



Motores Térmicos. Turboalimentación

Capítulo 10: Turbinas de geometría variable y otras soluciones avanzadas. (1/2 hora).

Autor: Antonio Lecuona Neumann.

Contenido

- 10.1.- Posibilidades de la geometría variable.
- 10.2.- Turbinas centrípetas de geometría variable.
- 10.3.- Resumen y preguntas de autoevaluación.
- 10.4.- Temas adicionales.

La información contenida en este documento sirve de propósito exclusivo como apuntes para alumnos en la enseñanza de la asignatura indicada y ha sido obtenida de las mejores fuentes que se han podido encontrar, generalmente de reconocido prestigio. No obstante el/los autor/es no garantizan la exactitud, exhaustividad, actualización o perfección de su contenido. Por ello no será/n responsable/s de cualquier error, omisión o daño causado por el uso de la información contenida, no tratando con este documento prestar ninguna clase de servicio profesional o técnico; antes bien, se ofrece como simple guía general de apoyo a la docencia. En caso de detectar algún error, rogamos nos lo comunique e intentaremos corregirlo. Puede contener material con copyright © por lo que su reproducción puede no estar permitida.





10.1.- Posibilidades de la geometría variable.

- La necesidad de crear contrapresión en el escape para disponer de salto de presión hace que la permeabilidad (área de paso efectiva) de la turbina sea importante.
- Esta permeabilidad (parámetro de caudal en el bloqueo) es relativamente constante en las turbinas de geometría fija.
- Las turbinas constan de un estator, seguido de un rotor.
- En el estator se acelera la corriente y se defleca tangencialmente para imprimir par en el eje. Su área de paso mínima (garganta) determina grandemente la permeabilidad. El régimen de giro en las turbinas centrípetas tiene un efecto también, [Fig. 7.2](#).
- Si bien el área de garganta del rotor pudiera influir en la permeabilidad, variarla en marcha resultaría muy complejo, por lo que no se usa.
- Variar el área de garganta del estator en marcha resulta relativamente sencillo. Se procede de dos formas:
 1. Variando la altura efectiva de los álabes. Esta solución la emplea la casa [Cummins Turbo Technologies Holset™](#). [Una presentación](#).
 2. Variando la orientación de los álabes para que la distancia mínima entre ellos varíe. Es usado por varios fabricantes. [MAN Turbo](#) axiales; [Honeywell 1](#), [Honeywell 2](#) centrípetas, y otros.





10.1.- Posibilidades de la geometría variable (cont.).

- La solución más económica es disponer de un conducto que amplía el área de paso disponiendo un conducto paralelo a la turbina que la bypasea, [Fig. 3.2](#), denominada válvula de cortocircuito, en inglés “waste gate”. Aumenta la permeabilidad, pero no es capaz de reducirla. Así, se elige una turbina de poca permeabilidad, capaz de dar elevado par motor a bajas vueltas. Un exceso de sobrealimentación y de régimen de giro de la turbina se evita con la válvula de cortocircuito. Más información en [Hti Magazine](#) edition 8. Actualmente se comanda electrónicamente.
- La línea de bombeo de los compresores puede desplazarse hacia la izquierda, [Fig. 3.3](#). Para ello es necesario añadir un estator de álabes orientables corriente arriba del rotor (álabes guía o de pre-rotación) para evitar incidencias excesivas de la corriente al rotor que originen el desprendimiento de la corriente. Adicionalmente es posible extender el intervalo de caudales operativos añadiendo una hilera de álabes orientables al habitual difusor de paredes paralelas del compresor centrífugo, [Fig. 5.5](#). La complejidad resultante hace que solo se emplee en grandes motores especiales de régimen variable. Más información en [Review of Variable Geometry Techniques Applied to Enhance the Performance of Centrifugal Compressors, A. Whitfield, University of Bath](#).
- Aunque no propiamente, se puede considerar el conectar y desconectar grupos turbo como geometría variable.
- El línea con los casos extremos, Ford ha implementado dos compresores centrífugos, espalda contra espalda, movidos por una misma turbina. [Véase aquí](#).





10.2.- Turbinas centrípetas de geometría variable.

- La solución habitual consiste en sustituir la garganta de la voluta de entrada, [Fig. 7.3](#), por un estator de paredes paralelas, radial centrípeto, con álabes orientables.
- [Más información](#). [Un video](#). [Otro video](#). [Otro video](#). [Una solución única](#).
- Otra posibilidad, usada por Holset es reducir axialmente el área de paso del estator.
- Un caso extremo de geometría variable es disponer de dos turbinas en paralelo. Solamente una abre a caudales bajos y abre la segunda al aumentar el caudal. Ambas turbinas pueden mover sus respectivos compresores, que actuarán en paralelo, sumando sus caudales.



10.3.- Resumen y preguntas de autoevaluación

- La permeabilidad variable es altamente deseable en motores de régimen variable.
- Actualmente se generaliza el uso de turbinas de geometría variable.
- Los compresores de geometría variable se emplean actualmente solo en motores Diésel de aplicaciones militares, p. e. carros de combate, dada su complejidad.

10.1	La alta temperatura de los gases compromete la lubricación y corrosión del sistema de geometría variable de las turbinas de escape.	SI
10.2	Una segunda turbina en paralelo podría ser una opción de variación de la permeabilidad, conectando ambas a un mismo compresor.	SI
10.3	La geometría variable en turbocompresores no busca variar el aprovechamiento de la energía contenida en los gases de escape	SI
10.4	La geometría variable en turbocompresores busca extender el intervalo de caudal entre bombeo y bloqueo sónico.	SI
10.5	Disponer de una permeabilidad muy baja en la turbina de escape puede favorecer el uso del motor como freno en vehículos pesados, al generar contrapresión de escape.	SI
10.6	Un turbo asistido con un motor-generador eléctrico es una alternativa directa a las turbinas de geometría variable para variar la permeabilidad.	NO



10.4.- Temas adicionales

- Los sistemas turbo de [doble escalón](#), tanto si son [en serie](#) (turbo de baja y turbo de alta presión, para presiones de admisión elevadas) como en paralelo (secuenciales, turbo permanente y turbo adicional para extender el intervalo de caudal) plantean dificultades especiales de control de la permeabilidad, pero a la vez más flexibilidad. Más información en [HTi Magazine](#), edition 10.
- La recirculación de gases de escape (EGR) se prefiere que se realice en alta presión; es decir, entre corriente arriba de la turbina y corriente abajo del compresor, [Fig. 3.3](#). Para ello es necesario que la presión de escape sea superior a la de admisión (corriente arriba de una eventual mariposa). Si esto no es posible, es necesario agregar los gases recirculados en un punto corriente arriba del compresor, contribuyendo a su ensuciamiento y al del posenfriador, así como a una mayor potencia necesaria para la compresión. La presión de escape puede ser aumentada disponiendo de una turbina adicional, corriente abajo de la de turboalimentación, que extraiga potencia mecánica para agregarla al eje o para producir electricidad, turbina de potencia. Más información en [HTi Magazine](#), edition 10.

