



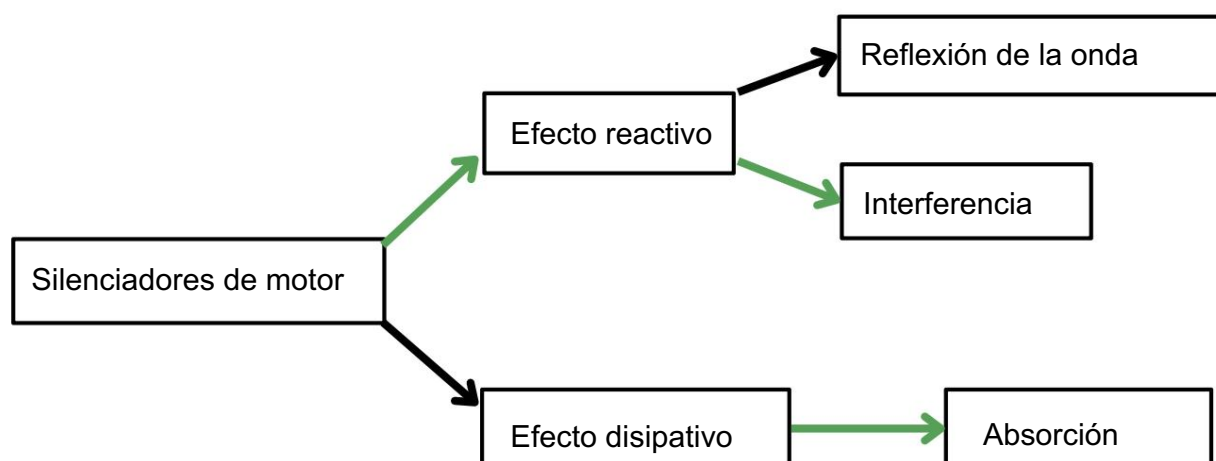
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO SILENCIADOR DEL MOTOR



Los silenciadores de motor son dispositivos integrados en la línea de escape de los motores de combustión interna. Están diseñados para reducir el ruido emitido por el motor teniendo las mínimas pérdidas de presión. Se trata de los llamados silenciadores pasivos. A diferencia de los silenciadores activos, que utilizan componentes eléctricos y electrónicos para reducir el ruido mediante interferencias de ondas, los silenciadores pasivos son dispositivos puramente mecánicos.

Utilizan dos principios operativos para lograr este objetivo acústico. Atenuación por efecto reactivo y atenuación por efecto disipativo.

Esta nota aborda las bases teóricas de estos 2 fenómenos físicos.





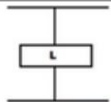
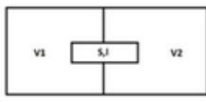
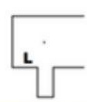
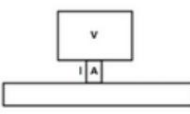
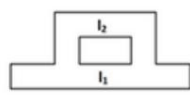
Atenuación por efectos reactivos: _____

La reflexión de las ondas es causada por superficies reflectantes, cambios de sección o medio en el silenciador. Esto da como resultado una ruptura de impedancia en el silenciador y parte de la energía acústica incidente se refleja de regreso a la fuente.

Cuando dos ondas sonoras se encuentran con un cierto cambio de fase, se crea una interferencia constructiva o destructiva, que puede hacer que la amplitud del sonido aumente o disminuya dependiendo del ángulo de cambio de fase. Los resonadores, como los de Helmholtz, los de cuarto de onda y los de Herschel-Quincke, se basan en este principio para generar interferencias destructivas en frecuencias específicas.

Es importante señalar que el efecto reactivo en los silenciadores de motor es mayor en bajas frecuencias, donde las ondas sonoras pueden considerarse ondas planas. Su eficiencia es muy alta en rangos de frecuencia restringidos centrados en las frecuencias de resonancia de los diferentes resonadores presentes en el silenciador. Por eso es crucial "sintonizar" adecuadamente los silenciadores a las frecuencias fundamentales que deben abordarse para lograr una atenuación eficaz del ruido.

A continuación se presentan algunas ecuaciones válidas en el campo de las ondas planas que permiten calcular las frecuencias mencionadas a continuación (frecuencia de Helmholtz, de fondo cerrado, de tubo abierto, etc.):

	Géométrie	Formule
Fréquence d'un tube ouvert		$f = n \cdot \frac{c}{2L}$
Fréquence d'Helmholtz		$f = \frac{c}{2\pi} \cdot \left(\frac{S1}{V1 \cdot l1} + \frac{S2}{V2 \cdot l2} \right)^{0.5}$
Fréquence d'un fond fermé		$f = (2 \cdot n + 1) \cdot \frac{c}{4L}$
Fréquence d'un résonateur d'Helmholtz		$f = \frac{c}{2\pi} \cdot \left(\frac{A}{V \cdot l} \right)^{0.5}$
Fréquences de Herschel-Quincke		$f_1 = \frac{c}{2 \cdot (l_2 - l_1)}$ $f_2 = \frac{c}{l_1 + l_2}$





Atenuación por efecto disipativo:

Atenuación por efecto

disipativo Los silenciadores de motor también utilizan fibras para absorber parte de las ondas acústicas. Al atravesar las fibras, estas ondas provocan una vibración del esqueleto de la fibra, lo que provoca una disipación mecánica de la energía sonora y, en consecuencia, una conversión de la energía en calor. Además, la fricción de las moléculas de aire en el medio poroso da como resultado una disipación viscoinercial de la energía acústica.

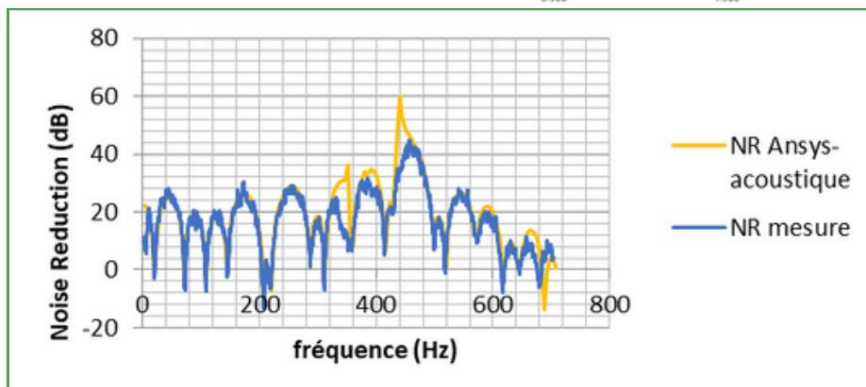
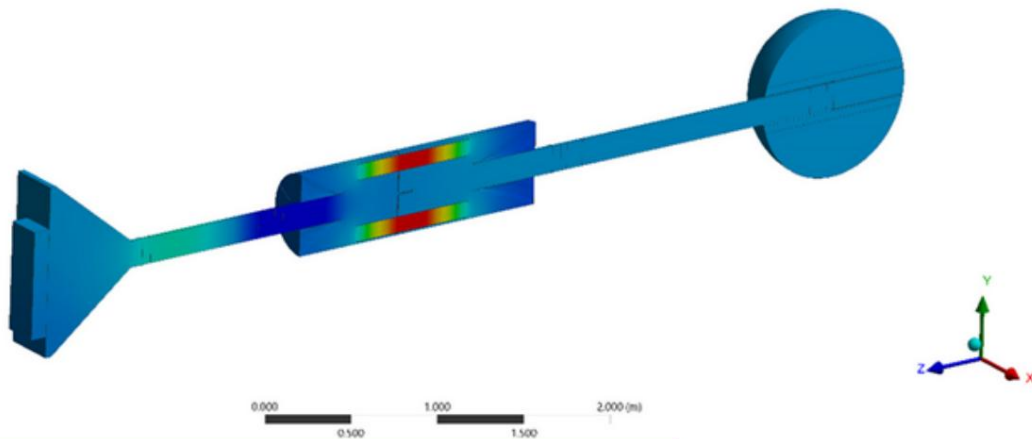
La absorción es efectiva en frecuencias medias y altas. Es importante elegir el material absorbente adecuado y su correcta implementación en el silenciador para obtener una atenuación óptima. Generalmente se dispone en un revestimiento, en un núcleo o incluso en un anillo para conductos cilíndricos. Para conductos rectangulares se dispone en deflectores paralelos.

Para evitar la desfibración se pueden añadir láminas perforadas y/o tela de vidrio.

Los silenciadores Boët StopSon se diseñaron utilizando un software de simulación de fluidos y elementos finitos. Este software nos permitió tener en cuenta correctamente los efectos reactivos y disipativos y minimizar las pérdidas de presión.

A: Cyl1 - protocole-mesure-Sphere absorbing element 0.5m
Acoustic Pressure 3
Expression: PRES
Fréquence: 202, Hz
Balayage de phase: 0 °
Unité: Pa
12/07/2018 10:06

630.41 Max
545.88
461.35
376.82
292.3
207.77
123.24
38.711
-45.817
-130.35 Min





Para modelar correctamente una fibra es necesario conocer diversos parámetros intrínsecos de los materiales porosos:

- Porosidad
- Tortuosidad
- Resistividad
- Longitud característica viscosa
- Longitud característica térmica

En determinadas condiciones, pueden ser necesarias las propiedades mecánicas del esqueleto.

Estos parámetros se utilizan en diferentes modelos (Delany-Bazley -Miki, Johnson-Champoux-Allard-Lafarge, Limp, Biot-Allard) y nos permiten adaptar con mayor precisión nuestros silenciadores al espectro sonoro de los motores.

$$\tilde{\rho}(\omega) = \frac{\alpha_{\infty}\rho_0}{\phi} \left[1 + \frac{\sigma\phi}{j\omega\rho_0\alpha_{\infty}} \sqrt{1 + j\frac{4\alpha_{\infty}^2\eta\rho_0\omega}{\sigma^2\Lambda^2\phi^2}} \right]$$

$$\tilde{K}(\omega) = \frac{\gamma P_0/\phi}{\gamma - (\gamma - 1) \left[1 - j\frac{\phi\kappa}{k_0^2 C_p \rho_0 \omega} \sqrt{1 + j\frac{4k_0^2 C_p \rho_0 \omega}{\kappa \Lambda^2 \phi^2}} \right]^{-1}}$$

