

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA MECÁNICA



DISEÑO DE UN DISPOSITIVO MECÁNICO PARA
FACILITAR EL TRANSPORTE EN “HUARO” A
TRAVÉS DEL RÍO MAYO, EN EL CASERÍO DE LAS
FLORES DEL RÍO MAYO.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO

AUTOR:

BACH. DAVID DIAZ RAMOS

ASESOR:

ING. TEÓFILO MARTÍN SIFUENTES HINOSTROZA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE EQUIPOS Y MÁQUINAS

TARAPOTO – PERÚ

2013

DEDICATORIA

A MIS PADRES; que me entregaron todo su amor, su esfuerzo y sacrificio, para permitirme culminar mis estudios y obtener mi profesión de INGENIERO MECÁNICO

Esta tesis es fruto de un trabajo completo, lleno de experiencias humanas y académicas, cada una de ellas con su profunda enseñanza.

En primer lugar, este largo proceso no se hubiera podido llevar a cabo sin el apoyo y la confianza incondicional de toda mi familia, siempre presente para sentir mis penas y mis alegrías, sin importar el tiempo que no podía estar a su lado. Gracias familia por creer en mí.

Félix Diaz Pérez

Clementina Ramos Segura

La Facultad de Ingeniería

La Universidad César Vallejo

AGRADECIMIENTO

A Dios

A mis padres

Por su ayuda, apoyo y comprensión, en el cumplimiento de uno de mis objetivos en la vida, gracias por ser mi soporte en todos estos años de estudios.

A los profesores por su paciencia y porque dejaron todo en las aulas y nos ilustraron con sus conocimientos para lograr este objetivo tan anhelado.

PRESENTACIÓN

El presente plan tiene la intención de aportar una forma alternativa para mitigar el transporte precario en el Caserío de las Flores del Río Mayo, ya que este vehículo o unidad de transporte por el uso diario e indispensable requiere de este dispositivo mecánico para que facilite al poblador su viaje sin inconvenientes, puesto que actualmente el transportarse es toda una odisea.

Para el diseño de este dispositivo mecánico se cuenta con parámetros técnicos, se determinan las propiedades físicas, se cumple con todos los requisitos como la aplicación de diversos cálculos cinemáticos propios de la física, usados en el diseño para que el producto final tenga el valor referencial y la calidad del producto cumpla con los estándares internacionales.

También se muestran todas las etapas del diseño del dispositivo exterior y se presentan los materiales con la innovación aplicada para cumplir las metas trazadas.

Y en la parte final también se enfocan conclusiones, recomendaciones que se obtuvieron en la elaboración del proyecto, se mencionan las referencias bibliográficas que se utilizaron en este documento, por último se incluyen los anexos y apéndices empleados, en la elaboración del diseño del proyecto total hasta cumplir los objetivos trazados.

Índice

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
PRESENTACIÓN	IV
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
1. INTRODUCCIÓN	XVI
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1.1. Realidad problemática	17
1.1.2. Justificación	18
1.1.3. Antecedentes	19
1.1.4. Objetivos	21
1.2. MARCO REFERENCIAL	21
1.2.1. Marco teórico científico	21
1.2.2. Marco Conceptual	74
➤ Polea o carrete	74
➤ Jaula	74
➤ Caja reductora	74
➤ Cojinete	74
➤ Manivela	74
➤ Bisel	74
➤ Brida	74
➤ Carcasa	74
➤ Cinemática	74
➤ Involuta	75
➤ Módulo	75
➤ Paso circular	75
➤ Paso diametral	75
➤ Torsión	75
➤ Circunferencia de paso	75
2. MARCO METODOLÓGICO	76
2.1. Diseño de Ejecución.	76

2.1.1.	Objetivos del estudio	76
2.1.2.	Métodos	76
2.1.3.	Método de investigación	76
2.1.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	76
2.1.5.	Métodos de análisis de datos.....	76
3.	RESULTADOS	78
3.1.	Parámetros técnicos y fuerza requerida	78
3.1.1.	Cálculo del peso de la jaula (huaro).....	78
3.1.2.	Cálculo para encontrar el peso del cable del huaro (jaula)	82
3.1.3.	Hallamos la fuerza requerida por el dispositivo mecánico.	84
3.1.4.	Encontramos el trabajo requerido del dispositivo mecánico.	84
3.1.5.	Encontramos la potencia mecánica del dispositivo mecánico:	85
3.1.6.	Se encuentra la velocidad de desplazamiento del dispositivo mecánico:	85
3.1.7.	Se encuentra la velocidad angular del carrete del dispositivo mecánico:	86
3.1.8.	Encontramos las revoluciones del carrete:.....	86
3.1.9.	Ecuación para encontrar la relación de transmisión:	86
3.2.	Cálculo de los elementos de la caja reductora	89
3.2.1.	Cálculos sobre la base de un módulo $3.0 \text{ mm} = 0.003\text{m}$	89
3.2.2.	Análisis de fuerzas del mecanismo sobre la base de los datos obtenidos con el módulo 3.0 94	
3.2.3.	Cálculo de las reacciones en los apoyos, cortante y momento flexionante en el tornillo sinfin: 97	
3.2.4.	Analizando el sistema con la carga F en dirección del eje Y negativo.....	101
3.2.5.	Analizando el sistema con la carga F en dirección del eje Y positivo.....	105
3.2.6.	Analizando el sistema con la carga F en dirección del eje X positivo.....	108
3.2.7.	Analizando el sistema con la carga F en dirección del eje X negativo.....	110
3.2.8.	Cálculo de los diámetros del tornillo sinfin	114
3.2.9.	Verificando el diámetro al centro del tornillo sinfin.....	115
3.2.10.	Para el diámetro $D3 = 0.025 \text{ m}$ Con un radio de acorde $r = 0.001 \text{ m}$	117
3.2.11.	Para el diámetro (D2) de 24 mm (0.024 m) con un radio acorde (r) de 1mm (0.001 m) 118	
3.2.12.	Cálculos referentes al chavetero del tornillo sinfin.....	120
3.2.13.	Cálculo de los rodamientos en el tornillo sinfin	122
3.2.14.	Cálculo de las reacciones en los apoyos, cortante y momento flexionante en el eje de la	

corona dentada del mecanismo reductor.....	124
3.2.15. Analizando el sistema con la carga F en dirección del eje Y negativo	130
3.2.16. Analizando el sistema con la carga F en dirección del eje Y positivo	133
3.2.17. Analizando el sistema con la carga F en dirección del eje Z positivo	136
3.2.18. Analizando el sistema con la carga F en dirección del eje Z negativo	139
3.2.19. Cálculo de los diámetros del eje de la corona dentada	142
3.2.20. Para el diámetro de 0.03 m a 0.024 m de la izquierda, con un radio de acorde (r) de 0.001 m	144
3.2.21. Para el diámetro de 0.04 m a 0.042 m de la izquierda, con un radio acorde (r) de 0.001 m	146
3.2.22. Para el diámetro de 0.035 m a 0.06 m de la izquierda, con un radio acorde (r) de 0.001 m tenemos:	147
3.2.23. Para el diámetro de 0.035 m a 0.077 m de la izquierda, lugar donde ocurre el mayor momento flexionante en el eje:	148
3.2.24. Para el diámetro de 0.034 m a 0.095 m de la izquierda, con un radio de acorde (r) de 0.001 m	149
3.2.25. Para el diámetro de 0.032 m a 0.115 m de la izquierda, con un radio de acorde (r) de 0.001 m	150
3.2.26. Para el diámetro de 0.032 m a 0.125 m de la izquierda lugar donde se inicia el chavetero	151
3.2.27. Cálculos referentes al chavetero de la rueda dentada	152
3.2.28. Cálculo de los rodamientos en el eje de la corona del tornillo sinfin	154
3.2.29. Descripción de las piezas que conforman la caja reductora y costo	157
3.3. Calculo de la resistencia del carrete al esfuerzo	157
3.3.1. Descripción de las piezas que conforman el carrete y costo.....	159
3.4. Descripción de motor y generador costo	159
3.5. Costo de plano de estudio topográfico.....	159
3.6. Costo total de gastos para el proyecto.....	159
4. DISCUSIÓN / CONTRASTACIÓN	160
5. CONCLUSIONES.....	161
6. SUGERENCIAS.....	162
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	163
8. ANEXOS	164
a.	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Especificaciones AGMA para dientes de engrane a altura total	36
Tabla II: Ángulos de presión y alturas de diente recomendados para mecanismos de tornillo sinfín	39
Tabla III: Eficiencia del mecanismo de tornillo sinfín para $\mu = 0.05$	43
Tabla IV: Valores del factor de forma y para mecanismos de tornillo sinfín	45
Tabla V: Factor de materiales K_s , para mecanismos de tornillo sinfín cilíndricos	47
Tabla VI: Factor de corrección de la relación de velocidades K_m	47
Tabla VII: Factor de velocidad k_v	48
Tabla VIII: Coeficientes de concentración de tensiones de fatiga respecto al módulo de la sección del área completa para ejes con chaveteros y cargados por flexión	64
Tabla IX: Valores de orientación para f_L y valores usuales en el cálculo	68
Tabla X: Características de los rodamientos FAG de rodillos cónicos	70
Tabla XI: Fuerza axial F_a , que debe tomarse en el cálculo de la carga dinámica equivalente ...	72
Tabla XII: Especificaciones acerca del acero VCN	166
Tabla XIII: Diámetros mínimos recomendados de las poleas para motores eléctricos de uso general, en centímetros	167
Tabla XIV: Propiedades típicas de algunas aleaciones a base de cobre	168

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Motor eléctrico	26
Figura 2: Alambre toron.....	27
Figura 3: Componentes de los cables	28
Figura 4: Jaula estacionada	30
Figura 5: Pasajeros haciendo uso del transporte	30
Figura 6: Mecanismo de tornillo sinfín de tipo simplemente envolvente.....	37
Figura 7: Nomenclatura de un mecanismo de tornillo del tipo simplemente envolvente.....	38
Figura 8: Ancho de cara FG de la rueda del sinfín.....	39
Figura 9: Esquema del cilindro de paso de un sinfín en el que se indican las fuerzas que ejerce la rueda sobre él.....	42
Figura 10: Componentes de velocidad en un mecanismo de sinfín	44
Figura 11: Valores representativos del coeficiente de fricción para mecanismos de sinfín, basados en la existencia de una buena lubricación.....	44
Figura 12: Capacidad de disipación de calor en la envolvente de los tornillos A, sin ventilador; B, con ventilador en el eje del tornillo	50
Figura 13: Eje circular sometido a un momento torsor	52
Figura 14: Relaciones entre las ecuaciones de potencia.....	54
Figura 15:(a), (B) Tensiones en un elemento de la superficie de un eje.....	55
Figura 16: Diagrama de tensiones de trabajo para carga no constante.....	57
Figura 17: Relación entre el límite de fatiga y la resistencia a la tracción para Probetas sin muesca en flexión alternativa	58
Figura 18: Elemento cargado por tensiones variables	59
Figura 19: Coeficiente de concentración de tensión K para diferentes valores del radio r para barra redonda en flexión al aplicar la tensión en la sección del diámetro d.....	61
Figura 20: Coeficientes de concentración de tensiones K_t para ejes circulares de dos diámetros al aplicar el esfuerzo cortante en la sección de diámetro d.....	61
Figura 21: Tipos de chavetas.....	63
Figura 22: Fuerzas que actúan sobre la chaveta.....	63
Figura 23: Tipos de chaveteros ensayados para determinar los efectos de las concentraciones de tensiones	65
Figura 24: Condiciones de carga en los rodamientos cónicos	71
Figura 25: Esquema de distribución de fuerzas del mecanismo de engrane y tornillo sinfín.....	95
Figura 26: Dibujo previo del engrane y tornillo sinfín	98
Figura 27: Esquema de fuerzas en el tornillo sinfín	101
Figura 28A. Diagrama de la cortante y momento flexionante en el plano Y con la carga F en dirección de Y negativa	103
Figura 29A. Diagrama de la cortante y momento flexionante en el plano Y con la carga F en dirección de Y positiva.....	106
Figura 30A. Diagrama de la cortante y momento flexionante en el plano Y con la carga F en dirección de X positiva.....	109
Figura 31A. Diagrama de la cortante y momento flexionante en el plano Y con la carga F en dirección de X negativa	112
Figura 32: Eje y corona dentada	126
Figura 33: Esquema de fuerzas en la corona dentada.....	129
Figura 34: A. Diagrama de la cortante y momento flexionante en el plano Y con la carga F en dirección de Y negativa.....	131
Figura 35: A. Diagrama de la cortante y momento flexionante en el plano Y con la carga F en dirección de Y positiva.....	134

Figura 36: A. Diagrama de la cortante y momento flexionante en el plano Y con la carga F en dirección de Z positiva.	137
Figura 37: A. Diagrama de la cortante y momento flexionante en el plano Y con la carga F en dirección de Z negativa	140

LISTA DE SÍMBOLOS
Símbolo Significado

θ_n	Ángulo de presión
η	Eficiencia
λ	Ángulo de avance
σ	Esfuerzo por flexión
μ	Coefficiente de fricción
ψ_G	Ángulo de la hélice
A_c	Superficie de la caja o envolvente
ΔT	Diferencia de temperatura
C	Distancia entre centros
C_o	Capacidad de carga estática
C_l	Velocidad de enfriamiento
C_S	Coefficiente de seguridad
d	Diámetro
d_G	Diámetro de paso del engranaje
d_w	Diámetro de paso del tornillo sinfín
D_w	Diámetro exterior del tornillo sinfín
D_G	Diámetro exterior del engranaje
F_a	Fuerza axial
F_G	Ancho de cara de la rueda del sinfín
F_r	Fuerza radial
F_S	Factor de seguridad
f_s	Factor de esfuerzos estáticos
f_L	Factor de esfuerzos dinámicos
f_n	Factor de velocidad
G	Módulo de elasticidad en cortadura
J	Momento polar de inercia
K	Coefficiente de concentración de tensiones en flexión
K_t	Coefficiente de concentración de tensiones en torsión
L	Avance

M	Momento flexionante
Mav	Momento medio
Mr	Momento variable
m	Módulo
N	Número de dientes
Nw	Número de entradas sinfín
P	Carga dinámica equivalente
Po	Carga estática equivalente
PT	Paso transversal circular
PX	Paso axial
pc	Paso circular
pd	Paso diametral
Rv	Relación de velocidad
rent	Radio de entrada
rsal	Radio de salida
Sav	Esfuerzo medio
Ss	Esfuerzo cortante
Ssmax	Esfuerzo cortante máximo
Sr	Esfuerzo variable
Syp	Esfuerzo de fluencia
T	Torque
Tav	Torque medio
Tent	Torque de entrada
Tsal	Torque de salida
Tr	Torque variable
VG	Velocidad en la línea de paso de engrane
VM	Ventaja mecánica
Vw	Velocidad en la línea de paso del sinfín
W	Carga puntual
Wf	Fuerza de fricción
WWT	Carga tangencial del sinfín
WGTF	Carga máxima a transmitir de acuerdo al esfuerzo de fluencia
w	Velocidad angular

wsal **Velocidad angular de salida**

went **Velocidad angular de entrada**

RESUMEN

Para el diseño de este dispositivo mecánico de gran necesidad para este caserío, se realizó un levantamiento topográfico para que los datos que se obtengan sean reales y lo más exactos posibles.

En el diseño de este dispositivo mecánico a base de un motor, una caja reductora de engrane y tornillo sinfín, se debe tener diversos conocimientos sobre las diferentes áreas de la ingeniería mecánica, principalmente las de diseño de elementos de máquinas y procesos de manufactura.

Para que el lector se familiarice con el desarrollo de este trabajo, primeramente se dan los conocimientos básicos acerca de lo que son los engranajes, su funcionamiento, las normas por las cuales se rige su diseño, los diferentes tipos, su aplicación y funcionamiento.

En lo que se refiere al proyecto en sí, se procede a una recopilación teórica sobre el diseño de: tornillo sinfín, engranes para tornillo sinfín, ejes, chaveteros, rodamientos y otros, así como los métodos a utilizar para el cálculo de cada uno de los elementos que conformaran el reductor y sus componentes del dispositivo mecánico.

ABSTRACT

For the design of this mechanical device of great need for this village was made a survey to obtain data that are real and as accurate as possible.

The mechanical design of the device based on a gearbox motor and worm gear, you must have knowledge of several different areas of mechanical engineering, especially the design of machine elements and manufacturing processes.

So that the reader is familiar with the development of this paper, we first give the basic knowledge about what are the gears, its operation, the rules that govern their design, different types, its implementation and operation.

In regards to the project itself, we proceed to a theoretical about designing: worm, worm gears to shafts, keyways, bearings and other, as well as the methods used to calculate each elements that will make up the gearbox and mechanical components