

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



DESARROLLO DE UNA TECNICA DE DISEÑO DE  
TROQUELES DE ALTA VELOCIDAD PARA PRODUCIR  
LAMINACION ROTOR-ESTATOR GRAPADO

POR

ING. JULIO CESAR CASTILLO COVARRUBIAS

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO  
EN CIENCIAS DE LA MANUFACTURA CON  
ESPECIALIDAD EN DISEÑO DEL PRODUCTO

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.      NOVIEMBRE DEL 2001

TM  
Z5853  
.M2  
FIME  
2001  
.C377

DESARROLLO DE UNA TECNICA DE DISENO DE

TROQUELES DE ALTA VELOCIDAD PARA PRODUCIR

LAMINACION ROTATOR - ESTATOR - CRAPADO

J.C.C.C.

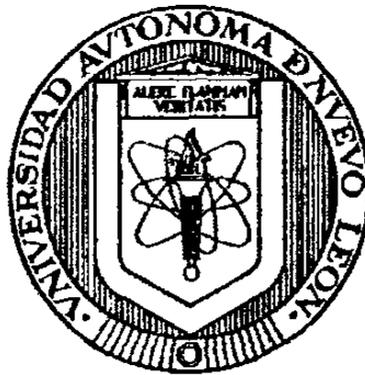


1020148999

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



DESARROLLO DE UNA TECNICA DE DISEÑO DE TROQUELES DE  
ALTA VELOCIDAD PARA PRODUCIR LAMINACIÓN ROTOR-  
ESTATOR GRAPADO

POR

ING. JULIO CESAR CASTILLO COVARRUBIAS

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
MANUFACTURA CON ESPECIALIDAD EN DISEÑO DEL  
PRODUCTO

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. NOVIEMBRE DEL 2001

981208

TM  
Z5853  
.M2  
FIME  
2001  
.0377



FONDO  
TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



DESARROLLO DE UNA TECNICA DE DISEÑO DE TROQUELES DE  
ALTA VELOCIDAD PARA PRODUCIR LAMINACIÓN ROTOR-  
ESTATOR GRAPADO

POR

ING. JULIO CESAR CASTILLO COVARRUBIAS

TESIS

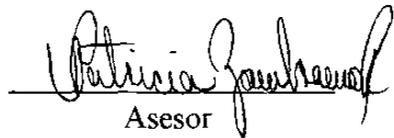
EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
MANUFACTURA CON ESPECIALIDAD EN DISEÑO DEL  
PRODUCTO

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. NOVIEMBRE DEL 2001

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis Desarrollo de una técnica de diseño de troqueles de alta velocidad para producir laminación de rotor – estator-grapado, realizada por el alumno Ing. Julio Cesar Castillo Covarrubias, matricula 259405 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en ciencias de la manufactura con especialidad en diseño del producto.

El comité de tesis



Asesor

Dra. Patricia Zambrano Robledo



Coasesor

M.C. Roberto A. Mireles Palomares



Coasesor

M.C. David Oliva Alvarez



Vo. Bo.

M.C. Roberto Villarreal Garza  
División estudios de Post-grado

San Nicolas de los Garza, N.L. a Noviembre del 2001

## DEDICATORIA

A mi esposa Rocío por todo el gran amor y apoyo incondicional que siempre me ha dado.

A mis hijas Mariana y Valeria por llenar mi vida de felicidad.

A mis padres Sr. José Hilario Castillo Silva y Sra. María Covarrubias por todo su gran amor, confianza y valores transmitidos.

A mis hermanos por su apoyo incondicional.

## AGRADECIMIENTOS

A mi asesora Dra. Patricia Zambrano, por todo su apoyo y consejos que recibí durante el desarrollo de esta tesis.

A mis profesores en la maestría por todos los conocimientos y experiencias transmitidas

A mis compañeros en la maestría.

## PROLOGO

Durante el siglo XX se dieron los mayores avances tecnológicos de la humanidad, los avances que se ven en el inicio del siglo XXI hace parecer que no hay limite en el desarrollo científico y tecnológico. El mayor avance o el mas difundido actualmente es el del uso de la computadora personal como una herramienta de uso diaria para millones de personas en todo el mundo y en particular el uso de Internet. Otra área que a causado un gran impacto es el área genética, descifrar el genoma humano a desencadenado una carrera por parte de muchos países por clonar seres vivos, este tal vez será el evento que mas impacto tendrá en los tiempos por venir. En el área de ingeniería se ha dado el desarrollo de nuevas tecnologías, la vida diaria ya no se concibe sin el uso diario de aparatos como lo son los teléfonos celulares.

A pesar de todos esos avances, nuestro país se ha quedado al margen, no hemos sido capaces de desarrollar tecnología, el nivel de educación de la población es muy pobre, y por conclusión, nuestros niveles de productividad no son para competir con los países mas desarrollados. La principal razón de la inversión extranjera en México es el bajo costo de producción, pero cuando se trata de desempeñar una función que demanda cierto grado de conocimientos elementales nos vemos en desventaja con otros países.

En la actualidad las empresas no pueden sobrevivir sin contar con personal preparado para desarrollar con eficacia y efectividad el trabajo asignado. Pero la preparación nunca termina, el desarrollo tecnológico vuelve obsoleto rápidamente las técnicas existentes, se requiere de un programa de capacitación constante. Es por eso la razón de este estudio, desarrollar una metodología de diseño que sirva como apoyo al desarrollo del personal, que sirva no solo para ejecutar bien su trabajo, sino para darle otro marco de referencia, que entienda el problema y pueda ser una parte activa de la solución. facilitar el desarrollo del personal y ser capaces de crear cosas nuevas debería ser una prioridad de todas las compañías en nuestro país. Motivar y apoyar a crear tecnologías nuevas tiene que ser una prioridad del país.

## Indice general

Capitulo	Pagina
Síntesis	vii
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Objetivo	2
1.3 Hipótesis	2
1.4 Limites para el estudio	2
1.5 Justificación del tema	3
1.6 Metodología	4
1.7 Revisión bibliográfica	5
2. Proceso de troquelado	6
2.1 Descripción del proceso de troquelado	6
3. Breve historia del troquelado de laminación rotor-estator	15
3.1 Descripción de laminación rotor	15
3.2 Descripción de laminación estator	20
3.3 Historia del troquelado de laminación rotor – estator	22
4. Descripción de un troquel de alta velocidad para producir rotor – estator grapado	24

5. Descripción del equipo utilizado en troquelado de alta velocidad para producir rotor – estator grapado	33
5.1 Prensa	33
5.2 Servomotor	35
5.3 Controlador	38
5.4 Ducto para laminación estator	42
5.5 Transportador para rotor	43
5.6 Alimentador	45
5.7 Enderezador	47
5.8 Porta Rollos	49
6. Inicio Del diseño.	50
6.1 Información requerida para iniciar un diseño	50
6.2 Definir secuencia de troquelado en la tira de acero	59
6.3 Definir el tonelaje requerido para troquelar	68
7. Diseño del troquel	70
7.1 Estación 1	73
7.2 Punzonado de las ranuras del rotor	82
7.3 Lamina separadora	89
7.4 Formado de grapa	94
7.5 Matriz rotacional	101
7.6 Estación vacía	112
7.7 Punzonado de ranuras de estator	112
7.8 Estación de rasurado	119
7.9 Estación final	128
8. Material para matrices y punzones	137

9 Retención de desperdicio	142
10 Operación del troquel	147
11 Mantenimiento del troquel	152
11.1 Rectificadora	152
11.2 Piedra de diamante	153
11.3 Refrigerante	154
11.4 Desensamble del troquel	156
11.5 Afilado del troquel	159
11.6 Ensamble del troquel	161
11.7 Lubricación del troquel	161
12 Conclusiones y recomendaciones	163
12.1 Conclusiones	163
12.2 Recomendaciones	164
- Bibliografía	166
- Referencias	167
- Glosario de términos	168
- Lista de figuras	171
- Resumen autobiográfico	175

## SINTESIS

El objetivo del presente trabajo es analizar en forma clara y sencilla la técnica de diseño de troqueles de alta velocidad para producir laminación rotor-estator grapado. Esta técnica de diseño es desconocida en México hasta estos momentos, aunque hay algunas compañías que trabajan con este tipo de troqueles dependen completamente de compañías extranjeras para diseñar y fabricar troqueles de alta velocidad.

Al ser desconocida en México esta técnica de diseño, las compañías que tienen la necesidad de trabajar con troqueles de alta velocidad se enfrentan con el gran problema de desarrollar a su personal técnico en el ajuste, mantenimiento y reparación de los mismos, como no hay información técnica acerca de este problema la curva de aprendizaje se vuelve muy larga y costosa, ya que las compañías se tendrán que enfrentar con fallas de operación, mala calidad del producto, retraso de la producción, daños de herramientas etc. Ocasionados por mal ajuste.

En este estudio iniciara explicando la función principal de un troquel de alta velocidad y de los equipos auxiliares que se necesitan para la producción de laminación rotor-estator, después se analizaran los diferentes pasos del proceso de diseño de un troquel de alta velocidad dejando claro la razón del diseño seleccionado, se explicara de manera detallada la función de cada una de las partes del troquel, por último se analizará el mantenimiento y ajuste de un troquel de laminación de alta velocidad.