

## **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

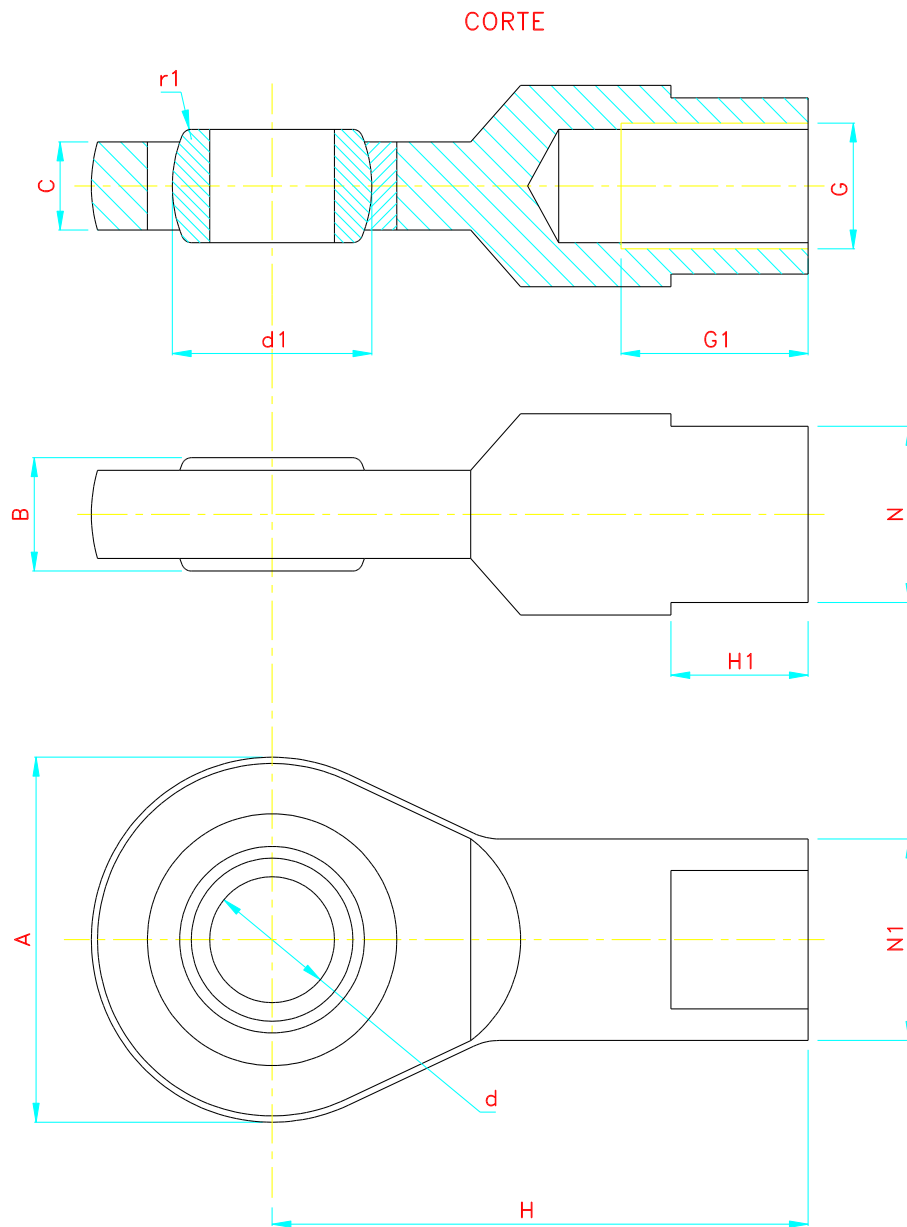
## **APÉNDICE A**

### **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 mm	d1	A	B	C	G	G1	H	H1	N	N1	r1	Angulo de inclinación	Capacidad de carga	
													dinamica C	estatica 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	2.9	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 CÁLCULO PARA SELECCIÓN DE RESORTE.(3)

<b>DATOS</b>							
<b>E =</b>	3.00E+07 Lb/plg 2						
<b>A =</b>	186 Kpsi						
<b>d =</b>	0.7874 plg		asumido/aleatorio				
<b>m =</b>	0.163						
<b>N =</b>	1.5 vueltas						
<b>F =</b>	5.68 Nt		aplica la mano al volante				
<b>L =</b>	340 mm						
<b>Di =</b>	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
<b>COSTO TOTAL DEL MATERIAL</b>						<b>437,000.22</b>
<b>COSTO MANODE OBRA POR 5 DIAS LABORABLES</b>						<b>500,000.00</b>
<b>SUMA DE COSTOS</b>						<b>937,000.22</b>

## 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 $K_L$ , $K_T$ 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 <sup>4</sup>	Centímetro a la cuarta
ft	Pie
ft <sup>2</sup>	Pie cuadrado
Kg	Kilogramo
Lb	Libra
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>4</sup>	Metro a la cuarta
mm	Milímetro
Nt	Newton
plg	Pulgada
pulg <sup>2</sup>	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 <sub>i</sub>	Diámetro interior del resorte sin carga
D'	Diámetro interior cuando está con carga
E	Módulo de Elasticidad
F <sub>s</sub>	Factor de seguridad
I	Momento de Inercia
k'	Módulo del resorte
K	Factor de concentración del esfuerzo
K <sub>1</sub>	Factor para la dirección de la carga,
K <sub>T</sub>	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 <sub>o</sub>	Carga estática equivalente
r	Radio de giro
s	Factor para la lubricación.
S <sub>ut</sub>	Resistencia a la tensión
S <sub>yt</sub>	Resistencia a la fluencia
Z	Duración de servicio
$\sigma_{\text{flexión}}$	Esfuerzo de flexión
$\sigma_{\text{proporcionalidad}}$	Esfuerzo de proporcionalidad
$\sigma_{\text{pc}}$	Esfuerzo en el punto de Cedencia
$\sigma_T$	Esfuerzo de trabajo
$\theta$	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.