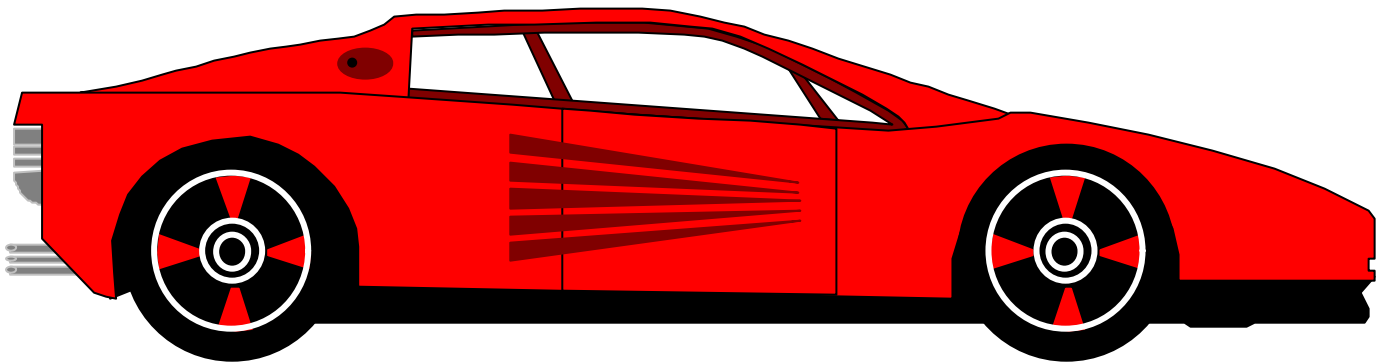


CONTRAPRESIÓN EN EL ESCAPE



Autores: Jose Javier Segura Juárez
Andrés Quirant Cascales
Pablo Fernández Botella

INTRODUCCIÓN

La obligación de que los vehículos de nueva generación incorporen un catalizador de gases en el sistema de escape para una mayor limpieza del medio ambiente ha influido en las características de funcionamiento y por tanto en el rendimiento del motor. Tras numerosos estudios se ha descubierto que los gases de vehículos antiguos que no incorporaban catalizador alcanzaban una contrapresión de 0,2 y 0,3 bares en los escapes peor diseñados hasta 0,5 y 0,6 bares que están alcanzando algunos motores actuales sobrealimentados de par constante. Estas pérdidas por contrapresión en los actuales motores obliga a los fabricantes a montar colectores de gran calidad, capaces de soportar fenómenos de cavitación a alta temperatura.

La misión que tienen asignados los escapes es amortiguar el ruido que produce el motor por las bruscas combustiones de los cilindros.

A parte de amortiguar ruidos, el escape tiene otra misión muy importante como es la de mejorar el llenado del cilindro y permitir un aumento del régimen máximo en función de las contrapresiones.

Dependiendo de la contrapresión en el escape el rendimiento del motor puede verse alterado perdiendo potencia y produciendo más ruido del debido, dando lugar a efectos indeseados como es un aumento excesivo de la temperatura del motor y/o un mayor consumo.

Para hacernos una idea 0,2 bares de contrapresión en el escape supone una pérdida de potencia de un 9,3% llegando a una pérdida del 18,5% al alcanzar los 0,4 bares.

MÉTODO DE ENSAYO

Las medidas se realizarán en un banco de pruebas. Con el acelerador al máximo el banco deberá estar ajustado de manera que se consiga el régimen de giro correspondiente a la máxima potencia del motor. En estas condiciones el banco deberá proporcionar una resistencia igual al par que obtiene el motor a máxima potencia.

Para medir la contrapresión la toma de lectura se colocará con respecto al colector de escape a una distancia de unos 150mm.

¿ESCAPES HOMOLOGADOS?

La misión del sistema de escape es reducir la velocidad de los gases y con ello el ruido producido. Para reducir dicha velocidad se hace pasar a los gases por diferentes cámaras y conductos diseñados para tal fin, amortiguar. Dicho flujo de gases produce una contrapresión (resistencia) al pasar por las diferentes partes del sistema. El correcto diseño del sistema de escape debe encontrar el equilibrio entre ruidos, contrapresión y rendimiento del motor, y tal equilibrio tan sólo se consigue con la homologación.

Cuando existe un erróneo diseño del sistema de escape se producen altas contrapresiones y con ello altas temperaturas. También el nivel de ruidos generados por el motor se ve afectado con un mal diseño, produciendo aumentos indeseados que pueden llegar a producir contaminación acústica.

También el sistema de escape juega un importante papel en el tema de seguridad ya que un tubo mal diseñado produce excesivas contrapresiones y con ello pérdidas de potencia que a la hora de un adelantamiento pueden resultar muy peligrosas. Y todo esto sin mencionar los aumentos de temperatura que obtendríamos en todo el motor y el aumento del consumo de combustible.

Con este comentario hemos querido dejar bien claro lo importante que es montar en vehículos sistemas de escape homologados por seguridad personal y mecánica.

LA PÉRDIDA DE CARGA

-Introducción: Las pérdidas de carga en el movimiento de un fluido o un gas reales se halla en el proceso de transformación irreversible de la energía en calor. Dicha transformación de energía se da como consecuencia de la viscosidad del fluido en movimiento.

Se distinguen dos tipos de pérdidas:

1. Las pérdidas por fricción.
2. Las pérdidas singulares.

-Las pérdidas por fricción son provocadas, como hemos dicho antes, por la viscosidad de los fluidos reales que actúan en dicho sistema asociados a un peculiar fenómeno que aparece cuando el fluido se encuentra en movimiento y aparece un intercambio de la cantidad de movimiento (flujo laminar) o entre diversas partículas (flujo turbulento) de capas cercanas de fluido que se mueven a velocidades diferentes.

-Por otro lado, las pérdidas singulares o accidentales se producen cuando existe perturbación del flujo laminar y formación de torbellinos en lugares donde hay cambios de sección o dirección del flujo, o presencia de obstáculos como la entrada en un tubo taladrado, filtrado a través de cuerpos porosos y codos.

-Coeficiente de la pérdida de carga:

El mundo de los escapes es muy extenso y a la vez teórico, y la mayoría de las veces no se corresponde con la realidad. Las relaciones empleadas para el cálculo de un coeficiente K , al cual llamamos coeficiente de pérdida de carga, es el principal parámetro a considerar y sobre el que giran la mayoría de los cálculos realizados. Los coeficientes como es K se elaboran tras un riguroso ensayo en bancos de pruebas con tubos de escape acoplados a motores para simular en lo posible el funcionamiento real del vehículo.

El valor numérico K depende de la presión dinámica adoptada en el cálculo y por lo tanto, de la sección correspondiente. De este coeficiente de pérdida de carga en cuestión, se puede obtener el de otra sección.

Como es de suponer los análisis más simples de pérdida de carga se dan en conducciones rectas.

El coeficiente de pérdida de carga por fricción de todo el elemento calculado está expresado a partir del coeficiente de pérdida de carga por fricción de la unidad de longitud relativa del tramo.

Los coeficientes de pérdida de carga para un valor constante dependen también de otros parámetros como son: el número de Reynolds y la rugosidad de la pared del conducto.

-Magnitudes características del fluido incompresible.

Medir pérdidas de presión real en sistema de escape es todo un reto ya que no es fácil simular las verdaderas condiciones de funcionamiento del motor, igual que sucede con el posterior análisis teórico de los resultados obtenidos.

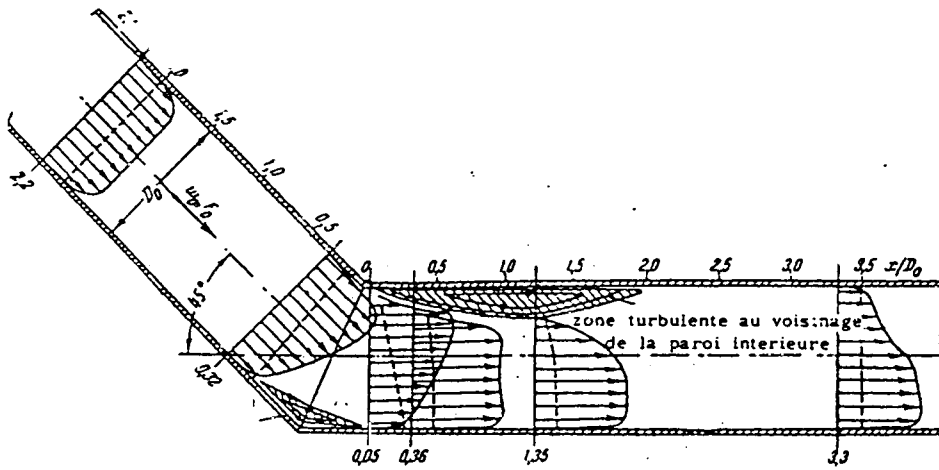
En el análisis se debe distinguir dos casos; el caso del fluido compresible y el del incompresible y esta distinción se realizará teniendo en cuenta las variaciones posibles de la densidad del fluido. Si la densidad permanece constante se puede considerar al fluido como incompresible, por supuesto en el caso contrario se considerará compresible.

En este caso se tratará con aire quemado, considerando al flujo como incompresible. Esta consideración facilita mucho los cálculos y el posterior análisis.

-Codos:

En conducciones y canales curvos, por la causa del cambio de dirección del flujo, aparecen fuerzas centrífugas dirigidas desde el centro de la curvatura hacia la pared exterior. En este caso tenemos un aumento de la presión alrededor de la pared exterior y una disminución en la pared interior, cuando el flujo pasa de la conducción rectilínea a la parte acodada. La velocidad del flujo se hace mucho más débil hacia la pared interior y más fuerte hacia la exterior.

Cuando un flujo pasa por un codo, ya sea en régimen laminar o turbulento, aparece en la curva un fenómeno conocido como "flujo secundario". Este es un movimiento de rotación perpendicular al eje del conducto, que se superpone al movimiento principal en la misma dirección del eje. La resistencia causada por la fricción de las paredes y la acción de la fuerza centrífuga combinadas producen la rotación, dando a las líneas de corriente una forma helicoidal.



-Perdidas de carga en silenciadores:

La pérdida de presión que se produce en un silenciador, se puede asociar a:

- Rozamiento en las paredes, que depende de la rugosidad de la superficie interior, diámetro interior, de la velocidad y de la viscosidad del fluido en cuestión.
- Cambios de dirección del flujo.
- Restricciones en el paso del flujo.

Cada uno de los mecanismos mencionados de disipación de la energía que pueden contener los silenciadores pueden encontrarse en distintas singularidades que generalmente componen un silenciador.

En la figura 1 podemos ver un ensanchamiento brusco del conducto por el que circula

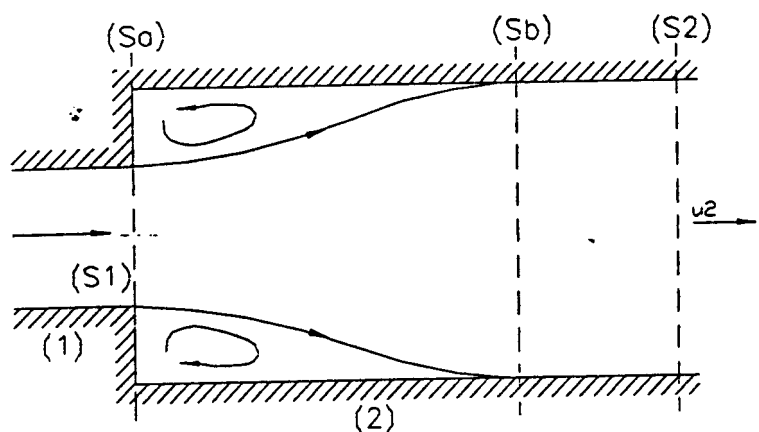


Fig. 2.6. Ensanchamiento brusco.

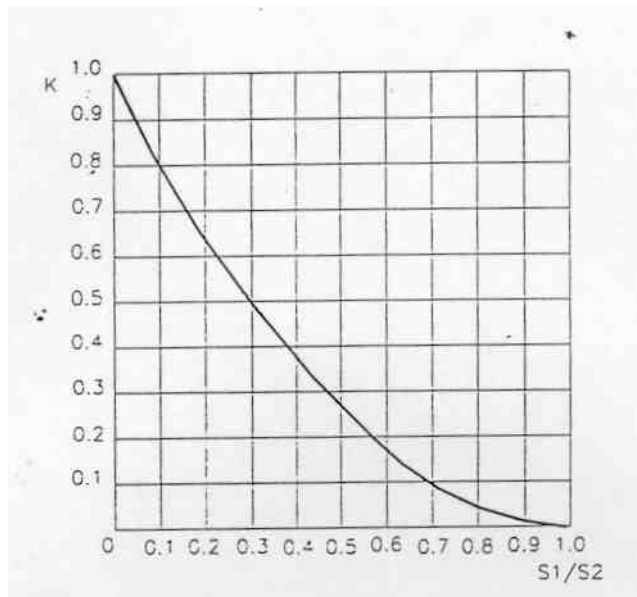
el flujo.

Si tomamos un conductor que tiene una sección determinada y desemboca en un conducto con una mayor sección, como consecuencia de ensanchamiento brusco de sección se genera una zona de turbulencia entre las secciones primera y segunda que se conoce con el

nombre de “separación de flujo”. La aparición de esta zona en la que se produce turbulencia se debe a la redistribución de energía en el flujo, necesaria para que se pueda producir un reataque de fluidos a las paredes de la sección.

El efecto de la formación de la zona de turbulencia en un ensanchamiento brusco de sección tiene como consecuencia la disipación de energía. Esta pérdida de energía por turbulencia, junto con las pérdidas originadas en el reataque constituyen la pérdida asociada de energía a un ensanchamiento brusco de sección.

La figura siguiente representa el coeficiente K en función de la relación de las secciones primaria y secundaria entre las áreas de secciones rectas.

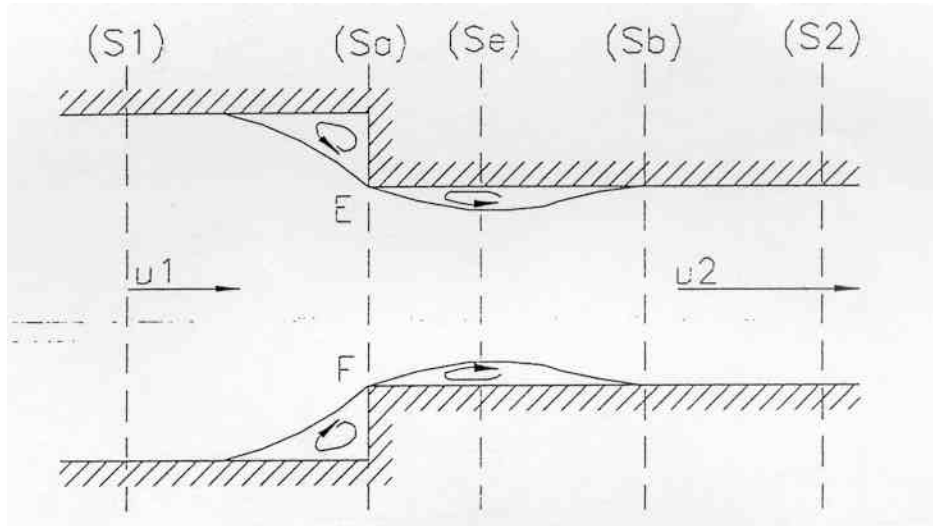


De la hipótesis de la conservación de la energía se obtiene que la pérdida de carga a causa de un ensanchamiento brusco de la sección en cuestión depende única y exclusivamente de la relación de secciones.

-Estrechamiento brusco:

En un estrechamiento brusco el coeficiente de pérdida de carga también depende de las relaciones entre la sección primaria y la secundaria.

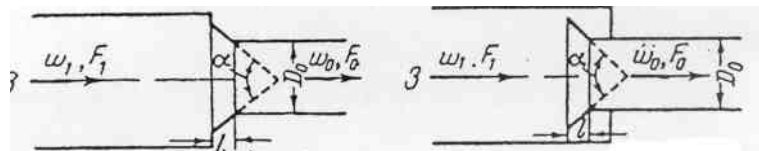
En la siguiente figura puede verse representado un estrechamiento brusco. Seguidamente de la sección recta, que localza el estrechamiento, el fluido se comporta de manera semejante que en el caso de un orificio de pared delgada y en la sección recta, existe una sección contraída del flujo de un área inferior a la sección secundaria que era la inferior de las dos.



Después el flujo se ensancha hasta ocupar toda la sección del conducto a la altura correspondiente a la sección secundaria produciéndose un ensanchamiento brusco del flujo semejante al caso anterior como si la sección estuviese localizada en el fenómeno de sobreestrechamiento por estrechamiento brusco de la sección del tubo.

La siguiente figura muestra el valor práctico del coeficiente de pérdida de carga en un estrechamiento brusco de la sección.

La pérdida de carga en un tramo que se estrecha puede disminuir considerablemente con una transición continua entre la sección ancha y la estrecha como indica la siguiente figura.

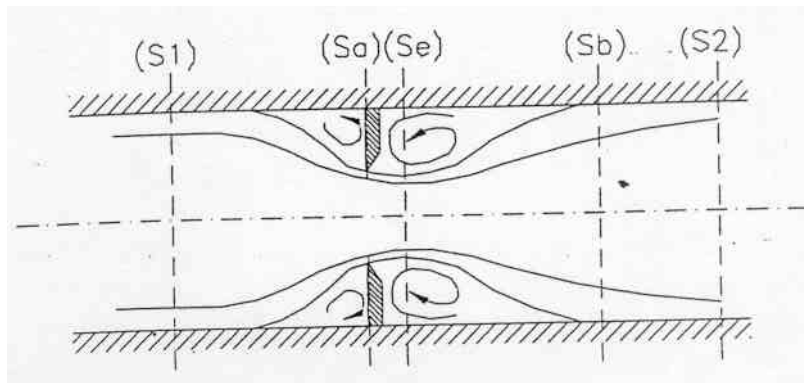


-Diafragma:

Para estudiar las pérdidas de carga que se producen en pasos de flujo a través de un diafragma se deben distinguir tres casos:

1. Con secciones de entrada y salida iguales.
2. Con la sección secundaria de salida igual a infinito.
3. Con la sección primaria de entrada igual a infinito.

1.- El primer caso corresponde a un diafragma que se encuentra centrado en el eje del conducto en cuestión y que supondremos que es de bordes delgados, el cual se utiliza a menudo para la medida de caudales y que se puede ver en la siguiente figura:



La pérdida de carga que se introduce con el diafragma se obtiene midiendo la caída de presión entre secciones en uno y otro lado del diafragma y lo bastante alejado de éste para que no influya sobre la distribución de velocidades en las secciones.

Podemos observar que, sustituir un diafragma por un tubo de Venturi, equivale a moldear la sección del fluido en su paso por el tubo. Por este motivo se observa que la pérdida de carga que proporciona el venturi es inferior para un mismo valor entre las relaciones entre sección de tubo y sección del estrechamiento, que en este caso es un diafragma, que la pérdida que proporciona un diafragma.

2.-En el caso en que sección secundaria sea igual a infinito, como por ejemplo cuando el flujo sale por un diafragma colocado en la extremidad de un tubo el coeficiente se calculará atendiendo a la inversa del coeficiente de descarga del diafragma por el cociente de las superficies secundaria y primaria elevado al cuadrado.

3.-Por último en el caso tercero, cuando la sección primaria es igual a infinito, que es el caso en que el diafragma está colocado a la entrada de un tubo, el coeficiente de la pérdida de carga se calculará atendiendo a la inversa del coeficiente de descarga del diafragma por el cociente de la sección secundaria y la sección del diafragma elevado al cuadrado.

-Estrechamiento gradual:

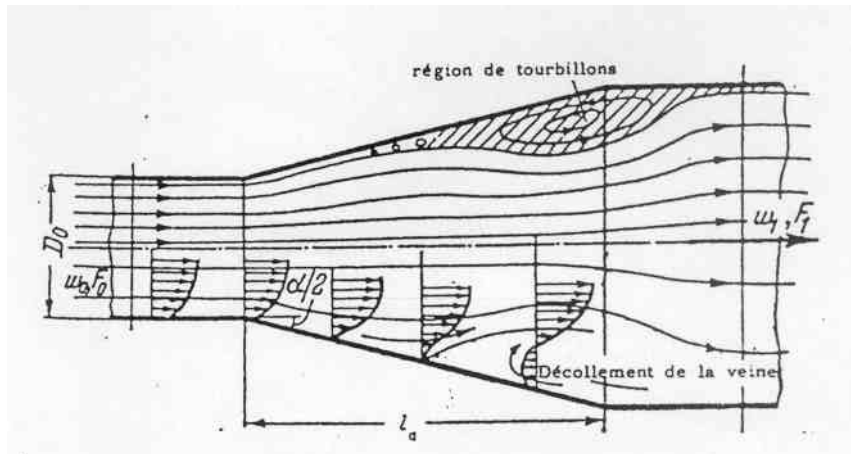
En un estrechamiento gradual la presión va disminuyendo a lo largo del flujo, de modo que el flujo se pega a las paredes y la pérdida de presión es debida, única y exclusivamente al rozamiento con las paredes.

-Ensanchamiento gradual:

En un ensanchamiento gradual o difusor, la pérdida de carga puede ser importante. La energía cinética del fluido se transforma en energía de presión. La presión aumenta a lo largo del flujo y se producen despegues de fluido de la pared del conducto.

En un tubo que se ensancha de esta manera la turbulencia es más grande que en un tubo recto, y por consiguiente, las pérdidas de carga también son mayores. Este fenómeno se puede observar en la siguiente figura. Cuanto mayor sea el ángulo en el vértice del cono

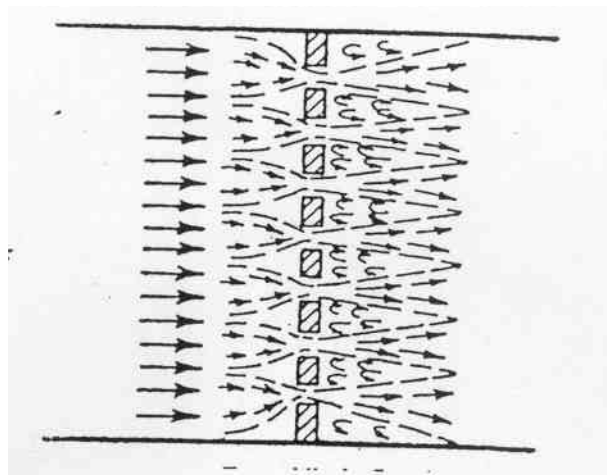
mayor será la pérdida debida al despegue, que es generalmente mayor que la pérdida por rozamiento.



-Pérdida de carga en placas perforadas:

Los obstáculos que se encuentran repartidos uniformemente en la sección de un tubo o un canal pueden ser del tipo de una rejilla o placa perforada, una tela metálica, capas, tejido, haces de tubo, etc.

La pérdida de carga en placas perforadas emplazadas en un conducción recta, es semejante a la de un fluido a través de un diafragma. Al llegar el flujo a la placa, la corriente de gases se contrae en los agujeros y sale de nuevo al pasarlos pero con una velocidad mayor. Así aparecen las pérdidas, ligadas tanto a la entrada de los agujeros como al ensanchamiento brusco a su salida. Este fenómeno lo podemos observar en la siguiente figura:



El coeficiente de la pérdida de carga de una placa depende también de su coeficiente de porosidad \mathbf{X} , de las características geométricas y de los agujeros que encuentra el flujo a su paso.

Cuando una pla perforada tiene un coeficiente de porosidad bajo, la velocidad del flujo en sus agujeros puede ser muy elevada, sobre todo en su sección más estrecha, incluso si esta es relativamente baja antes de la rejilla. En estos casos, la velocidad del flujo en la sección estrecha puede acercarse a la velocidad del sonido.

La relación de las placas perforadas se puede realizar atendiendo a cualquiera de las relaciones siguientes, ya sea basándonos en el número de agujeros en su paso o en su coeficiente de porosidad.

