, agua en los tubos, aire transversalmente a los tubos | 5-10 | 25-55 |
| Cambiador de calor agua-aceite | 20-60 | 110-350 |
| Vapor de agua-fuel oil ligero | 30-60 | 170-340 |
| Vapor de agua-fuel oil pesado | 10-30 | 56-170 |
| Vapor de agua-queroseno o gasolina | 50-200 | 280-1.140 |
| Cambiador de calor de tubo con aletas, vapor de agua en los tubos, aire alrededor de los tubos | 5-50 | 28-280 |
| Condensador de amoníaco, agua en los tubos | 150-250 | 850-1.400 |
| Condensador de alcohol, agua en los tubos | 45-120 | 255-680 |
| Cambiador de calor gas-gas | 2-8 | 10-40 |

ANEXO B3

TABLA A.4
Propiedades de los líquidos saturados*. (Continuación.)

| T, °C | ρ , kg/m ³ | c_p , kJ/kg·°C | ν , m ² /s | k, W/m·°C | α , m ² /s | Pr | β , K ⁻¹ |
|----------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------|-----------|------------------------------|--------|---------------------------|
| Aceite de motor (sin usar) | | | | | | | |
| 0 | 899,12 | 1,796 | 0,00428 | 0,147 | $0,911 \times 10^{-7}$ | 47,100 | $0,70 \times 10^{-3}$ |
| 20 | 888,23 | 1,880 | 0,00090 | 0,145 | 0,872 | 10,400 | |
| 40 | 876,05 | 1,964 | 0,00024 | 0,144 | 0,834 | 2,870 | |
| 60 | 864,04 | 2,047 | $0,839 \times 10^{-4}$ | 0,140 | 0,800 | 1,050 | |
| 80 | 852,02 | 2,131 | 0,375 | 0,138 | 0,769 | 490 | |
| 100 | 840,01 | 2,219 | 0,203 | 0,137 | 0,738 | 276 | |
| 120 | 828,96 | 2,307 | 0,124 | 0,135 | 0,710 | 175 | |
| 140 | 816,94 | 2,395 | 0,080 | 0,133 | 0,686 | 116 | |
| 160 | 805,89 | 2,483 | 0,056 | 0,132 | 0,663 | 84 | |
| Mercurio, Hg | | | | | | | |
| 0 | 13,628,22 | 0,1403 | $0,124 \times 10^{-6}$ | 8,20 | $42,99 \times 10^{-7}$ | 0,0288 | $1,82 \times 10^{-4}$ |
| 20 | 12,579,04 | 0,1394 | 0,114 | 8,69 | 46,06 | 0,0249 | |
| 50 | 13,505,84 | 0,1386 | 0,104 | 9,40 | 50,22 | 0,0207 | |
| 100 | 13,384,58 | 0,1373 | 0,0928 | 10,51 | 57,16 | 0,0162 | |
| 150 | 13,264,28 | 0,1365 | 0,0853 | 11,49 | 63,54 | 0,0134 | |
| 200 | 13,144,94 | 0,1570 | 0,0802 | 12,34 | 69,08 | 0,0116 | |
| 250 | 13,025,60 | 0,1357 | 0,0765 | 13,07 | 74,06 | 0,0103 | |
| 315,5 | 12,847 | 0,134 | 0,0673 | 14,02 | 81,5 | 0,0083 | |

* Adaptado al SI de E. R. G. Eckert y R. M. Drake: *Heat and Mass Transfer*, 2.ª ed., McGraw-Hill Book Company, Nueva York, 1959.