RESUMEN

El presente trabajo desarrolla un sistema que ayudará a personas que prescinden de sus extremidades inferiores o de su movimiento, a trasladarse a diversos lugares de una forma más independiente.

En este proyecto se describe el diseño de un mecanismo que les permita conducir autos automáticos, partiendo de factores humanos en razón al diseño de los elementos para la conducción de este tipo de autos.

Para ello se revisarán los fundamentos teóricos necesarios para el diseño y selección de cada una de las partes del mecanismo, se incluirá también información sobre las fuerzas que puede ejercer el cuerpo humano, defiriéndome exclusivamente a sus extremidades, resultando al final, un sistema cómodo, sencillo y de excelente presentación al conductor.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN II

ÍNDICE GENERAL III

ABREVIATURAS IV

SIMBOLOGÍA V

ÍNDICE DE FIGURAS VI

ÍNDICE DE TABLAS VII

ÍNDICE DE PLANOS VIII

INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO 1

1. INFORMACIÓN GENERAL 3

1.1. Determinación de la características técnicas para factores humanos determinados 3

1.2. Justificación del proyecto 4

CAPITULO 2

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LAS PARTES CONSTITUYENTES DEL SISTEMA 5

2.1.Columnas 5

2.2. Articulaciones de rótula 11

2.3. Resortes 17

2.3.1. Resortes de torsión helicoidales 22

2.4. Antropometría y factores humanos 26

CAPITULO 3

3. DISEÑO DEL MECANISMO 34

3.1. Diseño de forma. Determinación de fuerzas 34

3.2. Selección de materiales. Matriz decisión 36

3.3. Cálculo para la selección de barra al freno y aceleración 36

3.4. Cálculo para selección de rótulas 42

3.5. Cálculo para la selección del resorte 44

CAPITULO 4

4. COSTOS 45

4.1. Análisis de costos 45

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 46

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

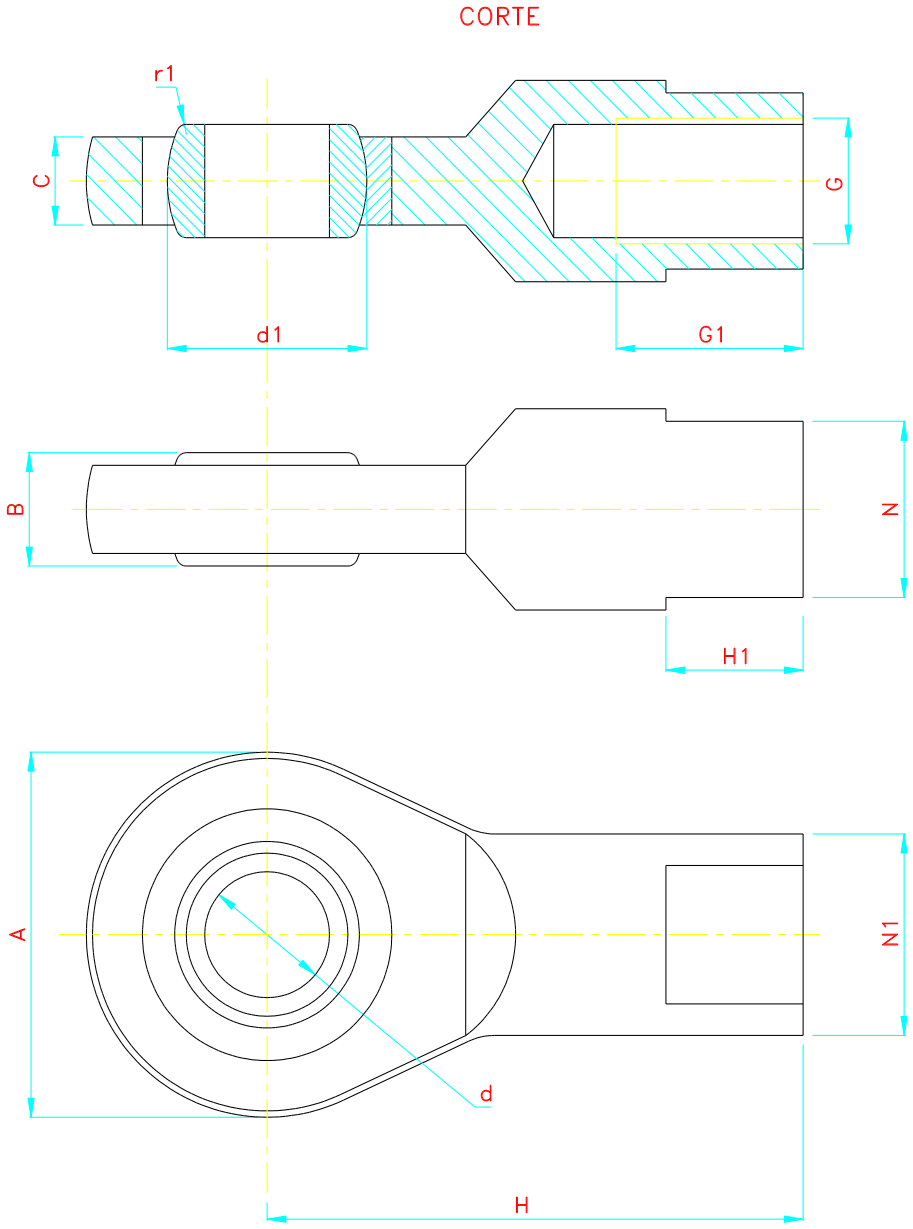
APÉNDICE A

DATOS GENERALES DE TUBOS ESTÁNDAR COMERCIALES (1)

(1) Manual del Ingeniero Mecánico, Novena Edición. Volumen No. 1, pág 8-162.

APÉNDICE B

DIMENSIONES GENERALES DE RÓTULAS



(2) RODAMIENTOS FAG, Catálogo de rodamientos, Tercera Edición. Volumen No. 1, pág 366.

APÉNDICE C

ARTICULACIONES DE RÓTULA CON VÁSTAGO

ACERO CON ACERO.(2)

d	d1	A	B	C	G	G1	H	H1	N	N1	r1	Angulo de inclinación	Capacidad de carga	
													dinamica	estatica
mm													C	Co
6	10	21	6	5	M6	11	30		9	11	0.5	13	0.93	10.2
	10	21	6	5	M6	16	36				0.5	13	0.93	1.2
8	13	24	8	6	M8	15	36		11	13	0.5	15	1.53	13.7
	13	24	8	6	M8	21	42				0.5	15	1.53	13.7
10	16	29	9	7	M10	15	43	11	14	16	0.8	12	2.16	20
	16	29	9	7	M10	26	48				0.8	12	2.16	20
12	18	34	10	8	M12	18	50	12	17	19	0.8	11	29	27
	18	34	10	8	M12	28	54				0.8	11	2.9	27
15	22	40	12	10	M14	21	61	14	19	22	0.8	9	4.65	32
	22	40	12	10	M14	34	63				0.8	9	4.65	32
17	25	46	14	11	M16	24	67	15	22	25	0.8	10	5.85	39
	25	46	14	11	M16	36	69				0.8	10	5.85	39
20	29	53	16	13	M20x1.5	30	77	16	24	28	0.8	9	8.15	57
	29	53	16	13	M20x1.5	43	78				0.8	9	8.15	57
25	35.5	64	20	17	M24x2	36	94	18	30	35	0.8	8	13.4	86.5
	35.5	64	20	17	M24x2	53	94				0.8	8	13.4	86.5
30	40.7	73	22	19	M30x2	45	110	19	36	42	0.8	6	17.3	104
	40.7	73	22	19	M30x2	65	110				0.8	6	17.3	104

---

(2) RODAMIENTOS FAG, Catálogo de rodamientos, Tercera Edición. Volumen No. 1, pag 366.

APÉNDICE D

HOJA DE CÁCULO PARA SELECCIÓN DE RESORTE.(3)

DATOS

E =	3.00E+07	Lb/plg 2	
A =	186	Kpsi	
d =	0.7874	plg	asumido/aleatorio
m =	0.163		
N =	1.5	vueltas	
F =	5.68	Nt	aplica la mano al volante
L =	340	mm	
Di =	30	mm	asumido

d plg	Sut Kpsi	Sy=0.78Sut Kpsi	M=F*r/1000 Nt - m	M Lb - plg	D plg	C	Ki
0.78740	193.38953	150.84383	1.93120	17.06830	1.96850	2.50000	1.43333
	d1 plg		k' Lb - plg	n espiras	0 grados	Di' plg	Di' mm
	0.11821		361622.18723	0.00005	0.017	1.18107	29.99906
d plg	Sut Kpsi	Sy=0.78Sut Kpsi	M=F*r/1000 Nt - m	M Lb - plg	D plg	C	Ki
0.11821	193.38953	150.84383	1.93120	17.06830	1.29932	10.99120	1.07279
	d1 plg		k' Lb - plg	n espiras	0 grados	Di' plg	Di' mm
	0.10733		278.33710	0.06132	22.07606	1.13471	28.82172
d plg	Sut Kpsi	Sy=0.78Sut Kpsi	M=F*r/1000 Nt - m	M Lb - plg	D plg	C	Ki
0.10733	193.38953	150.84383	1.93120	17.06830	1.28843	12.00428	1.06626
	d1 plg		k' Lb - plg	n espiras	0 grados	Di' plg	Di' mm
	0.10711		190.74238	0.08948	32.21406	1.11461	28.31108
d plg	Sut Kpsi	Sy=0.78Sut Kpsi	M=F*r/1000 Nt - m	M Lb - plg	D plg	C	Ki
0.02540	193.38953	150.84383	1.93120	17.06830	1.20650	47.50009	1.01602
	d1 plg		k' Lb - plg	n espiras	0 grados	Di' plg	Di' mm
	0.10540		0.63887	26.71636	9617.88792	0.06279	1.59482

---

(3) JOSEPH EDWARD SHIGLEY, Diseño en Ingeniería Mecánica, Quinta Edición. Cuarta Edición en español, Capítulo 10 pag 496 - 501.

APÉNDICE E

HOJA DE COSTOS DEL MECANISMO EN ACERO INOXIDABLE

CANT	DESCRIPCION DE LA PIEZA	ESPESOR (mm)	PESO TOTAL (Kg)	COSTO DEL MATERIAL INOXIDABLE POR Kg	UNIDAD	COSTO TOTAL DEL SISTEMA EN MATERIAL INOXIDABLE
4	ROTULAS DE 10 mm			36,000.00	Sucres/unidad	144,000.00
1	TUBO DE D. 1/8" C.40			80,000.00	Sucres/mt	64,000.00
1	EJE		1.27	45,000.00	Sucres/Kg	57,035.95
1	BARRA	60.00	3.60	45,000.00	Sucres/Kg	162,000.00
1	PLACA	5.00	0.09	45,000.00	Sucres/Kg	4,218.75
1	BARRA	12.00	0.12	45,000.00	Sucres/Kg	5,346.00
1	VARILLA		0.01	45,000.00	Sucres/Kg	399.52
	COSTO TOTAL DEL MATERIAL					437,000.22
	COSTO MANODE OBRA POR 5 DIAS LABORABLES					500,000.00
	SUMA DE COSTOS					**937,000.22**

ÍNDICE DE PLANOS

Plano SA-00-00 Sistema adaptable a autos automáticos para que conduzcan inválidos.
Plano SA-01-00 Rótula.
Plano SA-02-00 Brazo de empuje al acelerador.
Plano SA-03-00 Barra al acelerador.
Plano SA-04-00 Barra de empuje al acelerador.
Plano SA-05-00 Barra al freno.
Plano SA-06-00 Sujeción del sistema.
Plano SA-07-00 Posición y ubicación del sistema.

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 2.1. Factores que intervienen en la excentricidad de las cargas en las columnas....6
Figura 2.2. Columna con extremos articulados....8
Figura 2.3. Efecto de n en el valor de la carga....8
Figura 2.4. Esfuerzo de trabajo para columnas (especificaciones AISC) de diferentes tipos de acero....11
Figura 2.5. Tipos de rótula....12
Figura 2.6. Tipos de resortes....19
Figura 2.7. Tipos de resortes de torsión....22
Figura 2.8. Posiciones óptimas de la pierna y el pie en la posición sentado....28
Figura 2.9. Esfuerzo de las piernas y resistencia de los pedales....29
Figura 2.10. Esfuerzo de los brazos y niveles de resistencia....32
Figura A.1. Diseño de forma....35

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla I Valores de longitud efectiva según las condiciones de sujeción 9
Tabla II Valores de X y Y para los cálculos de carga dinámica 14
Tabla III Valores de K_1, K_T y s 16
Tabla IV Especificaciones de materiales de resortes 20
Tabla V Constantes para calcular resistencias de tensión mínimas de los aceros comunes para resortes 21
Tabla VI Datos para cálculos de resortes según la teoría de distorsión 25
Tabla VII Matriz decisión.....36
Tabla VIII Selección de columna (barra de aceleración).....40
Tabla IX Equivalente hueco (barra de aceleración 40
Tabla X Selección de columna (barra del freno) 41
Tabla XI Equivalente hueco (barra del freno).....42

ABREVIATURAS

cm^4	Centímetro a la cuarta
ft	Pie
ft^2	Pie cuadrado
Kg	Kilogramo
Lb	Libra
m	Metro
m^2	Metro cuadrado
m^4	Metro a la cuarta
mm	Milímetro
Nt	Newton
plg	Pulgada
$pulg^2$	Pulgada Cuadrada
PTFE	Politetrafluoretileno

SIMBOLOGÍA

A	Área
C	Carga dinámica y subíndice del resorte
Cc	Relación de esbeltez
Co	Capacidad de carga estática
D	Diámetro medio
D_i	Diámetro interior del resorte sin carga
D’	Diámetro interior cuando está con carga
E	Módulo de Elasticidad
F_s	Factor de seguridad
I	Momento de Inercia
k’	Módulo del resorte
K	Factor de concentración del esfuerzo
K_1	Factor para la dirección de la carga,
K_T	Factor para la temperatura de servicio
L	Longitud
Le	Longitud efectiva
M	Momento
n	Número de espiras
N	Número de vueltas o espiras en el resorte sin carga
N’	Número de espiras cuando está cargado
P	Carga crítica
P_o	Carga estática equivalente
r	Radio de giro
s	Factor para la relubricación.
S_{ut}	Resistencia a la tensión
S_{yt}	Resistencia a la fluencia
Z	Duración de servicio
$\sigma_{flexión}$	Esfuerzo de flexión
$\sigma_{proporcionalidad}$	Esfuerzo de proporcionalidad
σ_{pc}	Esfuerzo en el punto de Cedencia
σ_T	Esfuerzo de trabajo
θ	Deformación angular

DEDICATORIA

A MI MADRE, a quien debo todo lo que he logrado y alcanzado en mi vida.

A MI HERMANO, quien siempre me apoyó y sentí como a un padre.

A MIS TÍOS, quienes colaboraron siempre para la culminación de mis estudios.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al ING. FREDDY CEVALLOS Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Mario Patiño A.
PRESIDENTE

Ing. Freddy Cevallos B.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Manuel Helguero G.
VOCAL

Ing. Edmundo Villacís M. (+)
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Graduación ESPOL).

Jenny Vicuña F.

BIBLIOGRAFÍA

1. JOSEPH EDWARD SHIGLEY, Diseño en Ingeniería Mecánica, Quinta Edición.

2. MARKS, Manual del Ingeniero Mecánico, Novena Edición. Grupo Editorial McGraw-Hill.

3. FERDINAND L. SINGER, Resistencia de materiales, Tercera Edición. Grupo Editorial Harla.

4. EDGOR P. POPOV, Introducción a la Mecánica de Sólidos, Primera Edición. Grupo Editorial Limusa.

5. Catálogo de rodamientos FAG, Capítulo 15, pág 342.

6. WILLIAM F. H. PURCELL, Factor Humano y Diseño de Equipo Industrial. Publicado por la Sociedad Americana de Ingenieros de Agricultura.