

1.- OBJETO

El objeto de esta especificación es la definición de los ensayos de potencia de refrigeración que deben cumplir los sistemas de evacuación de calor del motor mediante agua en los autobuses de T.B.

2.- ALCANCE

El alcance de esta especificación es el circuito de refrigeración de los motores refrigerados con agua en los vehículos de nueva adquisición o ya en servicio, previo pacto expreso.

3.- MÉTODO DE PRUEBA

La prueba constará de dos ensayos, siendo preceptivo su cumplimiento para superar la prueba satisfactoriamente (siempre que no se determinen otras consideraciones). Dichos ensayos serán:

Ensayo de la constante de refrigeración en circuito de simulación de línea (FK).

Ensayo de la constante de refrigeración a potencia máxima y par máximo de motor (KK).

El vehículo se podrá probar en un túnel de viento con condiciones ambientales constantes y frenado dinamométricamente sobre rodillos, o sobre la calzada en una pista de pruebas y frenado mediante un remolque dinamométrico.

4.- CONDICIONES DE LA PRUEBA

Las condiciones descritas a continuación serán válidas para los dos ensayos a realizar sobre el autobús.

4.1.- CONDICIONES SOBRE EL VEHÍCULO

- **Llenado del circuito de refrigeración:** Todas las válvulas accionables del circuito de refrigeración y las instaladas en el circuito de calefacción que dependan del motor estarán abiertas. Se controlará el caudal de llenado del líquido refrigerante, considerándose la operación de llenado concluida cuando el líquido rebose por la boca de llenado. El nivel de llenado óptimo de la prueba lo determinará el fabricante del vehículo.
- **Purga del aire del circuito de refrigeración:** Se realizará de acuerdo a las instrucciones dadas por el fabricante del vehículo. Se considerará en circuito purgado cuando no se registren burbujas de aire tras sucesivos ciclos ralenti y aceleración. Dichos ciclos deberán ser acordados con el fabricante del vehículo.

- **Funcionamiento de la bomba de agua:** Deberá realizarse la verificación del funcionamiento de la bomba de agua, de acuerdo a las instrucciones dadas por el fabricante del vehículo.
- **Carga del vehículo:** El vehículo en prueba irá cargado con el peso máximo autorizado (M.M.A.) y la carga estará repartida uniformemente de forma que esta no sobrepase el peso máximo permitido sobre cada eje. En caso de realizarse la prueba en un túnel de viento la carga sobre el eje motriz garantizará la transmisión de potencia al rodillo del freno. En caso de prueba en pista, el arrastre del remolque dinamométrico se realizará de manera que se garanticen las condiciones de velocidad y revoluciones del motor previstas.
- **Régimen de revoluciones del motor con cambio automático:** El vehículo se llevará en una relación 1:1 alcanzando este el régimen necesario para poder superar a plena carga la pendiente requerida. Todas las mediciones se realizarán con el convertidor del cambio automático cerrado, es decir, conectado. Se asegurará la condición de que no existen patinamientos en el cambio automático cuando las revoluciones del motor coincidan con las de la salida de la caja de cambio.
- **Estado del termostato:** Los termostatos del vehículo estarán bloqueados de forma que queden completamente abiertos.
- **Condiciones del refrigerante:** Para radiadores de aleación no ferrosa (cobre o latón), se empleará como refrigerante agua pura sin aditivos, previa limpieza del circuito de refrigeración para eliminar posibles restos de suciedad y de anticongelante. Para radiadores de aluminio, se realizarán las mediciones con agua pura, y además con una mezcla de anticongelante al 50% (a acordar con el constructor), en este caso se tolerarán desviaciones < del 7% en relación al refrigerante de agua pura.
- **Temperatura del refrigerante:** El agua del circuito refrigerante estará a la temperatura de funcionamiento normal del vehículo.
- **Ventilador del sistema de refrigeración:** El ventilador del sistema de refrigeración estará bloqueado de forma que se garantice en todo momento el máximo caudal de aire a través del radiador.
- **Circuito de calefacción:** El circuito de calefacción dependiente del motor estará cerrado durante la prueba de forma que no interfiera en los resultados.
- **Sistema de aire acondicionado:** Este funcionará con las máximas prestaciones posibles en caso de que la temperatura ambiente supere o iguale los 30°C. En caso de una temperatura ambiente inferior, el equipo permanecerá apagado para evitar una excesiva frecuencia de arranques y paradas del compresor.

Para temperaturas inferiores a los 30°C en los que el equipo de aire acondicionado permanece apagado se aplicará un factor correctivo de 3 °K que se restará al valor final experimental para corregir el influjo que tiene el aire acondicionado en la refrigeración del autobús.
- **Componentes externos que influyen en las prestaciones de la refrigeración:** Todos los componentes que influyen en las prestaciones de la refrigeración como pueden ser a modo de ejemplo, parachoques, encapsulados, así como los equipos

auxiliares del autobús deben estar montados en el vehículo para poder equiparar las condiciones de la prueba a las reales del servicio que va a realizar.

4.2.- CONDICIONES AMBIENTALES

Se deberán cumplir las siguientes condiciones ambientales:

- **Temperatura ambiente (°C):** la temperatura ambiente de la prueba deberá ser superior a 15 °C, y en cualquier caso, nunca inferior a 5 °C.
- **Cota sobre el nivel del mar:** La prueba se realizará a una altura máxima de 250 metros sobre el nivel del mar, en caso de estar a mayor altura se incrementará 1K a la temperatura final de la prueba por cada 300 metros por encima de la altura máxima.
- **Velocidad del viento:** La velocidad del viento será como máximo de 10Km/h.
- **Condiciones de la calzada:** La calzada estará completamente seca.
- **Precipitaciones atmosféricas:** La prueba no se realizará en presencia de lluvia.

5.- PUNTOS DE MEDICIÓN

Las condiciones descritas a continuación serán válidas para las dos pruebas a realizar sobre el autobús.

Los puntos de medida para realizar la prueba serán tomados en los siguientes puntos.

- Temperatura del refrigerante a la salida del motor y antes de la entrada al radiador $t_{(eo)}$.
- Temperatura del refrigerante a la salida del motor y antes de la entrada al radiador $t_{(eof)}$ medida en las condiciones del ensayo (FK).
- Temperatura del refrigerante a la salida del motor y antes de la entrada al radiador $t_{(eok)}$ medida en las condiciones del ensayo (KK).
- Temperatura del refrigerante a la salida del radiador y antes de la entrada a la bomba de agua $t_{(ro)}$.
- Temperatura ambiente o del túnel de viento tomada sobre el vehículo, por ejemplo sobre el espejo retrovisor derecho $t_{(a)}$.
- Temperatura del aire de refrigeración delante del radiador motor, en caso de existir otro radiador delante como podría ser un intercooler, los sensores se colocaran delante de este último. El número mínimo de sensores será de 4 colocados en las esquinas tal como se indica en el apartado de figuras. El valor de la temperatura del aire de refrigeración será la media aritmética de las obtenidas por los sensores colocados en la superficie del radiador $t_{(fr)}$.
- Temperatura de combustible, medida a la entrada de la bomba de inyección $t_{(fuel)}$.
- Temperatura del aceite del cambio después del intercambiador del aceite del cambio $t_{(gboac)}$.
- Temperatura de ebullición del agua en función de la presión máxima del circuito de refrigeración $t_{(bw)}$.
- Revoluciones del motor $n_{(eng)}$.
- Revoluciones del ventilador $n_{(fan)}$.
- Revoluciones a la salida del cambio automático $n_{(gb)}$.

- Presión del refrigerante después de la bomba de agua $p_{(cfw)}$.
- Presión del refrigerante después de la bomba de agua, antes del termostato $p_{(caw)}$.
- Presión máxima del circuito de refrigeración. Es la presión de tarado de la válvula de sobrepresión del circuito referida a una altura de 500 m $p_{(ov)}$.

En todo caso el fabricante del vehículo podrá aumentar y/o determinar de acuerdo a TMB la posible inclusión o modificación de nuevos puntos de medición.

6.- ENSAYO DE LA CONSTANTE DE REFRIGERACIÓN EN CIRCUITO DE SIMULACIÓN DE LÍNEA URBANA (FK)

La constante de refrigeración en circuito de simulación de línea urbana (**FK**) es la diferencia entre la temperatura máxima del agua de refrigeración en la salida del motor $t_{(eof)}$ y la temperatura exterior del aire $t_{(a)}$ calculada en llano en una línea de servicio regular simulada de forma que no se produzcan paradas del autobús no deseadas.

$$(FK) = t_{(eof)} - t_{(a)}$$

Las unidades de medida serán dadas en grados Kelvin (°K).

6.1.- DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

- El autobús se acelerará a plena carga hasta alcanzar una velocidad de 50 Km/h (véase figura 2 al respecto).
- El autobús se mantendrá mientras este circulando a una velocidad constante una vez alcanzada la velocidad anteriormente señalada (véase figura 2 al respecto).
- El frenado se realizará con una disminución de la velocidad aproximadamente del 20% de desaceleración (véase figura 2 al respecto).
- Duración del estacionamiento en la parada será de aproximadamente 10 segundos (véase figura 2 al respecto).
- La distancia entre paradas será de 400 m (véase figura 2 al respecto).
- Se realizarán 3 paradas por ciclo de ensayo siendo por tanto la longitud del ensayo de 1.200 m (véase figura 2 al respecto).
- Se realizarán como mínimo tres ciclos de ensayo para poder considerar como válida la prueba. Entre los ciclos no deberá haber ningún ciclo distorsionante del ensayo que pueda falsear los resultados (véase figura 2 al respecto).
- El valor final del ciclo será la media de los tres valores que se obtienen en las paradas del ciclo de ensayo.

6.2.- VALORES LÍMITE

La temperatura máxima del motor permitida durante breve tiempo es de 105°C para un autobús con tecnología Diesel Euro III o con tecnología GNC VEM. Para otro tipo de

motores el fabricante dictaminará la temperatura máxima que puede alcanzar este durante breve tiempo sin causar daños al motor o accesorios.

Se restará una temperatura de 5° K por causa de la polución.

La temperatura máxima exterior $t_{(a)}$ referenciada para este ensayo es de 40°C.

Para la aceptación de los equipos de refrigeración del motor en lo relativo a las prestaciones de refrigeración el valor máximo de la constante de refrigeración en circuito de simulación de línea urbana (**FK**) será igual o menor de **55 °K** a modo de ejemplo para un motor con tecnología Diesel Euro III o tecnología GNC-VEM.

7.- ENSAYO DE LA CONSTANTE DE REFRIGERACIÓN A RÉGIMEN CONSTANTE (KK)

La constante de refrigeración a régimen constante (**KK**) es la diferencia entre la temperatura máxima del agua de refrigeración en la salida del motor $t_{(eok)}$, y la temperatura exterior del aire $t_{(a)}$, en el momento que esta diferencia se estabiliza calculada en llano a velocidad constante y de la manera que se describe en el punto 7.1.

$$(KK) = t_{(eok)} - t_{(a)}$$

Las unidades de medida serán dadas en grados Kelvin (°K).

Si lo referimos a la temperatura de ebullición del refrigerante en el circuito de refrigeración dicha expresión se transformará:

$$ATB_{(t(bw))} = t_{(bw)} - T_{(cp)}$$

Siendo el significado de las abreviaturas el siguiente:

ATB_{(t(bw))} : Límite de la temperatura ambiente a la que tiene lugar la ebullición del agua de refrigeración con sobrepresión definida.

t_(bw): Temperatura máxima de ebullición del agua refrigerante en el autobús a prueba.

T_(cp) -(KK): Salto térmico entre la temperatura máxima a la salida del motor y la temperatura exterior del aire.

Las unidades de medida serán dadas en grados centígrados (°C).

7.1.- DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

- El autobús se acelerará a plena carga hasta alcanzar la velocidad que le permita la potencia de su motor y cumplir las especificaciones de la prueba.
- El autobús se mantendrá circulando a velocidad constante y plena carga hasta finalizar la prueba.
- El frenado se realizará de tal forma que el autobús se mantenga a las revoluciones de motor que correspondan al par motor máximo del autobús a prueba.

El autobús se mantendrá circulando sin paradas hasta que el salto térmico entre la temperatura exterior del aire y la temperatura máxima a la salida del motor se estabilice durante cierto tiempo.

7.2.- VALORES LÍMITE

La temperatura máxima del motor permitida durante breve tiempo es de 105°C para un autobús con tecnología Diesel Euro III o con tecnología GNC VEM. Para otro tipo de motores el fabricante dictaminará la temperatura máxima que puede alcanzar este durante breve tiempo sin causar daños al motor o accesorios.

La temperatura máxima exterior $t_{(a)}$ referenciada para este ensayo es de 40°C.

Para la aceptación de los equipos de refrigeración del motor en lo relativo a las prestaciones de refrigeración el valor máximo de la constante de refrigeración en régimen constante (**FK**) será igual o menor de **65 °K** para un motor con tecnología Diesel Euro III o tecnología GNC-VEM.

En caso de emplear la expresión de $ATB_{(t(bw))}$ esta será mayor o igual a **40 °C**, para un motor con tecnología Diesel Euro III o tecnología GNC-VEM.

NORMAS DE CONSULTA

- **IVECO 16-1920 (06.08.2001).** Pruebas funcionales y verificaciones de las prestaciones en los equipos de refrigeración del motor de los vehículos con motor refrigerado por agua. Norma de prueba.
- **MAN NORMA DE ENSAYO 0001 (22.10.03).** Medición de la potencia de refrigeración.

- Actualizaciones ETB:

ETB		ENSAYO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE
ETB 0535		Julio 2005
ETB 03.02	ver. 11.01	Diciembre de 2011
ETB.95	ver. 13.01	Junio de 2013
	ver. 15.01	Junio de 2015

FIGURAS

Figura 1

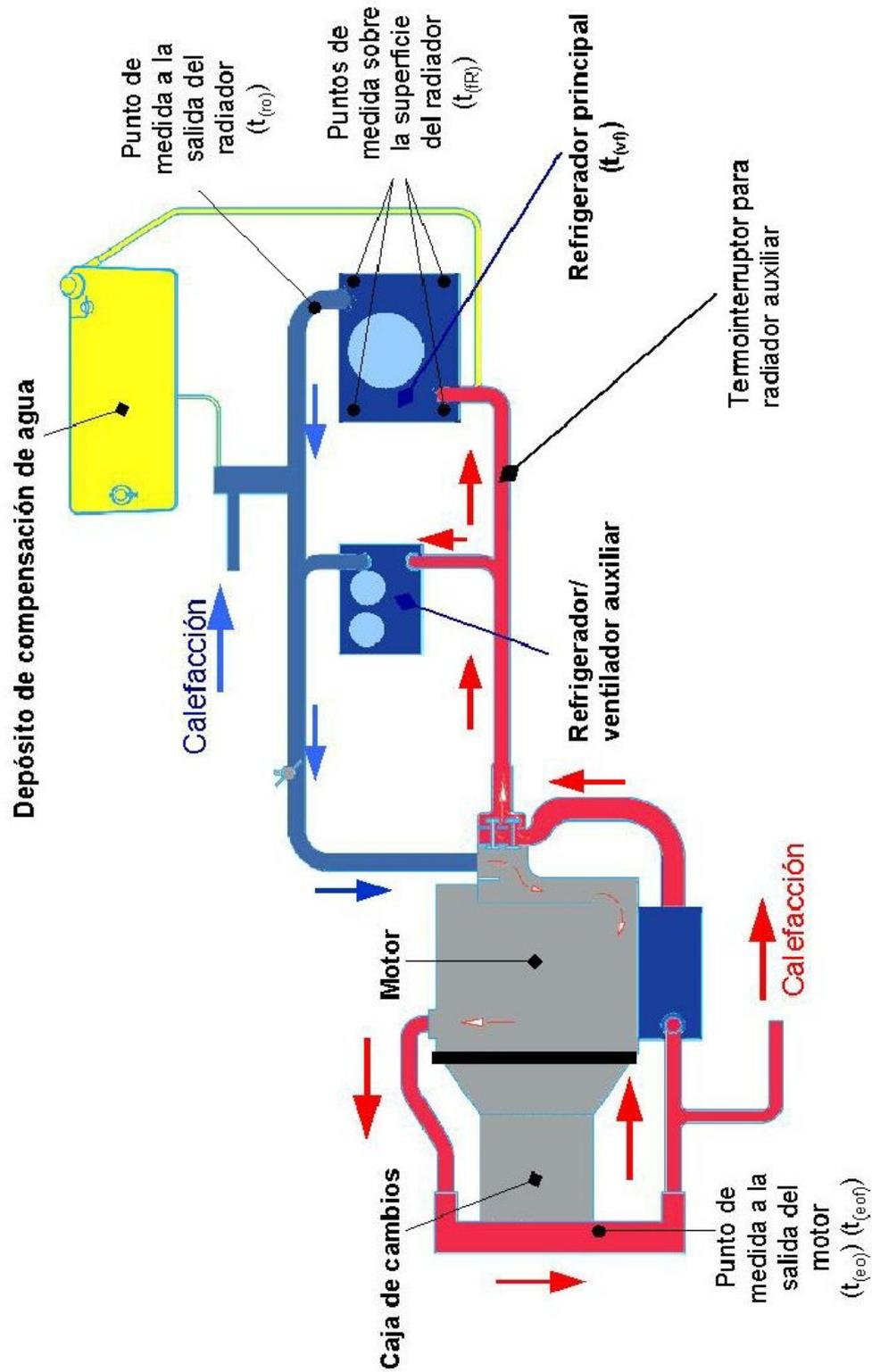


Figura 2

ENSAYO DE LA CONSTANTE DE REFRIGERACION EN UN CIRCUITO DE SIMULACION URBANA (FK)

