

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**PONTIFICIA**  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
**DEL PERÚ**

**DISEÑO DEL SISTEMA MECÁNICO DE UN EQUIPO PARA  
REHABILITACIÓN DE LA MUÑECA USANDO  
MECANISMOS PARALELOS**

**ANEXOS**

**Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico,  
que presenta el bachiller:**

**BRIAN DAVID PAJARES CORREA**

**ASESOR: Ing. Dante Elías Giordano**

**Lima, julio del 2017**

## ANEXO

### ANEXO A. Componentes y materiales usados en el diseño de la máquina

#### 1. Motores eléctricos de pasos bipolares marca SureStep

##### Características

- Cuatro motores paso a paso estándares para cubrir un amplio rango de aplicaciones
- El estilo cuadrado de la carcasa produce un alto torque y logra una mejor relación de volumen a torque
- Rebordes o bridas de montaje NEMA 17, 23 y 34
- Rangos de torque con el eje detenido desde 83 a 434 onzas-pulgada o 0,59 hasta 3,06 N-m
- Cable del motor con conector, de 12 pulgadas de largo
- Cable de extensión de 20 pies (6 metros) con conector

NEMA 17  
STP-MTR-17048



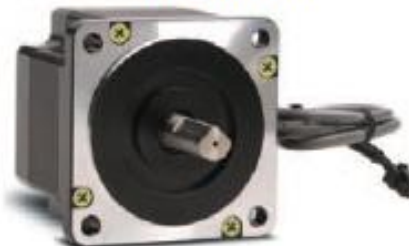
NEMA 23  
STP-MTR-23055



NEMA 23  
STP-MTR-23079



NEMA 34  
STP-MTR-34066



Cable de extensión  
STP-EXT-020



## Especificaciones

Especificaciones del motor paso a paso <i>SureStep™</i>				
Números de artículo	STP-MTR-17048	STP-MTR-23055	STP-MTR-23079	STP-MTR-34066
Flanje del Motor	NEMA 17	NEMA 23	NEMA 23	NEMA 34
	0,59 N-m	1,29 N-m	2,08 N-m	3,06 N-m
Torque de eje determinado máxmo	83 onzas-pulgada	166 onzas-pulgada	276 onzas-pulgada	434 onzas-pulgada
	5,2 libras-pulgada	11,4 libras-pulgada	18,4 libras-pulgada	27,1 libras-pulgada
Inercia del rotor	0,0000068 kg-m <sup>2</sup>	0,000027 kg-m <sup>2</sup>	0,000047 kg-m <sup>2</sup>	0,00014 kg-m <sup>2</sup>
	0,45 oz-in <sup>2</sup>	1,483 oz-in <sup>2</sup>	2,596 oz-in <sup>2</sup>	7,66 oz-in <sup>2</sup>
	0,00006 lb-in-s <sup>2</sup>	0,00024 lb-in-s <sup>2</sup>	0,00042 lb-in-s <sup>2</sup>	0,0012 lb-in-s <sup>2</sup>
Corriente nominal	2,0 A/fase	2,8 A/fase	2,8 A/fase	2,8 A/fase
Angulo del paso básico	1,8° (motores bifásicos con cable con conector)			
Peso	210 gramos 0,7 lbs	457 gramos 1,50 lbs	1 Kg 2,2 lbs	1,17 Kg 3,85 lbs
Tolerancia del eje	0,0508 mm o 0,002 pulgadas			
Juego radial del eje @ fuerza de 1 libra	0,0254 mm o 0,001 pulgadas máximas			
Perpendicularidad	0,0762 mm o 0,003 pulgadas			
Concentricidad	0,0508 mm o 0,002 pulgadas			
Temperatura de operación	-20 °C a 50 °C (La temperatura externa del motor debe mantenerse abajo de 100 °C (212 °F))			
Fuerza máxima radial	1,82 Kg o 6 lbs	4,57 Kg o 15 lbs	4,57 Kg o 15 lbs	11,89 Kg o 39 lbs
Fuerza máxima axial	1,82 Kg o 6 lbs	3,96 Kg o 13 lbs	3,96 Kg o 13 lbs	7,62 Kg o 25 lbs
Clase de aislación	Clase B 130 °C			
Aprobación de Agencia	CE (cumple con EN55014-1 (1993) y EN60034-1.5.11)			
Cable de extensión (motor al accionamiento)	6 metros o 20 pies - Número de artículo STP-EXT-020			

## 2. Actuador lineal eléctrico SKF

### Linear actuator

#### CAHB-10 series

#### Benefits

- ACME screw drive
- Extension tube (aluminium)
- Protection tube (aluminium)
- Zinc alloy gear housing
- Powder metal gears
- Self-locking



Stroke (mm)*	50	100	150	200	250	300
Retracted length (L1)	158	209	260	311	362	413

\* Tolerance: S and L1: ± 2,0 mm

Technical data		Unit	CAHB-10... 1	CAHB-10... 2	CAHB-10... 3	CAHB-10... 4	CAHB-10... 5
Push load	N		120	240	500	750	1 000
Pull load	N		120	240	500	750	1 000
Speed (full load to no load)	mm/s		45 to 56	24 to 30	13 to 16	8 to 10	6 to 8
Stroke	mm		50 to 300	50 to 300	50 to 300	50 to 300	50 to 300
Retracted length	mm		-*	-*	-*	-*	-*
Voltage	V DC		12 or 24	12 or 24	12 or 24	12 or 24	12 or 24
Power consumption	W		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Current consumption	12 V DC	A	3,5	3,2	3,0	2,8	2,6
	24 V DC	A	2,2	2,0	1,8	1,8	1,6
Duty cycle	%		25	25	25	25	25
Ambient temperature	°C		-40 to +85	-40 to +85	-40 to +85	-40 to +85	-40 to +85
Type of protection	IP		66	66	66	66	66
Weight (at 300 mm stroke)	kg		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Color	-		Silver	Silver	Silver	Silver	Silver

\* see above table

### 3. Juntas universales Lovejoy



### Universal Joints D and HD Type Dimensional Data

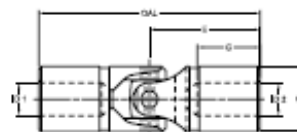
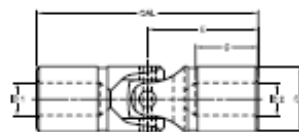
#### D Type

- Standard industrial type universal joint with pin & block design
- The D Type is ideal for applications with angles up to 25° and speeds of up to 1,750 RPM
- Available in your choice of round, hex, splined, or keyway bore
- Boot retaining grooves are standard. See page UJ-11 for selection of on-site replaceable universal joint boots
- Lubrication is required for optimal wear – boots and lubricant extend universal joint life



#### HD Type

- The HD Type universal joint has induction hardened yoke ears provide longer life than standard D Type
- The hardened yokes are matched fitted with the universal components
- HDD and HDDX drive line assemblies can also be provided to increase life of your drive line or drive shaft
- Available in your choice of round, hex, splined, or keyway bore
- Boot retaining grooves are standard. See page UJ-11 for selection of on-site replaceable universal joint boots
- Lubrication is required for optimal wear – boots and lubricant extend universal joint life



## D and HD Type Dimensional Data

Size	OAL	E	C	Std Bore	ID1 - ID2			OD	Static <sup>a</sup> Breaking Torque	Weight						
					Max Bore No Keyway	Max Bore with Keyway	Max Square/ Hex Hole			Solid	Bored					
Solid Bored	In	Main Pin Height In	Bore Depth In	In	In	In	In	In-lb	Nm	Lbs	Lbs					
D-1	D-1B	1.75	.88	.56	.19	.25	6	110	12	.05	.04					
D-2	D-2B	2.00	1.00	.62	.25	.38	9	378	42	.10	.08					
D-3	D-3B	2.25	1.12	.68	.31	.50	12	540	61	.17	.15					
D-4	D-4B	2.68	1.34	.88	.38	.62	15	768	86	.20	.25					
D-5	D-5B	3.00	1.50	.88	.44	.69	17	86	1,176	132	.45	.37				
D-6	D-6B	3.38	1.68	1.00	.50	.75	19	56	1,560	176	.65	.55				
D-7	D-7B	3.50	1.75	1.00	.56	.88	22	62	1,560	325	.85	.71				
D-8	D-8B	3.75	1.88	1.06	.62	1.00	25	.75	1,8	5,220	580	1.11	.94			
D-10	D-10B	4.25	2.12	1.18	.75	1.12	28	.88	21	.75	1,9	7,920	896	1.80	1.50	
D-11	D-11B	5.00	2.50	1.38	.88	1.25	31	1.00	25	.88	22	1,75	10,680	1,206	3.00	2.50
D-12	D-12B	5.44	2.72	1.50	1.00	1.50	38	1.19	30	1.00	25	2.00	15,600	1,762	4.20	3.50
D-13	D-13B	7.00	3.50	2.00	1.25	1.75	44	1.50	39	1.12	38	2.50	30,120	3,742	8.50	7.20
D-14	D-14B	9.06	4.53	2.75	1.50	2.00	50	1.81	48	1.38	35	3.00	65,400	7,989	16.00	13.00

Notes: ■ \* indicates: This is not a recommended operating torque.  
 ■ 3 indicates: Square and hex bores are measured across the flats.  
 ■ Operation of all universal joints is determined by the angle/speed combinations of the application. Consult Lovjoy Engineering for specific limitations and recommendations.  
 ■ Applications that fall outside the limitations of these tables should be referred to Lovjoy Engineering for assistance.

UJ-8

336

630-852-0500

## 4. Planchas de acero ASTM A36 comercializadas por aceros Arequipa

## PLANCHAS Y BOBINAS LAMINADAS EN CALIENTE

## Planchas Delgadas LAC



Planchas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación, de espesores menores que 4.75 mm.

DIMENSIONES NOMINALES (1)	
Calidad Comercial PDLAC 1011 TB (mm)	Calidad Estructural PDLAC A36 (mm)
1.8 x 1,000 x 2,400	3.0 x 1,500 x 6,000
1.9 x 1,000 x 2,400	4.0 x 1,500 x 6,000
2.0 x 1,100 x 2,400	4.5 x 1,200 x 2,400
2.0 x 1,200 x 2,400	4.5 x 1,200 x 6,000
2.2 x 1,200 x 2,400	4.5 x 1,500 x 6,000
2.3 x 1,200 x 2,400	
2.4 x 1,200 x 2,400	
2.5 x 1,200 x 2,400	
2.8 x 1,200 x 2,400	
2.9 x 1,200 x 2,400	
3.0 x 1,200 x 2,400	
4.0 x 1,200 x 2,400	
4.4 x 1,200 x 2,400	

## NORMAS TÉCNICAS:

Comercial : ASTM A1011 TB  
 Estructural : ASTM A36

## PROPIEDADES MECÁNICAS:

Comercial:  
 Límite de Fluencia mínimo = 2,110 - 3,510 kg/cm<sup>2</sup> (\*)  
 Alargamiento en 50 mm = 25.0 % mínimo (\*)  
 Doblado = a 180°

Estructural  
 Límite de Fluencia mínimo = 2,550 kg/cm<sup>2</sup> (\*)  
 Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,610 kg/cm<sup>2</sup>  
 Alargamiento en 50 mm = 20.0 % mínimo  
 Doblado = a 180° (opcional).  
 Diámetro Pin = 3e. Sentido Laminación

(\*) Referencial  
 (1) Previa consulta y a pedido, también se suministra en otras longitudes.

## USOS:

Construcción de silos, embarcaciones pesqueras, vagones, estructuras y usos en general.

## 5. Tubos que se va a utilizar LAC A500.

## Tubo LAC A500



Designación Nominal	Dimensión Exterior (mm)	ESPESORES (mm)						
		1.8	2	2.3	2.5	3	3.3	4
1/2"	21.3	0.866	0.952		1.159			
3/4"	26.7	1.105	1.218		1.492			
1"	33.4	1.403	1.549		1.905	2.249		
1 1/4"	42.2	1.793	1.983		2.448	2.900		
1 1/2"	48.3	2.064	2.284	2.609	2.824	3.351	3.662	
2"	60.3	2.597	2.876		3.564	4.239		
2 1/2"	73.0		3.502		4.347	5.179		
3"	88.9		4.285		5.327	6.355		
4"	114.3		5.539		6.892	8.234	9.034	
CIUAD. O.D.	4"	101.6						12.133

## NORMAS TÉCNICAS DE FABRICACIÓN:

Las dimensiones, pesos y espesores se fabrican según la Norma ASTM A500.

## DESCRIPCIÓN:

Tubo para estructura fabricado con acero al carbono laminado en caliente (LAC), utilizando el sistema de soldadura por resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW). Las secciones de fabricación pueden ser redondas y cuadradas.

## PRESENTACIÓN:

Longitud:  
 Tubos Redondos : 6.40 m.  
 Tubos Cuadrados y Rectangulares : 6 m.  
 Otras longitudes a pedido.

Acabado de extremos : Refrentado (plano), limpio de bordes.  
 Recubrimiento : Negro  
 Galvanizado (solo tubo redondo).

## USOS:

Estructuras livianas diversas, tijerales, postes, etc.

## PROPIEDADES MECÁNICAS:

Redondo:  
 Resistencia a la Tracción = 310 Min. Mpa  
 Límite de Fluencia = 228 Min. Mpa  
 Cuadrado y Rectangular:  
 Resistencia a la Tracción = 310 Min. Mpa  
 Límite de Fluencia = 269 Min. Mpa