

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA**

DIVISION DE ESTUDIOS POST-GRADO



SISTEMAS DE POTENCIA OLEOHIDRAULICA

POR

ING. JOSE ELOY VARGAS ROCHA

TESIS

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO DE CIENCIAS
DE LA INGENIERIA MECANICA CON ESPECIALIDAD
EN TERMICA Y FLUIDOS**

San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México

AGOSTO DE 1998

TM
TJ844
V3
c.1

1998

SISTEMAS DE POTENCIA OLEOHIDRAULICA



1080080859

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS POST-GRADO



SISTEMAS DE POTENCIA OLEOHIDRAULICA

POR

ING. JOSE ELOY VARGAS BOGILA

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO DE CIENCIAS
DE LA INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICIDAD
EN TERMOLOGIA Y ELECTRICIDAD

San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México
AGOSTO DE 1988

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



SISTEMAS DE POTENCIA OLEOHIDRÁULICA

POR

ING. JOSÉ ELOY VARGAS ROCHA

TESIS

EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO DE CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA MECÁNICA CON ESPECIALIDAD EN
TÉRMICA Y FLUIDOS

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N. L.
AGOSTO DE 1998



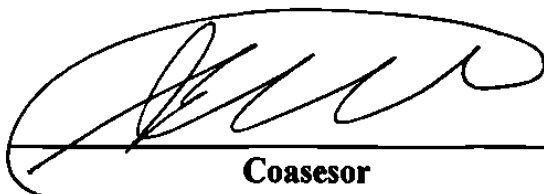
**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis **SISTEMAS DE POTENCIA OLEOHIDRÁULICA** realizada por el **ING. JOSE ELOY VARGAS ROCHA** sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Mecánica con especialidad en Térmica y Fluidos.

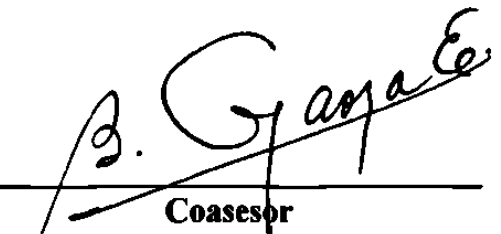
El Comité de Tesis :



Asesor
M.C. Roberto Villarreal Garza



Coasesor
M.C. Guadalupe E. Cedillo Garza



Coasesor
M.C. Benito S. Garza Espinosa



Vo.Bo.
M.C. Roberto Villarreal Garza
División de Estudios de Postgrado

San Nicolás de los Garza, N.L. a 23 de Junio de 1998

PRÓLOGO

La tecnología de la hidráulica industrial está firmemente arraigada en nuestra economía global. Su uso no marca límites o fronteras, ya que la importancia que la hidráulica industrial tiene es tal que se ha estandarizado internacionalmente. El conocimiento técnico acerca de la aplicación y uso de líquidos y agentes transmisores de potencia ha hecho que los trabajos en los que se requiere potencia, fuerza, movimiento, automatización, o alguna otra necesidad industrial sean cada vez más sencillos y fáciles de llevar a cabo.

Con la estandarización y la expansión que ha tenido la hidráulica industrial, ha traído consigo que cada vez haya más y mejores facilidades para la educación y capacitación para técnicos, gente de mantenimiento, ingenieros y operadores de maquinaria.

Esta tesis es realizada con la esperanza de que venga a llenar un espacio en el campo de la educación, que sea útil al joven aprendiz y tal vez al diseñador de componentes hidráulicos. La práctica de estándares no puede ser universalmente satisfactoria si no se sigue un programa de entrenamiento para familiarizar a los usuarios con el arte de conocer la hidráulica industrial.

CONTENIDO

Capítulo	Página
PROLOGO	
SÍNTESIS	i
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo de la tesis	2
1.2. Justificación de la tesis	2
1.3. Metodología	3
2. FUNDAMENTOS DE LA POTENCIA FLUIDA	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Mecánica de los fluidos	6
2.2.1. Fuerza usada para desarrollar presión	6
2.2.2. Presión usada para desarrollar fuerza	8
2.2.3. Movimiento del pistón	11
2.2.4. Prensa hidráulica	12
2.2.5. Multiplicación de presiones	15
2.3. Compresibilidad de los fluidos	16
2.3.1. La ley de Boyle para gases ideales	16
2.4. Teorema de Bernoulli	17
2.5. Efectos de la temperatura sobre los gases ideales	18
2.5.1. Ley de Charles	18
2.5.2. Ley de Gay Lussac	19
2.6. Presión de un fluido	19
2.7. Manómetros	20
2.7.1. Manómetros con tubo de bourdón	21

2.7.2.	Manómetros con cápsula o placa	23
2.7.3.	Manómetro de émbolo	24
3.	TEORÍA SOBRE LOS FLUIDOS HIDRÁULICOS	25
3.1.	Antecedentes	25
3.2.	Tipos generales de fluidos hidráulicos	26
3.2.1.	Fluidos en base a aceite de petróleo	26
3.2.2.	Fluidos ignífugos	27
3.3.	Características y requisitos	28
3.4.	Viscosidad	29
3.5.	Índice de Viscosidad	32
3.6.	Aceites multigrados	33
3.7.	Aditivos	34
4.	SÍMBOLOS HIDRÁULICOS	36
4.1.	Antecedentes	36
4.2.	Bombas y motores hidráulicos	37
4.3.	Válvulas de vías	38
4.4.	Formas de accionamiento de una válvula	41
4.4.1.	Accionamiento con fuerza muscular	41
4.4.2.	Accionamiento mecánico	42
4.4.3.	Símbolo general	43
4.5.	Válvulas reguladoras de presión	43
4.6.	Válvulas reguladoras de caudal	45
4.7.	Válvulas de cierre	47
4.8.	Cilindros	49
4.8.1.	Cilindros de simple efecto	49
4.8.2.	Cilindros de doble efecto	50
4.9.	Transmisión y preparación de energía	51
4.10.	Equipos de medición	53
4.11.	Combinación de equipos	54

5.	BOMBAS Y MOTORES HIDRÁULICOS	55
5.1.	Antecedentes	55
5.2.	Bombas	55
5.3.	Parámetros importantes en las bombas	56
5.3.1.	Volumen de expulsión	57
5.3.2.	Presión de trabajo	58
5.3.3.	Giro de la bomba	59
5.3.4.	Grados de eficiencia	60
5.3.5.	Potencia de la bomba	60
5.4.	Curva característica de la bomba	61
5.5.	Clasificación de las bombas	62
5.5.1.	Bombas rotatorias	63
5.5.2.	Bombas reciprocantes	70
5.5.3.	Bombas centrífugas	71
5.6.	Motores hidráulicos	73
5.7.	Clasificación de los motores hidráulicos	77
6.	ACTUADORES HIDRÁULICOS	79
6.1.	Tipos de actuadores hidráulicos	79
6.2.	Cilindros hidráulicos	80
6.2.1.	Pistones de simple efecto	80
6.2.2.	Pistones de doble efecto	81
6.2.3.	Cilindros de simple efecto	82
6.2.4.	Cilindros de doble efecto	84
6.2.5.	Circuito Bypass integrado	85
6.2.6.	Cilindro telescópico	86
6.3.	Motores hidráulicos (de accionamiento rotativo)	87
6.3.1.	El principio en el cual se basa el motor de émbolos axiales	88
6.3.2.	Motor hidráulico de engranes	91
6.4.	Motores de doble aspa de giro limitado	92
6.4.1.	Motor de doble aspa de giro limitado	92

6.4.2.	Motor con pistón dual y cremallera	93
7.	LIQUIDO A PRESIÓN, DEPÓSITO HIDRÁULICO Y ACUMULADORES HIDRÁULICOS	95
7.1.	El liquido a presión	95
7.2.	Depósito hidráulico	99
7.3.	Acumuladores hidráulicos	103
7.3.1.	Funciones que desempeña	103
7.3.2.	Tipos de acumuladores	104
7.3.3.	Acumulador de pesos muertos o pesado	104
7.3.4.	Acumulador de resorte cargado	106
7.3.5.	Acumulador cilíndrico de gas	107
7.3.6.	Acumuladores de diafragma y de bolsa	109
8.	FILTROS, SELLOS Y ACCESORIOS	113
8.1.	Antecedentes	113
8.1.1.	Filtros	113
8.1.2.	Grado de filtración	114
8.1.3.	Filtración del aceite de retorno al depósito o descarga	115
8.1.4.	Filtraje de la aspiración	116
8.1.5.	Filtros de presión	118
8.1.6.	Materiales de los filtros	119
8.1.7.	Indicadores del grado de suciedad	124
8.2.	Sistemas de refrigeración	125
8.3.	Sistemas de calefacción	127
8.4.	Juntas	127
8.5.	Amortiguación de posiciones finales en cilindros hidráulicos	129
8.6.	Evacuación de aire	130
8.7.	Acoplamientos	131
9.	VÁLVULAS HIDRÁULICAS Y ALGUNAS APLICACIONES EN CIRCUITOS HIDRÁULICOS	132
9.1.	Curva característica de una bomba hidráulica	132

9.2.	Válvula limitadora de presión, de accionamiento directo	135
9.3.	Válvula de bloqueo antirretorno	137
9.3.1.	Válvula antirretorno, desbloqueable hidráulicamente	138
9.4.	Válvula de secuencia (mando en función de la presión)	141
9.5.	Válvula de estrangulación y antorretorno regulable	145
9.6.	Regulador de caudal, de dos vías	
	(o válvula reguladora de caudal de presión compensada)	148
9.6.1.	Válvula de estrangulación	151
9.6.2.	Válvula de estrangulación regulable	152
9.6.3.	Válvula de orificio regulable	153
9.7.	Motor hidráulico (de giro limitado)	156
9.8.	Cilindro diferencial	158
10.	DIMENSIONADO DE TUBERÍAS Y PERDIDA DE PRESIÓN EN VÁLVULAS, TUBERÍAS Y OTROS ELEMENTOS	162
10.1.	Tubos flexibles	163
10.1.1.	Selección de tubos flexibles	164
10.1.2.	Defniciones	165
10.2.	Tubos rígidos	170
10.3.	Tipos de caudal	172
10.4.	Fricción, calor, pérdida de presión	175
10.5.	Resistencia al flujo de tuberías	177
10.6.	Pérdida de presión por desvíos	179
10.7.	Pérdida de presión en las válvulas	180
10.7.1.	Dimensiones nominales	180
10.8.	Regla para el cálculo de resistencias	181
11.	FÓRMULAS PARA CALCULAR EL CIRCUITO HIDRÁULICO	187
11.1.	Potencia	187
11.2.	Grado de eficiencia	189
11.3.	Cálculo del diámetro del émbolo considerando grados de eficiencia	191
11.4.	Resistencia al pandeo	193

12. CASO PRÁCTICO	199
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	216
13.1. Conclusiones	216
13.2. Recomendaciones	217
BIBLIOGRAFÍA	219
LISTA DE FIGURAS	220
LISTA DE TABLAS	223
APÉNDICE 1 (FIGURAS Y TABLAS SUPLEMENTARIAS)	224
APÉNDICE 2 (GLOSARIO)	231
RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO	235

SÍNTESIS

En la presente tesis se dará un repaso de las bases o fundamentos de la potencia fluida, profundizando sobre todo en el área de la hidráulica; se conocerá la forma de operar de los diferentes componentes y sistemas hidráulicos de tal manera de tener un programa de estudio completo.

Se dan a conocer las bases para la selección y uso de los diferentes elementos de control en un sistema de potencia oleohidráulica, así como también las bases para el diseño y cálculo del mismo sistema. El primer capítulo da una breve introducción sobre la hidráulica y sus aplicaciones, el objetivo de la tesis, la justificación de la misma y la metodología a utilizar.

El segundo capítulo da a conocer las leyes y bases utilizadas por los fluidos como la ley de Pascal, principio de Bernoulli, así como las relaciones matemáticas involucradas con la transmisión de energía hidráulica. Como por ejemplo como se usa fuerza para desarrollar presión y como usar presión para producir fuerza. Otra relación que se estudia es la relativa al movimiento del pistón con respecto a su diámetro o área, aprovechando este tema se estudia también el principio de funcionamiento de la prensa hidráulica. Se analiza el efecto multiplicador de presiones, la compresibilidad de los fluidos con las leyes para gases ideales como la ley de Boyle, de Gay Lussac y de Charles (donde se ve el efecto de la temperatura sobre gases ideales). Se estudia también la presión de un fluido en reposo así como diferentes tipos de manómetros. Se incluyen algunos ejemplos resueltos.

En seguida el capítulo tres en el cuál se da una introducción a los fluidos más usados en los sistemas de transmisión de potencia oleohidráulica se estudian sus propiedades,

características, los diferentes tipos de fluidos hidráulicos, el concepto de viscosidad, el índice de viscosidad, aceites multigrados y algunos tipos de aditivos. Se incluyen tablas comparativas y de clasificación de aceites.

El cuarto capítulo da una introducción a la simbología dada por la norma DIN ISO 1219, la cuál da símbolos sencillos para poder interpretar los esquemas hidráulicos y conocer su respectiva función.

Las características, capacidades, grados de eficiencia y funcionamiento de varios tipos de bombas o máquinas de fluido presurizado son descritos con detalle en el quinto capítulo, como primer paso en la cadena de transmisión de potencia hidráulica. Además en este capítulo se estudian varios tipos de actuadores rotatorios como último paso en la misma cadena de transmisión de potencia. Este tipo de actuador se le conoce también como motor hidráulico.

Actuadores o motores hidráulicos lineales son tratados en el capítulo seis. Se ven diferentes tipos y se da a conocer su funcionamiento básico. El motor hidráulico rotatorio que se estudió en el capítulo anterior, aquí se ven otros detalles así como del motor hidráulico de giro limitado.

En el capítulo siete se abordan los siguientes temas: Las funciones que realiza el líquido a presión en el sistema hidráulico, el depósito hidráulico donde se señalan todas sus piezas y las funciones que realizan, el efecto de cavitación, acumuladores hidráulicos de los cuales se estudian las funciones que desempeñan, los tipos más conocidos y además su construcción y funcionamiento.

Los filtros, sellos y accesorios se estudian en el capítulo ocho, así como también los sistemas de refrigeración y de calefacción.

El capítulo nueve trata sobre las válvulas básicas de control hidráulico, de flujo, de presión y de velocidad, se ve su construcción, el funcionamiento y su aplicación en diferentes circuitos especializados.

El dimensionado de las tuberías, los tipos de tuberías y materiales de que están hechos así como los tipos de acoplamientos y conexiones son tratados en el capítulo diez. También se da a conocer la forma de calcular el tipo de caudal en las tuberías y las pérdidas de presión que en ellas se producen, así como codos, válvulas y otros elementos. También se realiza un ejercicio en el cuál se calcula la presión mínima que debe ajustarse en una válvula limitadora de presión para que un sistema hidráulico funcione adecuadamente.

En el capítulo once, se dan las fórmulas y recomendaciones para llevar a cabo el cálculo de la potencia hidráulica y potencia mecánica que se desarrollan en un sistema de potencia oleohidráulico. Así como también los grados de eficiencia volumétrica, hidráulica - mecánica y total que manejan las bombas y motores hidráulicos. Se ve la forma de calcular el diámetro del émbolo del actuador y el diámetro del vástago comprobado por resistencia al pandeo, los tipos de sujeción del cilindro hidráulico y también el caudal que fluye en el sistema así como las velocidades de avance y retroceso del pistón del actuador hidráulico lineal.

En el capítulo doce, por último se desarrolla el caso práctico que consiste en el cálculo completo de un sistema de potencia oleohidráulico.

Las conclusiones y recomendaciones se dan en capítulo trece.