



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN DE TESIS DE GRADO

AUTOR(ES):
NOMBRE(S): ZULMA **APELLIDOS:** TORRES VELÁSQUEZ

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:
NOMBRE(S): ORLANDO **APELLIDOS:** GUTIERREZ LÓPEZ

TÍTULO DE LA TESIS: DISEÑO DE UNA TOBERA SUB-SÓNICA PARA EL LABORATORIO DE TURBOMAQUINAS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER (UFPS) SAN JOSÉ DE CÚCUTA

RESUMEN:

En el presente proyecto se calculó y diseñó el cuerpo de una tobera sub-sónica con el que se estudiaron las propiedades de los gases mediante la variación de la presión, determinando el comportamiento del número de Mach, velocidad del fluido, velocidad sónica, temperatura y densidad, por medio del modelamiento matemático teniendo como condiciones iniciales las propiedades a la salida de la turbina del turbocargador ubicado en el laboratorio de turbomáquinas de la U.F.P.S. Por último se validaron los resultados mediante la simulación numérica del flujo dentro de la tobera.

Palabras clave: tobera, flujo sub-sónico, número de Mach, propiedades críticas, presión.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 94 **PLANOS:** **ILUSTRACIONES:** **CD-ROM:** 1

DISEÑO DE UNA TOBERA SUB-SÓNICA PARA EL LABORATORIO DE TURBO
MÁQUINAS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
(UFPS) SAN JOSÉ DE CÚCUTA

ZULMA TORRES VELÁSQUEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2014

DISEÑO DE UNA TOBERA SUB-SÓNICA PARA EL LABORATORIO DE TURBO
MÁQUINAS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
(UFPS) SAN JOSÉ DE CÚCUTA

ZULMA TORRES VELÁSQUEZ

Proyecto de grado presentado como requisito para optar por el título de
Ingeniero Mecánico

Director
ORLANDO GUTIERREZ LÓPEZ
Ingeniero Mecánico

Codirector
JOSE RICARDO BERMUDEZ SANTAELLA
Ingeniero Electricista

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2014

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: CÚCUTA, 06 DE JUNIO 2014
HORA: 2:00 p.m.
LUGAR: DEPARTAMENTO DE FLUIDOS Y TERMICAS
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA MECANICA

Título de la Tesis: "DISEÑO DE UNA TOBERA SUB-SONICA PARA EL LABORATORIO DE TURBOMAQUINAS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER (UFPS) SAN JOSE DE CUCUTA"

Jurados: Ing. EMILIO VERA DUARTE
Ing. RAFAEL EUGENIO LOPEZ
Lic. ALBERTO SARMIENTO CASTRO

Director: ING. ORLANDO GUTIERREZ LOPEZ

Nombre de los estudiantes	Código	Calificación	
		Letra	Número
ZULMA TORRES VELASQUEZ	1120206	Cuatro, Cuatro	4.4

APROBADA

Ing. EMILIO VERA DUARTE

Ing. RAFAEL EUGENIO LOPEZ

Lic. ALBERTO SARMIENTO CASTRO

Vo.Bo GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCIA
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Mecánica

A mis padres Luis Eduardo Torres Hernandez y Zoraida Velásquez por su apoyo y motivación en este proceso de aprendizaje y preparación profesional.

Zulma Torres Velásquez

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

A Orlando Gutierrez López ME en Ingeniería Mecánica, docente de la Universidad Francisco de Paula Santander, Director del proyecto, por los conocimientos y el apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A Ricardo Bermudez MsC en Automatización e Instrumentación, docente de la Universidad Francisco de Paula Santander, Codirector del proyecto.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron con la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. PROBLEMA	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3 JUSTIFICACIÓN	17
1.4 OBJETIVOS	17
1.4.1 Objetivo general	17
1.4.2 Objetivos específicos	17
1.5 DELIMITACIONES	18
1.5.1 Delimitaciones espaciales	18
1.5.2 Delimitación temporal	18
1.5.3 Delimitación conceptual	18
2. MARCO REFERENCIAL	19
2.1 ANTECEDENTES	19
2.2 MARCO TEÓRICOY CONCEPTUAL	21
2.2.1 Tobera	21
2.2.2 Flujo en un conducto de área de sección transversal variable	22
2.2.3 Tobera de Laval	24
2.2.4 Ondas de choque	25
2.2.5 Propiedades de estancamiento	26

2.2.6 Velocidad de sonido	28
2.2.7 Número de mach	30
2.2.8 Propiedades críticas	32
2.2.9 Eficiencia Isentrópica	34
2.3 MARCO LEGAL	36
3. DISEÑO METODOLÓGICO	37
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	37
3.1.1 Formulación de hipótesis	37
3.2 UNIVERSO Y MUESTRA	37
3.2.1 Universo	37
3.2.1. Muestra	38
3.3 INSTRUMENTOS	38
3.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	38
3.5 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	38
4. RECOPIACIÓN DE DATOS EN EL TURBOCARGADOR	39
5. MODELAMIENTO MATEMÁTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LA TOBERA	40
5.1 PROCEDIMIENTO PARA EL MODELO MATEMÁTICO	40
5.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL MODELAMIENTO	49
6. GEOMETRÍA DE LA TOBERA	53
6.1 ESPESOR	53
6.2 LARGO	55
6.3 MATERIAL	55

6.4 AJUSTE	57
7. ANSYS CFX 14.5	59
7.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE ANSYS CFX	59
7.2 ESTRUCTURA DE ANSYS CFX	60
7.3 CFX-PRE	61
7.4 CFX-SOLVER	61
7.5 CFX-SOLVER ADMINISTRADOR	61
7.6 CFD POST	62
8. SIMULACIÓN DEL FLUJO EN LA TOBERA	63
8.1 GEOMETRÍA	63
8.2 ENMALLADO	65
8.3 PRE-PROCESO	66
8.4 SOLUCIÓN	68
8.5 POST-PROCESO O RESULTADOS	69
8.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ANSYS CFX	78
9. CONCLUSIONES	80
10. RECOMENDACIONES	82
BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	85