

# Optimización del Difusor con Álabes del Compresor Centrífugo de una Planta de Desalación Mediante CFD

## Índice

### Capítulo 1. Introducción

- 1.1 CFD a Nivel Industrial
- 1.2 Ejemplo de Aplicación de los Métodos CFD al Cálculo de Difusores. La Herramienta CFX-TASCflow
  - 1.2.1 Exposición del caso
  - 1.2.2 Descripción de la malla y la geometría
  - 1.2.3 Método de cálculo
  - 1.2.4 Condiciones de contorno y convergencia
  - 1.2.5 Estudio de la sensibilidad de malla y validación del modelo
  - 1.2.6 Resultados
- 1.3 Contenido Global del Documento

### Capítulo 2. Desalación de Agua de Mar. El Proyecto MEDESA

- 2.1 Introducción. Situación Mundial del Consumo de Agua Potable
- 2.2 Fundamentos Técnicos de la Desalación
  - 2.2.1 Breve descripción de las tecnologías de desalación
- 2.3 Nuevos Retos en Materia de Desalación
  - 2.3.1 La destilación multiefecto con energía solar
  - 2.3.2 El proyecto MEDESA
- 2.4 Estudio Económico de la Desalación. Viabilidad del Proyecto MEDESA
  - 2.4.1 Situación actual del mercado
  - 2.4.2 Los costes de la desalación de agua de mar
  - 2.4.3 Viabilidad del proyecto MEDESA

### Capítulo 3. Problemática de la Simulación. Trabajos Experimentales Realizados

- 3.1 Problemática Asociada al Proyecto MEDESA
- 3.2 Problemática Asociada a la Simulación
  - 3.2.1 Condición de contorno a la entrada del difusor
  - 3.2.2 El factor compresibilidad
- 3.3 Teoría de Turbomáquinas Aplicada
  - 3.3.1 Ecuaciones
  - 3.3.2 Triángulo de velocidades adimensional
- 3.4 Trabajos Experimentales Realizados
  - 3.4.1 Banco de Pruebas

- 3.4.2 Modelos ensayados
- 3.4.3 Resultados obtenidos
- 3.5 Análisis Experimental de la Corriente en la Dirección Axial
  - 3.5.1 La sonda de tres orificios
  - 3.5.2 Resultados de las medidas de la sonda

## Capítulo 4. Metodología

- 4.1 Descripción resumida de las características del método de cálculo
  - 4.1.1 Algoritmo
  - 4.1.2 Modelo de turbulencia
  - 4.1.3 Conclusiones al respecto del uso de FLUENT
- 4.2 Teoría Difusores. Caracterización del Difusor (Rendimiento, Coeficiente de Pérdidas y Curvas Adecuadas para su Representación)
- 4.3 Validación de las Simulaciones
- 4.4 Conclusiones

## Capítulo 5. Resultado de las Simulaciones

- 5.1 Geometría del Difusor
- 5.2 Condiciones de Contorno
- 5.3 Difusor de Altura Constante: Álabes Rectos
  - 5.3.1 Influencia del número de álabes  $N$
  - 5.3.2 Influencia de la longitud de los álabes  $L$
  - 5.3.3 Influencia de la geometría del borde de ataque de los álabes
  - 5.3.4 Efecto de la relación de radios  $r_1/r_0$
  - 5.3.5 Efecto de la relación de radios  $r_3/r_2$
  - 5.3.6 Doble fila de álabes
- 5.4 Difusor de Altura Constante: Otras Geometrías
  - 5.4.1 Álabes curvados
  - 5.4.2 Álabes con perfil aerodinámico
  - 5.4.3 Álabes en cuña
- 5.5 Difusor Divergente
- 5.6 Conclusiones

## Capítulo 6. Aplicación al Difusor Real: Influencia del Número de Mach

- 6.1 Modelo Geométrico y Condiciones de Contorno
  - 6.1.1 Modelo geométrico
  - 6.1.2 Condiciones de contorno
- 6.2 Simulación
- 6.3 Conclusiones

## ANEXO I: Calidad de Malla y Condiciones de Contorno Periódicas

- 1 Consideraciones Generales para el Mallado de un Modelo
- 2 Importancia de la Calidad de una Malla
- 3 Efecto de la Calidad de Malla en la Simulación del Difusor
- 4 Uso de Condiciones de Contorno Periódicas
- 5 Efectos Sobre el *Postprocessing*
  - 5.1 Influencia de la técnica y calidad del mallado
  - 5.2 Influencia de la densidad de malla o refinamiento
  - 5.3 Influencia del criterio de convergencia
- 6 Comparación de las distribuciones de presión en las caras de succión y presión de los álabes del difusor

## ANEXO II: Ejemplo de Simulación de un Caso Bidimensional (*Estudio de la Corriente de Salida del Rotor y Comparación de los Resultados Obtenidos Simulando el Difusor de Forma Aislada*)

- 1 Descripción de la geometría y condiciones de contorno
  - 2 El Modelo de malla deslizante. Resultados obtenidos
  - 3 Simulación del difusor aislado
    - 3.1 Caso A: Simulación del difusor aislado usando valores teóricos correspondientes al caso de infinito número de álabes del rotor
    - 3.2 Caso B: Simulación del difusor aislado usando los valores medios obtenidos simulando el movimiento
    - 3.3 Caso C: Simulación del difusor aislado usando perfiles de velocidad uniforme óptimos
- 4 Conclusiones

## Agradecimientos

## Bibliografía

# Nomenclatura

## Magnitudes

Símbolo	Unidades	Descripción
<b>a</b>	m/s	Velocidad del sonido
<b>b</b>	m	Altura del difusor o de los álabes del difusor
<b>c</b>	m/s	Velocidad absoluta
<b>c<sub>p</sub></b>	j/kg-K	Calor específico a presión constante
<b>i</b>	°	Ángulo de posicionamiento de los álabes del difusor
<b>L</b>	m	Longitud de los álabes del difusor
<b>M</b>	-	Número de Mach
<b>n</b>	rpm	Velocidad de giro
<b>N</b>		Número de álabes del difusor
<b>p</b>	Pa	Presión
<b>R</b>	j/kg-K	Constante de los gases
<b>R<sub>e</sub></b>	-	Número de Reynolds
<b>T</b>	K, °C	Temperatura
<b>u</b>	m/s	Velocidad periférica
<b>Ḃ</b>	m <sup>3</sup> /s	Caudal volumétrico
<b>w</b>	m/s	Velocidad relativa
φ		Coefficiente de flujo
η	-	Rendimiento
η'	kg-m/s	Viscosidad dinámica
κ	-	Coefficiente de compresibilidad
ν	m <sup>2</sup> /s	Viscosidad cinemática
λ	j/kg-K	Conductividad térmica
ρ	Kg/m <sup>3</sup>	Densidad
ζ	-	Coefficiente de pérdidas
Π	-	Relación de compresión
Ψ		Coefficiente de presión
Ψ̃		Coefficiente de carga

## Subíndices y Superíndices

<b>e</b>	Entrada
<b>E</b>	Entrada al compresor (o modelo)
<b>m</b>	Meridional
<b>o</b>	Superior (oberer)
<b>s</b>	Salida
<b>S</b>	Salida del compresor (o modelo)
<b>R</b>	Magnitudes de remanso
<b>u</b>	Inferior (unterer)
<b>Dif</b>	Difusor
<b>dyn</b>	dinámica
<b>Komp</b>	Compresor (Kompressor)
<b>tot</b>	total
<b>0'</b>	Entrada del rotor
<b>2, 0</b>	Salida del rotor (Entrada del difusor)
<b>3, 1</b>	Entrada álabes del difusor
<b>4, 2</b>	Salida álabes del difusor
<b>5, 3</b>	Salida del difusor
<b>*</b>	Magnitudes críticas

