



## Anexos

Diseño de un sistema mecatrónico de izaje de luminarias de naves industriales

**Sergio Zavaleta Camacho** ▶ Pontificia Universidad Católica del Perú

## Anexo 1: Diseño del sistema de carga

El sistema debe ser capaz de contar con la potencia necesaria para izar adecuadamente las luminarias industriales. La marca Philips en su gama de luminarias industriales recomienda su modelo Cabana para naves a gran altura, de los diversos modelos que se comercializan la BY150P es la de mayor masa: 9.8 kilogramos.

El cable de izaje debe, además de suministrar la corriente eléctrica de alimentación a la luminaria, ser capaz de soportar una fuerza de tracción igual al peso de la luminaria, además de su propio peso para 20 metros del mismo. Los cables URSUS 0,6 del fabricante ARISTONCAVI cuentan con las necesidades requeridas. Así, el fabricante proporciona las siguientes características para seleccionar un modelo de cable.

Propiedades del cable	Sección de cable		
	3x6 mm <sup>2</sup>	3x10 mm <sup>2</sup>	3x16 mm <sup>2</sup>
Diámetro externo del cable (mm)	16.1	19.6	21.8
Peso aproximado (kg/km)	450	680	890
Tracción máxima (N)	360	600	960

Tabla A1.1: Propiedades del cable de izaje del sistema mecatrónico. Fuente: Elaboración propia.

Cada modelo de cable cuenta con un peso y resistencia a la tracción diferente. Las características del cable seleccionado deberán cumplir:

$$(m_{luminaria} + m_{cable}) * g = \frac{F_T \text{ máx}}{FS}$$

Donde:

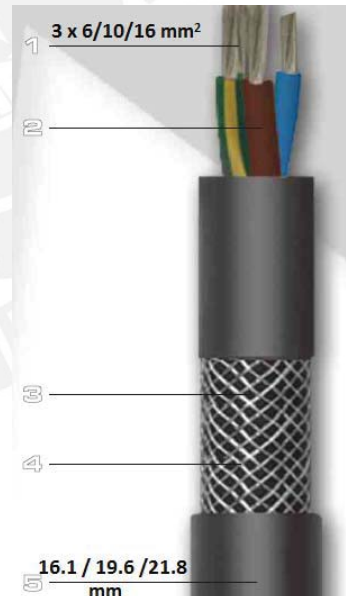
$m_{luminaria}$ : masa de la luminaria (kg)

$m_{cable}$ : masa del cable (kg)

$g$ : aceleración de la gravedad = 9.81 m/s<sup>2</sup>

$F_T \text{ máx}$ : fuerza de tracción máxima (N)

FS: factor de seguridad a la tracción



Se obtuvieron los siguientes resultados:

	Masa del cable (kg)	Fuerza de carga (N)	FS
3x6 mm <sup>2</sup>	9.00	184.428	1.95
3x10 mm <sup>2</sup>	13.60	229.554	2.61
3x16 mm <sup>2</sup>	17.80	270.756	3.55

Tabla A1.2: Factor de seguridad del cable de izaje del sistema mecatrónico. Fuente: Elaboración propia.

Se requiere que el sistema sea capaz de transportar verticalmente la carga para una nave industrial de 20 m de altura en un periodo de tiempo alrededor de dos minutos.

Además, el sistema debe ser capaz de asegurar la integridad física de la luminaria en caso de un corte eléctrico, es decir, evitar que la luminaria caiga por su propio peso ante la ausencia de electricidad. Por lo cual una transmisión de tornillo sinfín – corona, debido a su conducción en un solo sentido, es adecuada de tal manera que si el sistema deja de funcionar el sistema se trabará impidiendo la caída de la luminaria y asegurando la protección del motor.

Según los requerimientos presentados se selecciona un motor con reductor tornillo sinfín – corona integrado (motorreductor) con las siguientes características:

Características del motorreductor	
Torque (kgf-cm)	104.5
Velocidad (RPM)	49
Potencia (W)	150

Tabla A1.3: Características del motorreductor del sistema mecatrónico.  
Fuente: Elaboración propia.

Se cumple que:

$$r * (m_{luminaria} + m_{cable}) * g \leq T_{carga}$$

Donde:

r: radio máximo de carga

T<sub>carga</sub>: torque de carga del sistema

Se utilizará un par de engranajes con una reducción de velocidad de índice 4 para aumentar la capacidad de carga del sistema. De esta manera las características del sistema de carga serán las siguientes:

Características del sistema de carga	
Torque de carga (kgf-cm)	418
Torque de carga (N-m)	40.99
Radio de carga máximo (m)	0.1786

Tabla A1.4: Características del sistema de carga.  
Fuente: Elaboración propia.

El cable se enrollará o desenrollará según el usuario requiera que la luminaria ascienda o descienda. Para ello se dispone de un eje de sección circular, de tal manera que el cable al estar desenrollado totalmente, se enrolle primero sobre el eje en forma de espiras formando una capa de cable. Posteriormente el resto del cable se enrollará sobre la misma capa de cable y así sucesivamente formándose un arreglo de capas de cable enrolladas.

Es indispensable que el número de capas de cable no sea muy elevada, puesto que de lo contrario el radio de carga sería muy variable en el tiempo y por lo tanto el punto de operación del motor sería inestable, afectando las condiciones de torque y velocidad de operación. Para ello se propone utilizar un eje de 10 centímetros de radio y 20 centímetros de longitud. El diámetro externo del cable seleccionado es de 1.96 cm por lo que en una capa la distribución del cable enrollado por capas sería de la siguiente manera:

Capa	Radio de carga (cm)	Perímetro de la espira (cm)	Longitud de cable almacenada (cm)	Longitud de cable acumulada (cm)
Capa 1	10.00	62.83	628.32	628.32
Capa 2	11.96	75.15	751.47	1379.79
Capa 3	13.92	87.46	874.62	2254.41
Capa 4	15.88	99.78	997.77	3252.18
Capa 5	17.84	112.09	1120.92	4373.10

Tabla A1.5: Disposición de capas del enrollamiento del cable de izaje.  
Fuente: Elaboración propia.

Según esta configuración los 20 metros de cable se enrollan en tres capas. Sin embargo, debido a la naturaleza aleatoria del enrollamiento el sistema se diseña con capacidad para enrollar dos capas extra de seguridad.

Teniendo en cuenta que:

$$\omega_{carga} = \frac{\omega_{motorreductor}}{4}$$

$$r_{medio} = \frac{r_{eje} + r_{capa\ 3}}{2}$$

$$v = \omega_{carga} * r_{medio}$$

Donde:

$\omega_{motorreductor}$ : velocidad angular del motorreductor (rad/s)

$\omega_{carga}$ : velocidad angular del eje de carga (rad/s)

$r_{medio}$ : radio de carga promedio.

$r_{eje}$ : radio del eje = 10.00 cm.

$r_{capa\ 3}$ : radio de carga con el cable enrollado = 13.92 cm

v: velocidad de carga aproximada

Así:

Velocidad del motorreductor (RPM)	49
Velocidad angular del motorreductor (rad/s)	5.13
Velocidad angular de carga (rad/s)	1.28
Velocidad aproximada de carga (cm/s)	15.34

Tabla A1.6: Velocidad del sistema de carga  
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se tiene que:

$$t_{carga} = \frac{h}{v}$$

Donde:

h: altura de operación del sistema.

$t_{carga}$ : tiempo aproximado del ascenso o descenso.

Se obtienen los siguientes tiempos de acuerdo a la altura de la nave industrial donde opere el sistema mecatrónico.

Altura (m)	Tiempo (s)
8	52.1
10	65.2
12	78.2
14	91.2
16	104.3
18	117.3
20	130.4

Tabla A1.7: Tiempos del sistema de carga.

Fuente: Elaboración propia.

La velocidad de carga del sistema es de 0.15 m/s, por lo tanto tardará poco más de un minuto para una carrera de 10 metros y poco más de dos minutos para una carrera de 20 metros. Así por ejemplo, si la altura a la que la luminaria debe operar es a veinte metros, el sistema tardará menos de cinco minutos en trasladar la luminaria de ida y vuelta. Si el servicio de mantenimiento es realizado en cinco minutos, el tiempo total de servicio del mantenimiento sería de 10 minutos.

## Anexo 2: Dimensionamiento y cálculo de engranajes

### Análisis Estático [15]

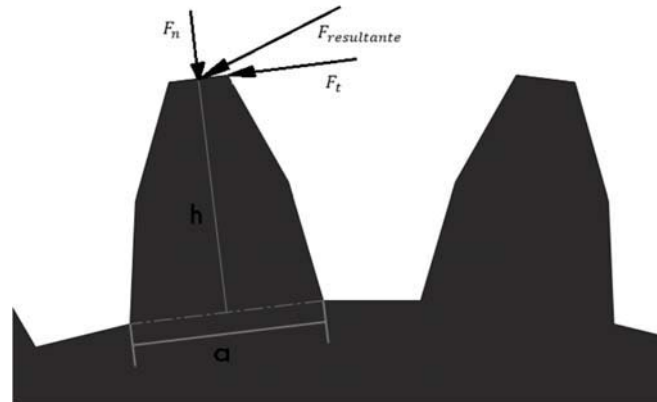


Figura A2.1: Diagrama de fuerzas presentes en un diente de un engranaje.

Considerando solo la flexión en el diente debido a la fuerza tangencial ( $F_t$ ), el mayor esfuerzo se genera en la base del diente y se puede determinar de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{M}{I} \frac{a}{2} \quad (\text{A2.1})$$

Donde:

M: momento flector que actúa en el diente.

$$M = F_t h \quad (\text{A2.2})$$

I: Inercia del diente  
h: altura del diente  
a: base del diente

La inercia del diente se considera como el de una barra y se puede aproximar a:

$$I = \frac{b a^3}{12} \quad (\text{A2.3})$$

Donde:

b: ancho de la cara o profundidad del diente

Reemplazando la ecuación (A2.2) en (A2.1), tenemos:

$$\sigma = \frac{6 F_t h}{b a^2} \quad (\text{A2.4})$$

Además, el coeficiente de forma o coeficiente de Lewis depende puramente de la geometría y está determinado por:

$$y = \frac{a^2}{6 P h} \quad (A2.5)$$

Donde:

P: Paso diametral

Considerando un ángulo de presión ( $\rho$ ) de  $20^\circ$  para este tipo de engranajes, el coeficiente de Lewis puede ser calculado directamente mediante la siguiente formula:

$$y = \frac{Z}{7 (Z + 8)} \quad (A2.6)$$

Despejando convenientemente  $a^2/6h$  de la ecuación (A2.4) y reemplazando en la ecuación (A2.3), el esfuerzo quedaría representado de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{F_t}{b P y} \quad (A2.7)$$

Finalmente, la relación entre el paso (P) y el modulo es la siguiente:

$$P = \pi m \quad (A2.8)$$

Donde:

m: módulo del engranaje

Reemplazando (A2.6) en (A2.5), obtenemos:

$$\sigma = \frac{F_t}{b \pi m y} \quad (A2.9)$$

Estas ecuaciones serán usadas para calcular el ancho de la cara (b), el modulo del engranaje y el número de dientes para todos los engranajes del sistema mecatrónico presentado.

## Análisis por fatiga

El diente experimenta una flexión siempre en el mismo sentido cada vez que traspasa la zona del engrane. Por lo que el esfuerzo es pulsante puro, a continuación se presenta una gráfica del esfuerzo en el tiempo.

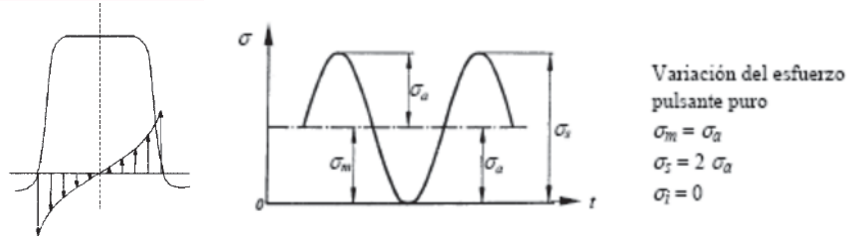


Figura A2.2: Variación del esfuerzo pulsante puro en los engranajes. Fuente: [11] Rodríguez, Jorge - PUCP.

Donde:

- $\sigma_m$ : Esfuerzo medio
- $\sigma_a$ : Esfuerzo alternante
- $\sigma_s$ : Esfuerzo superior
- $\sigma_i$ : Esfuerzo inferior

Se puede determinar los esfuerzos alternantes ( $\sigma_a$ ) y medios ( $\sigma_m$ ) a partir del esfuerzo superior ( $\sigma_s$ ).

Además, para el esfuerzo alternante es necesario considerar ciertos factores:

$$\sigma'_{fa} = \frac{\beta}{C_s C_t C_{temp} C_{carg} C_c} \sigma_{fa}$$

Donde:

- $\beta$ : Factor de concentración de esfuerzos
- $C_s$ : Coeficiente de acabado superficial
- $C_t$ : Coeficiente de tamaño
- $C_{temp}$ : Coeficiente de temperatura
- $C_{carg}$ : Coeficiente de tipo de carga
- $C_c$ : Coeficiente de confiabilidad estadística

Para determinar el factor de seguridad, se debe determinar el esfuerzo alternante equivalente y el esfuerzo medio equivalente, debido a todas las cargas presentes.

$$\sigma'_{a eq} = \sqrt{(\sigma'_{na} + \sigma'_{fa}) + 3\tau'_{ta}^2}$$

$$\sigma_{m eq} = \sqrt{(\sigma_{nm} + \sigma_{fm}) + 3\tau_{tm}^2}$$

Como en estos casos no existe esfuerzo normal ni esfuerzo debido a la torsión, los esfuerzos equivalentes serían:

$$\sigma'_{a eq} = \sigma'_{fa}$$

$$\sigma_{m eq} = \sigma_{fm}$$

Según el diagrama de Haigh, el factor de seguridad está dado por la siguiente ecuación de la recta, denominada línea de sobrecarga:



$$\frac{1}{FS} = \frac{\sigma'_{a eq}}{\sigma_{ALT}} + \frac{\sigma_{m eq}}{\sigma_B}$$

Donde:

$\sigma_{Alt}$ : Esfuerzo alternante permisible del material.

$\sigma_B$ : Esfuerzo último a tracción del material.

Para efectos prácticos, se puede obtener el valor del  $\sigma_{Alt}$  del material empleando la siguiente relación:

Material	$\sigma_{Alt}$	
Aceros	$\sigma_{Alt} = 0,5 \sigma_B$	si $\sigma_B \leq 1400 \text{ N/mm}^2$
	$\sigma_{Alt} = 700 \text{ N/mm}^2$	si $\sigma_B > 1400 \text{ N/mm}^2$
hierros y aceros fundidos	$\sigma_{Alt} = 0,45 \sigma_B$	si $\sigma_B \leq 600 \text{ N/mm}^2$
	$\sigma_{Alt} = 275 \text{ N/mm}^2$	si $\sigma_B > 600 \text{ N/mm}^2$

Figura A2.3: Relación de  $\sigma_{ALT}$  y  $\sigma_B$ . Fuente: [11] Rodríguez, Jorge - PUCP.

## Cálculo del engranaje E1

### Condiciones

De la especificación del motorreductor se tiene un momento torsor de 104.5 kg-cm, o lo que es lo mismo 10,247.95 N-mm. Se ha considerado un diámetro primitivo de 30 mm para el engranaje E1. De tal manera:

$$M_t = \frac{F_{tE1} D_{pE1}}{2}$$

Donde:

$F_{tE1}$ : Fuerza tangencial del engranaje E1

$D_{pE1}$ : Diámetro primitivo del engranaje E1

$M_t$ : Momento torsor del Motorreductor

$M_t$ : Momento torsor (N-mm)	10,247.95
$D_{pE1}$ : Diámetro primitivo (mm)	30
$F_{tE1}$ : Fuerza tangencial del engranaje E1 (N)	683.20

Tabla A2.1: Condiciones para dimensionamiento del engranaje E1.

Fuente: Elaboración propia.

Para el dimensionamiento de los engranajes se ha seleccionado el acero AISI 4340, comúnmente usado para este tipo de elementos de máquinas. Según el tamaño del engranaje se tienen las siguientes propiedades mecánicas del material:

Esfuerzo de fluencia (MPa)	885
Esfuerzo último a tracción (MPa)	1080
Esfuerzo alternante permisible(MPa)	540

Tabla A2.2: Características mecánicas del acero AISI 4340.

Fuente: Elaboración propia.

### Análisis estático

Aplicando las ecuaciones antes mencionadas, obtenemos los siguientes resultados:

Esfuerzo (MPa)					
z	30	24	20	17	15
y	0.1128	0.1071	0.1020	0.0974	0.0932
Ancho de la cara (b) (mm)	Módulo				
	1	1.25	1.5	1.75	2
10	192.82	162.38	142.08	127.58	116.71
15	128.55	108.25	94.72	85.05	77.81
20	96.41	81.19	71.04	63.79	58.35
25	77.13	64.95	56.83	51.03	46.68
30	64.27	54.13	47.36	42.53	38.90

Tabla A2.3: Esfuerzos calculados para el engranaje E1. Fuente: Elaboración propia

Factor de seguridad					
Ancho de la cara (b) (mm)	Módulo				
	1	1.25	1.5	1.75	2
10	4.59	5.45	6.23	6.94	7.58
15	6.88	8.18	9.34	10.41	11.37
20	9.18	10.90	12.46	13.87	15.17
25	11.47	13.63	15.57	17.34	18.96
30	13.77	16.35	18.69	20.81	22.75

Tabla A2.4: Factor de seguridad estático calculado para el engranaje E1.

De este cuadro seleccionamos para un módulo igual a 2, 15 dientes y un ancho de la cara (b) de 10 mm un F.S. de 7.58, sin embargo será necesario realizar el análisis por fatiga.

### Análisis por fatiga

Considerando los siguientes coeficientes:

Coefficiente	Valor	Justificación
$\beta$	1	No se considera concentrador de esfuerzos
$C_s$	0.9	Se considera una superficie rectificada
$C_t$	1	El fabricante brinda la resistencia para distintos tamaños
$C_{temp}$	1.01	Se espera trabajar a 50° como máximo
$C_{carg}$	1	Solo existe esfuerzo por flexión
$C_c$	0.814	Confiability del 99%

Tabla A2.5: Coeficientes para el análisis por fatiga del engranaje E1. Fuente: Elaboración propia

Aplicando las ecuaciones y coeficientes antes mencionados, obtenemos lo siguiente:

Esfuerzo medio equivalente (Mpa)					
Ancho de la cara (b) (mm)	Módulo				
	1	1.25	1.5	1.75	2
10	96.41	81.19	71.04	63.79	58.35
15	64.27	54.13	47.36	42.53	38.90
20	48.21	40.59	35.52	31.90	29.18
25	38.56	32.48	28.42	25.52	23.34
30	32.14	27.06	23.68	21.26	19.45

Tabla A2.6: Valores de los esfuerzos medios equivalentes para el engranaje E1.

Esfuerzo alternante equivalente (Mpa)					
Ancho de la cara (b) (mm)	Módulo				
	1	1.25	1.5	1.75	2
10	130.30	109.72	96.01	86.21	78.86
15	86.87	73.15	64.01	57.47	52.58
20	65.15	54.86	48.00	43.11	39.43
25	52.12	43.89	38.40	34.48	31.55
30	43.43	36.57	32.00	28.74	26.29

Tabla A2.7: Valores de los esfuerzos alternantes equivalentes para el engranaje E1.

Factor de seguridad					
Ancho de la cara (b) (mm)	Módulo				
	1	1.25	1.5	1.75	2
10	3.03	3.59	4.11	4.57	5.00
15	4.54	5.39	6.16	6.86	7.50
20	6.05	7.18	8.21	9.14	10.00
25	7.56	8.98	10.26	11.43	12.50
30	9.08	10.78	12.32	13.72	14.99

Tabla A2.8: Factor de seguridad por fatiga para el engranaje E1.

De este cuadro seleccionamos para un módulo igual a 2, 15 dientes y un ancho de la cara (b) de 10 mm y un F.S. de 5.00.

## Cálculo del engranaje E2

### Condiciones

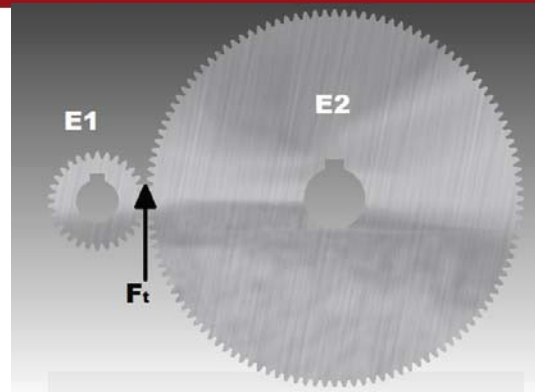


Figura A2.4: Fuerza tangencial entre engranajes  
Fuente: Elaboración propia

Debido a que los engranajes E1 y E2 están en contacto, presentan la misma fuerza tangencial. Además, el engranaje E2 debe tener el mismo módulo y ancho de la cara (b). El momento torsor inducido se multiplica por 4, al igual que el diámetro primitivo. Además, se presentan otras alternativas de módulo y ancho de la cara, en caso que fallen los ya elegidos.

Momento torsor inducido (N-mm)	40,991.80
$D_{pE2}$ : Diámetro primitivo (mm)	120
$F_{tE2}$ : Fuerza tangencial del engranaje E2 (N)	683.20

Tabla A2.9: Condiciones para dimensionamiento del engranaje E2.  
Fuente: Elaboración propia.

Según el tamaño del engranaje se tienen las siguientes propiedades mecánicas del material:

Esfuerzo de fluencia (MPa)	685
Esfuerzo ultimo a tracción (MPa)	880
Esfuerzo alternante permisible (MPa)	440

Tabla A2.10: Características mecánicas del acero AISI 4340.

### Análisis Estático

Aplicando las ecuaciones antes mencionadas, obtenemos los siguientes resultados:

Esfuerzo (MPa)					
z	120	96	80	69	60
y	0.1339	0.1319	0.1299	0.1279	0.1261
Ancho de la cara (b) (mm)	Módulo				
	1	1.25	1.5	1.75	2
10	162.38	131.93	111.63	97.14	86.26
15	108.25	87.95	74.42	64.76	57.51
20	81.19	65.97	55.82	48.57	43.13
25	64.95	52.77	44.65	38.85	34.50
30	54.13	43.98	37.21	32.38	28.75

Tabla A2.10: Esfuerzos calculados para el engranaje E2

Factor de seguridad					
Ancho de la cara (b) (mm)	Módulo				
	1	1.25	1.5	1.75	2
10	4.22	5.19	6.14	7.05	7.94
15	6.33	7.79	9.20	10.58	11.91
20	8.44	10.38	12.27	14.10	15.88
25	10.55	12.98	15.34	17.63	19.85
30	12.66	15.58	18.41	21.16	23.82

Tabla A2.11: Factor de seguridad estático calculado para el engranaje E2.

De este cuadro seleccionamos para un módulo igual a 1, 120 dientes y un ancho de la cara (b) de 20 mm un F.S. de 8.44, sin embargo será necesario realizar el análisis por fatiga.

### Análisis por Fatiga

Aplicando las ecuaciones y coeficientes antes mencionados, obtenemos lo siguiente:

Coefficiente	Valor	Justificación
$\beta$	1	No se considera concentrador de esfuerzos
$C_s$	0.9	Se considera una superficie rectificada
$C_t$	1	El fabricante brinda la resistencia para distintos tamaños
$C_{temp}$	1.01	Se espera trabajar a 50° como máximo
$C_{carg}$	1	Solo existe esfuerzo por flexión
$C_c$	0.814	Confiabilidad del 99%

Tabla A2.12: Coeficientes para el análisis por fatiga del engranaje E2.

Esfuerzo medio equivalente (Mpa)					
Ancho de la cara (b) (mm)	Módulo				
	1	1.25	1.5	1.75	2
10	81.19	65.97	55.82	48.57	43.13
15	54.13	43.98	37.21	32.38	28.75
20	40.59	32.98	27.91	24.28	21.57
25	32.48	26.39	22.33	19.43	17.25
30	27.06	21.99	18.61	16.19	14.38

Tabla A2.13: Valores de los esfuerzos medios equivalentes para el engranaje E2.

Esfuerzo alternante equivalente (Mpa)					
Ancho de la cara (b) (mm)	Módulo				
	1	1.25	1.5	1.75	2
10	109.72	89.15	75.44	65.64	58.29
15	73.15	59.43	50.29	43.76	38.86
20	54.86	44.58	37.72	32.82	29.15
25	43.89	35.66	30.17	26.26	23.32
30	36.57	29.72	25.15	21.88	19.43

Tabla A2.14: Valores de los esfuerzos alternantes equivalentes para el engranaje E2.

Factor de seguridad					
Ancho de la cara (b) (mm)	Módulo				
	1	1.25	1.5	1.75	2
10	2.93	3.60	4.26	4.89	5.51
15	4.39	5.40	6.39	7.34	8.26
20	5.85	7.21	8.52	9.79	11.02
25	7.32	9.01	10.64	12.23	13.77
30	8.78	10.81	12.77	14.68	16.53

Tabla A2.15: Factor de seguridad por fatiga para el engranaje E2.

De este cuadro seleccionamos para un módulo igual a 2, 60 dientes y un ancho de la cara (b) de 10 mm y un F.S. de 5.51.

## Anexo 3: Cálculo y dimensionamiento de ejes

A continuación se presentan los cálculos de los dos ejes del sistema

### Cálculo del eje 1

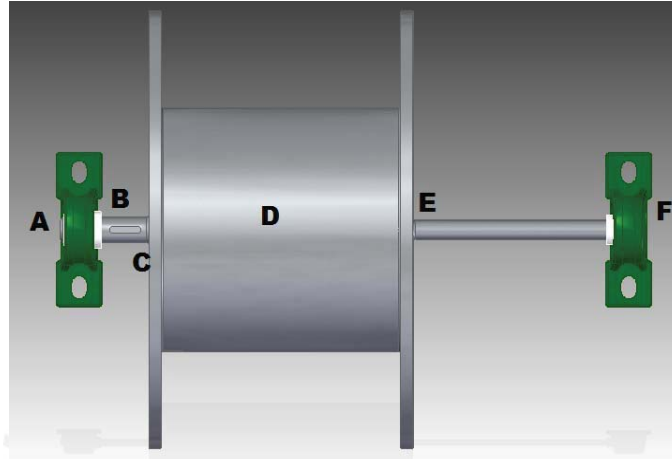


Figura A3.1: Vista superior del eje 1. Fuente: Elaboración propia.

El eje cuenta con las siguientes características que se deben tomar en cuenta en el análisis estático y por fatiga:

- A y F: Fuerzas de reacción debido al apoyo en los rodamientos.
- B: Entrada de potencia y concentración de esfuerzos por canal chavetero.
- C y E: Concentración de esfuerzos por cambio de sección.
- D: Salida de potencia y fuerza de tensión del cable.

Los valores de  $R_{E2}$  y  $R_S$  corresponden al radio del engranaje E2 (60 mm) y al radio de la sección donde se enrolla el cable (100 mm).

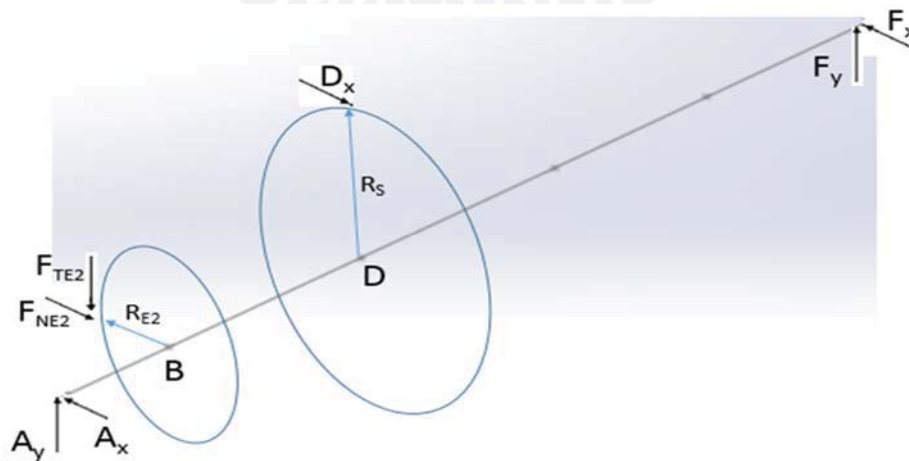


Figura A3.2: Vista isométrica del eje 1 y las cargas presentes. Fuente: Elaboración propia.



A continuación se presentan los cálculos para hallar la fuerza cortante, momento flector y momento de torsión del eje 1.

$$\sum M_z = 0$$

$$F_{TE2} * \frac{D_{PE2}}{2} = D_x * \frac{D_S}{2}$$

$$D_x = 409.92 \text{ N}$$

Donde:

$F_{tE2}$ : Fuerza tangente al engranaje 2 = 683.20 N

$D_x$ : Componente en x de la tensión del cable

$D_{PE2}$ : Diámetro primitivo del engranaje E2

$D_S$ : Diámetro de la sección donde se enrolla el cable.

$$\sum M_{xA} = 0$$

$$453.10 * E_x - 37.05 * F_{NE2} - 167.05 * D_x = 0$$

$$E_x = 171.46 \text{ N}$$

Donde:

$F_{NE2}$ : Fuerza normal del engranaje 2 =  $F_{tE2} * \tan(\rho) = 248.66 \text{ N}$

$E_x$ : Componente en x del apoyo en E

$\rho$ : ángulo de presión = 20°

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{NE2} + D_x - A_x - E_x = 0$$

$$A_x = 487.12 \text{ N}$$

Donde:

$A_x$ : Componente en x del apoyo en A

$$\sum M_{yA} = 0$$

$$453.10 * E_y - 37.05 * F_{TE2} = 0$$

$$E_y = 55.87 \text{ N}$$

Donde:

$E_y$ : Componente en y del apoyo en E



$$\sum F_y = 0$$

$$A_y - F_{TE2} + E_y = 0$$

$$A_y = 627.33 \text{ N}$$

Donde:

$A_y$ : Componente en y del apoyo en A

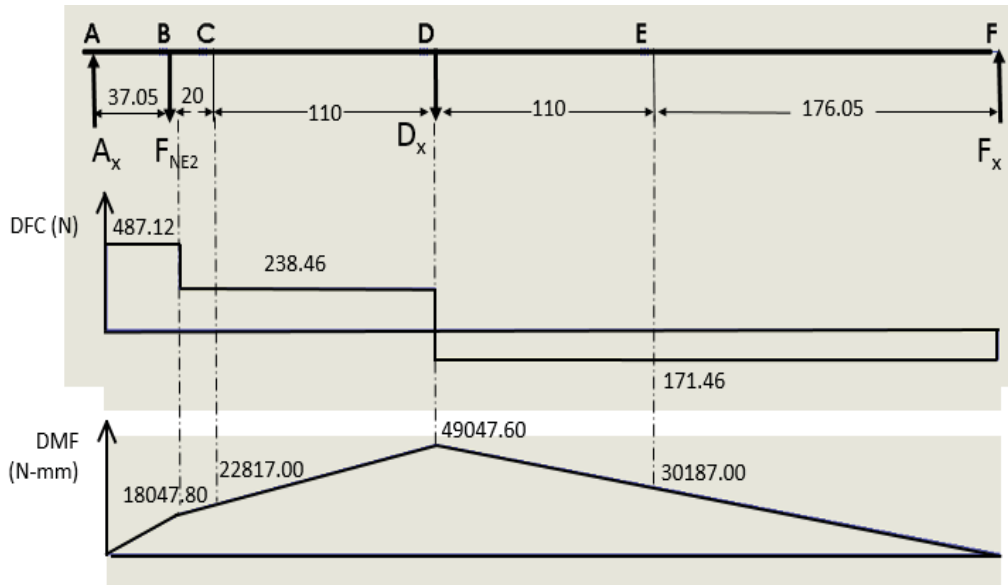


Figura A3.3: Diagrama de fuerza cortante, momento flector en X del eje 1.  
Fuente: Elaboración propia.

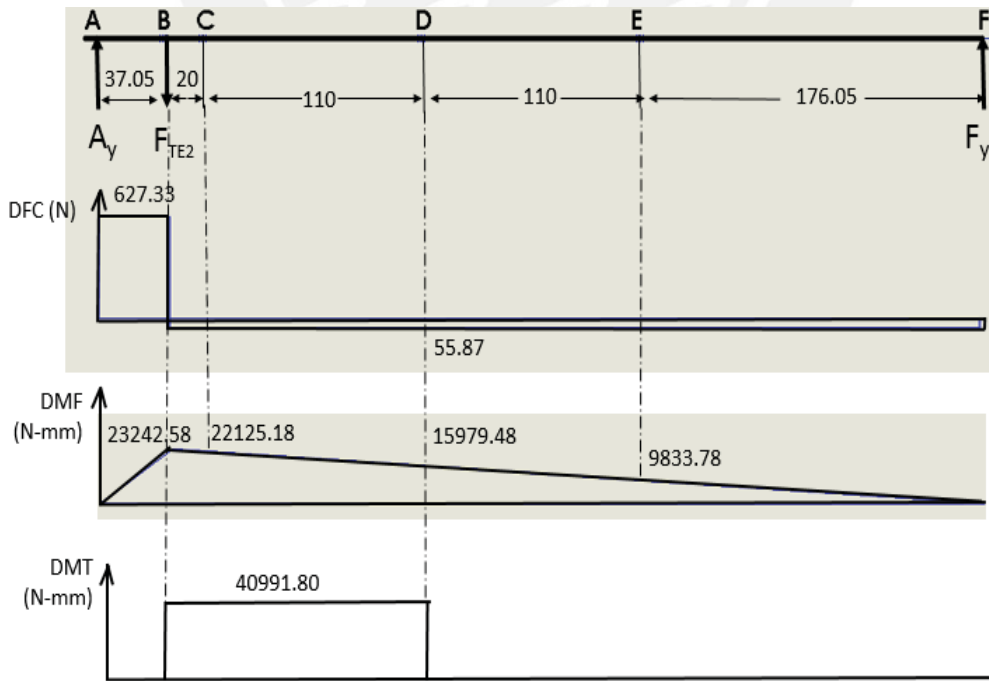


Figura A3.4: Diagrama de fuerza cortante, momento flector en Y y momento torsor del eje 1.  
Fuente: Elaboración propia.

### Cálculo de los esfuerzos

Las secciones C y E corresponden a las ubicaciones en el eje donde se producen cambios de diámetro. Estas secciones deben ser analizadas puesto que presentan concentradores de esfuerzos.

Para hallar el momento flector resultante se emplea:

$$M_f = \sqrt{M_{fx}^2 + M_{fy}^2}$$

Donde:

$M_f$ : Momento flector resultante  
 $M_{fx}$ : Momento flector relativo al eje x  
 $M_{fy}$ : Momento flector relativo al eje y

De las figuras A4.3 y A4.4, se obtienen los siguientes valores:

En B,  $M_f = 29426.87$  N-mm.

En C,  $M_f = 31782.69$  N-mm.

En D,  $M_f = 51584.99$  N-mm.

En E,  $M_f = 31748.36$  N-mm.

El material seleccionado para los ejes es AISI 3215, comúnmente usado para este tipo de elementos de máquinas. El esfuerzo de fluencia ( $\sigma_y$ ) de este material es de 700 MPa y el esfuerzo último a tracción ( $\sigma_B$ ) es de 1200MPa.

Características mecánicas del material	
Esfuerzo de fluencia (MPa)	700
Esfuerzo ultimo a tracción (MPa)	1200
Esfuerzo alternante permisible(MPa)	600

Tabla A3.1: Características mecánicas del material AISI 3215.

En el análisis estático, los esfuerzos para una sección circular se hallan de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{32 M_f}{\pi d^3}$$

$$\tau = \frac{16 M_t}{\pi d^3}$$

Donde:

$M_f$ : Momento flector.  
 $M_t$ : Momento torsor.  
d: diámetro de la sección

Para determinar el esfuerzo equivalente y posteriormente el factor de seguridad, se usó la teoría de falla de Tresca, quien plantea las siguientes ecuaciones:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma_{eq} < \frac{\sigma_Y}{FS}$$

Reemplazando las ecuaciones anteriores en la desigualdad, se deberá de cumplir que:

$$d > \sqrt[3]{\frac{16}{\pi} \frac{FS}{\sigma_Y} \sqrt{4 M_f^2 + 3 M_t^2}}$$

En el análisis estático se recomienda trabajar con un factor de seguridad de 2.

En el análisis por fatiga, los ejes en rotación presentan esfuerzos de flexión del tipo alternante puro.

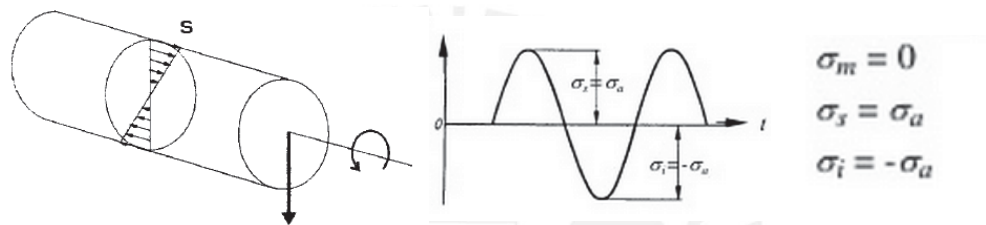


Figura A3.5: Diagrama de la variación del esfuerzo alternante puro. Fuente: [11] Rodríguez, Jorge - PUCP.

De donde:

$$\sigma_{fm} = 0$$

$$\sigma_{fa} = \sigma_{fs}$$

De la manera similar como se procedió para el cálculo de los engranajes (ver Anexo 2), se calcula para los ejes.

Adicionalmente, algunas secciones del eje presentan esfuerzos de torsión. Sin embargo el carácter de la torsión tiene carácter estático (no varía en el tiempo), entonces:

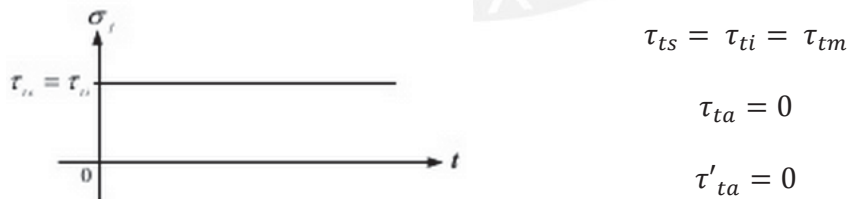


Figura A3.6: Diagrama de la variación del esfuerzo por torsión

Por lo que el esfuerzo equivalente según Von Mises será:

$$\sigma'_{a eq} = \sqrt{\sigma'^2_{fa} + 3 \tau'^2_{ta}}$$

$$\sigma'_{a eq} = \sigma'_{fa}$$

Los factores efectivos de concentración de esfuerzos se calculan de la siguiente manera:

$$\beta_{flexión} = 1 + q(K_{t\ flexión} - 1)$$

$$\beta_{torsión} = 1 + q(K_{t\ torsión} - 1)$$

El factor de sensibilidad al entalle:

$$q = \frac{1}{1 + \frac{8}{r} \left(1 - \frac{\sigma_F}{\sigma_B}\right)^3}$$

Donde:

$$r = 4\text{ mm (radio del redondeo)}$$

Se diseña con un radio de redondeo de 4mm. Esta es una manera práctica de reducir el riesgo de concentración de esfuerzos, con lo cual se reduce ampliamente el índice de falla por fatiga [11], ya que se aumenta la relación r/d. Donde d representa el menor diámetro en el cambio de sección.

A continuación se desarrollará el dimensionamiento de la sección izquierda del eje, por la presencia del canal chavetero y el cambio de sección; así como el dimensionamiento de la sección derecha del eje, por el cambio de sección. No es necesario hacer el cálculo para la sección central, puesto que por los requerimientos vistos en el anexo 1, se ha calculado de 20 cm, el cual supera largamente el valor los diámetros mínimos requeridos.

**Análisis de la sección B (canal chavetero)**

**Análisis estático**

Momento flector resultante (N-mm)	29,426.87
Momento torsor (N-mm)	40,991.80
Diámetro mínimo (mm)	11.03

Tabla A3.2: Análisis estático de la sección B (canal chavetero)

**Análisis por fatiga**

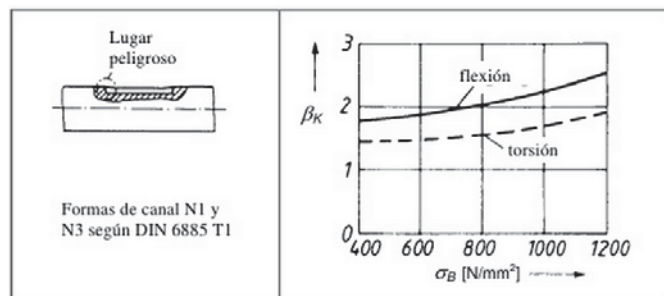


Figura A3.7: Curvas de concentración de esfuerzos por canal chavetero. Fuente: [11] Rodríguez, Jorge - PUCP.

Se consideraron los siguientes coeficientes:

Coefficiente	Valor	Justificación
$\beta_{\text{torsión}}$	1.9	Presencia de canal chavetero N1 según DIN 6885.
$\beta_{\text{flexión}}$	2.5	Presencia de canal chavetero N1 según DIN 6885.
$C_s$	0.9	Se considera una superficie rectificada.
$C_t$	1	El fabricante brinda la resistencia para distintos tamaños.
$C_{\text{temp}}$	1.01	Se espera trabajar a 50° como máximo.
$C_{\text{carg}}$	1	Solo existe esfuerzo por flexión y torsión.
$C_c$	0.814	Confiabilidad del 99%.

Tabla A3.3: Coeficientes para el análisis por fatiga de la sección B (canal chavetero). Fuente: Elaboración propia.

Se obtienen los siguientes resultados:

Factor de seguridad						
Diámetro de la sección (mm)	Tipo de esfuerzo					
	$\sigma_{fa}$	$\sigma'_{fa}$	$\sigma'_{a\ eq}$	$\tau_{tm}$	$\sigma_{m\ eq}$	FS
12	173.46	586.07	586.07	120.82	209.26	0.87
15	88.81	300.07	300.07	61.86	107.14	1.70
17	61.01	206.13	206.13	42.49	73.60	2.47
20	37.47	126.59	126.59	26.10	45.20	4.02
25	19.18	64.82	64.82	13.36	23.14	7.85

Tabla A3.4: Factor de seguridad por fatiga para la sección B (canal chavetero).

Los diámetros propuestos obedecen a las medidas de asientos de rodamientos comerciales. Según los resultados obtenidos se podría elegir un diámetro de 15 mm, pero primero es necesario realizar el análisis de esfuerzos en el cambio de sección C.

### Análisis de la sección C (cambio de diámetro)

#### Análisis estático

Momento flector resultante (N.mm)	31,782.69
Momento torsor (N.mm)	40,991.80
Diámetro mínimo (mm)	11.15

Tabla A3.5: Análisis estático de la sección C (cambio de diámetro)

#### Análisis por fatiga

Se calcularon los siguientes coeficientes:

Factor	Símbolo	Valor
Factor geométrico de esfuerzos	K <sub>t</sub> torsión	3.0
	K <sub>t</sub> flexión	4.0
Factor de sensibilidad a la entalla	q	0.74

Tabla A3.6: Factores geométricos para el análisis por fatiga de la sección C (cambio de diámetro).

Influencia	Coficiente	Valor	Justificación
Concentración de esfuerzos	β <sub>torsión</sub>	2.48	Cambio de sección
	β <sub>flexión</sub>	3.22	
Acabado superficial	C <sub>s</sub>	0.9	Se considera una superficie rectificada
Tamaño	C <sub>t</sub>	1	El fabricante brinda la resistencia para distintos tamaños
Temperatura	C <sub>temp</sub>	1.01	Se espera trabajar a 50° como máximo
Tipo de carga	C <sub>carg</sub>	1	Solo existe esfuerzo por flexión y torsión
Confiabilidad estadística	C <sub>c</sub>	0.814	Confiabilidad del 99%

Tabla A3.7: Coeficientes para el análisis por fatiga de la sección C (cambio de diámetro)

Se obtuvo los siguientes valores:

Diámetro de la sección	Factor de seguridad					
	Tipo de esfuerzo					
	σ <sub>fa</sub>	σ' <sub>fa</sub>	σ' <sub>a eq</sub>	τ <sub>tm</sub>	σ <sub>m eq</sub>	FS
12	187.35	815.29	815.29	120.82	209.26	0.65
15	95.92	417.43	417.43	61.86	107.14	1.27
17	65.89	286.76	286.76	42.49	73.60	1.85
20	40.47	176.10	176.10	26.10	45.20	3.02
25	20.72	90.17	90.17	13.36	23.14	5.90

Tabla A3.8: Factor de seguridad por fatiga para la sección C (cambio de diámetro).

De este cuadro seleccionamos un diámetro de 20 mm con un factor de seguridad de 3.02.

### Análisis de la sección D

La sección D pertenece al carrete del eje, el cual será fabricado en chapa de acero S275JR. Para el cálculo del espesor de la chapa, usaremos la ecuación del código ASME utilizada en estos casos, que combina torsión y flexión, aplicando la ecuación de del esfuerzo máximo modificada mediante la introducción de factores de choque y fatiga. [8]

$$d_o^3 = \frac{16}{\pi f_y (1 - K^4)} * \sqrt{(K_b * M_b)^2 + (K_t * M_t)^2}$$

Donde:

$d_o$ : Diámetro exterior = 200 mm

$f_y$  = Tensión de límite elástico = 275 N/mm<sup>2</sup> (para espesores de chapa S275JR menores a 16 mm). [26].

$K = d_i/d_o$

$d_i$  = Diámetro interior

$K_b$  = factor combinado de choque y fatiga, aplicado al momento flector = 1.5 (para carga aplicada gradualmente)

$K_t$  = factor combinado de choque y fatiga, aplicado al momento de torsión = 1 (para carga aplicada gradualmente)

$M_b$  = Momento flector = 51584.99 N/mm<sup>2</sup>

$M_t$  = Momento de torsión = 40991.80 N/mm<sup>2</sup>

Se obtiene  $K = 0.99995$ , lo cual significa que el diámetro interior máximo debe ser casi igual al diámetro exterior. Por lo tanto, el espesor mínimo de la chapa es aproximadamente 0.01 mm.

Se usará un espesor comercial de de ¼" ya que es uno de los espesores más baratos.

### Análisis de la sección E (cambio de diámetro)

#### Análisis estático

Momento flector resultante (N.mm)	31748.36
Momento torsor (N.mm)	0
Diámetro mínimo (mm)	9.74

Tabla A3.9: Análisis estático de la sección E (cambio de diámetro)

#### Análisis por fatiga

Se consideraron los siguientes coeficientes:

Factor	Símbolo	Valor
Factor geométrico de esfuerzos	$K_t$ torsión	3.0
	$K_t$ flexión	4.0
Factor de sensibilidad a la entalla	$q$	0.74

Tabla A3.10: Factores geométricos para el análisis por fatiga de la sección E.

Influencia	Coficiente	Valor	Justificación
Concentración de esfuerzos	$\beta_{torsión}$	2.48	Cambio de sección
	$\beta_{flexión}$	3.22	
Acabado superficial	$C_s$	0.9	Se considera una superficie rectificada
Tamaño	$C_t$	1	El fabricante brinda la resistencia para distintos tamaños
Temperatura	$C_{temp}$	1.01	Se espera trabajar a 50° como máximo
Tipo de carga	$C_{carg}$	1	Solo existe esfuerzo por flexión y torsión
Confiabilidad estadística	$C_c$	0.814	Confiabilidad del 99%

Tabla A3.11: Coeficientes para el análisis por fatiga de la sección E.

Se obtuvieron los siguientes valores:

Diámetro de la sección	Factor de seguridad					
	Tipo de esfuerzo					
	$\sigma_{fa}$	$\sigma'_{fa}$	$\sigma'_{a eq}$	$\tau_{tm}$	$\sigma_{m eq}$	FS
12	187.14	814.41	814.41	0	0	0.74
15	95.82	416.98	416.98	0	0	1.44
17	65.82	286.45	286.45	0	0	2.09
20	40.42	175.91	175.91	0	0	3.41
25	20.70	90.07	90.07	0	0	6.66

Tabla A3.12: Factor de seguridad por fatiga para la sección E.

De este cuadro seleccionamos un diámetro de 15 mm con un factor de seguridad de 1.44.

## Cálculo del eje 2

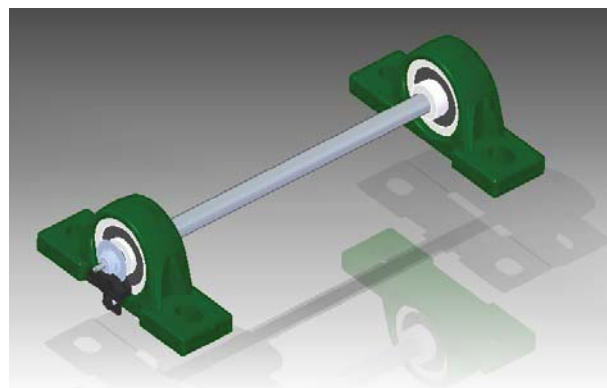


Figura A3.8: Eje 2 del sistema mecatrónico.



Para la construcción del diagrama de cuerpo libre del eje se toma en cuenta la tensión del cable que rodea al eje y las reacciones en los rodamientos. La extensión del eje para el montaje del encoder se considera libre de fuerzas.

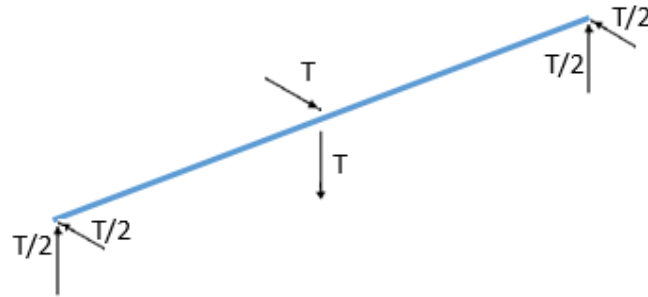


Figura A3.9: Diagrama de cuerpo libre del eje 2. Fuente: Elaboración propia.

En el eje x como en el eje y, los diagramas de fuerza cortante y momento flector son idénticos y como se muestra en la figura.

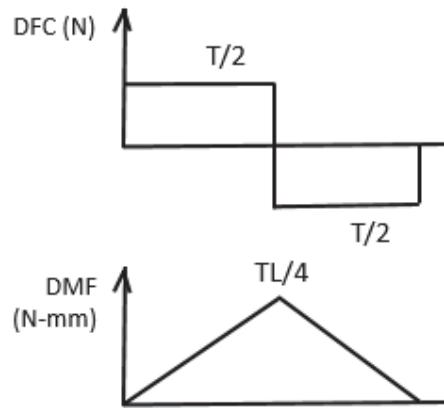


Figura A3.9: Diagrama de fuerza cortante y momento flector. Fuente: Elaboración propia.

### Análisis estático

Considerando que la fuerza de tensión en el cable se calculó previamente de  $T = 229.55 \text{ N}$  y que largo del eje es de  $L = 30 \text{ cm.}$ , del eje se obtuvo los siguientes resultados:

Momento flector resultante (N.mm)	24347.45
Momento torsor (N.mm)	0
Diámetro mínimo (mm)	8.92

Tabla A3.13: Análisis estático del eje 2.

### Análisis por fatiga

Se consideraron los siguientes coeficientes:

Coeficiente	Valor	Justificación
$\beta$	1	No se considera concentrador de esfuerzos
$C_s$	0.9	Se considera una superficie rectificada
$C_t$	1	El fabricante brinda la resistencia para distintos tamaños
$C_{temp}$	1.01	Se espera trabajar a 50° como máximo
$C_{carg}$	1	Solo existe esfuerzo por flexión
$C_c$	0.814	Confiabilidad del 99%

Tabla A3.14: Coeficientes para el análisis por fatiga del eje 2.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Factor de seguridad						
Diámetro de la sección (mm)	Tipo de esfuerzo					
	$\sigma_{fa}$	$\sigma'_{fa}$	$\sigma'_{a\ eq}$	$\tau_{tm}$	$\sigma_{m\ eq}$	FS
12	143.52	193.96	193.96	0	0	3.09
15	73.48	99.31	99.31	0	0	6.04
17	50.48	68.22	68.22	0	0	8.79
20	31.00	41.90	41.90	0	0	14.32
25	15.87	21.45	21.45	0	0	27.97

Tabla A3.15: Factor de seguridad por fatiga para la sección E (cambio de diámetro).

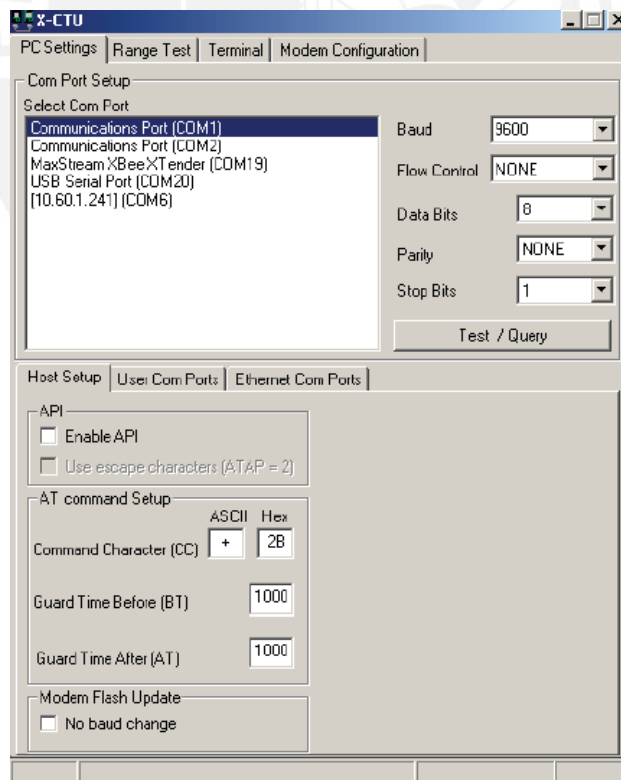
De este cuadro seleccionamos un diámetro de 12 mm con un factor de seguridad de 3.09.

## Anexo 4: Configuración de la red inalámbrica

Si bien es cierto que es posible utilizar Hyperterminal de Windows para configurar un módulo XBee, el software X-CTU permite realizar estas operaciones de manera más natural, fácil y rápida.

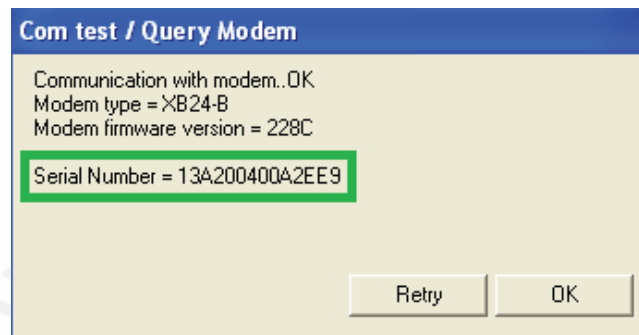
Al correr el programa, se observan cuatro pestañas que conforman toda ventana del software X-CTU. Cada una de esas pestañas tiene una función diferente:

1. **PC Settings:** Permite al usuario seleccionar el puerto COM y configurar ese puerto para adaptarse a la configuración realizada sobre el módulo XBEE.
2. **Range Test:** Permite al usuario realizar una serie de pruebas entre dos módulos.
3. **Terminal:** Permite acceder a los puertos COM del computador, mediante un programa de emulación. Esta pestaña también permite la posibilidad de acceder al firmware de los módulos utilizando comandos AT.
4. **Modem Configuration:** Permite la posibilidad de programar las configuraciones del firmware de los módulos a través de una interfaz gráfica de usuario. Esta pestaña también permite a los clientes la posibilidad de cambiar las versiones de firmware.

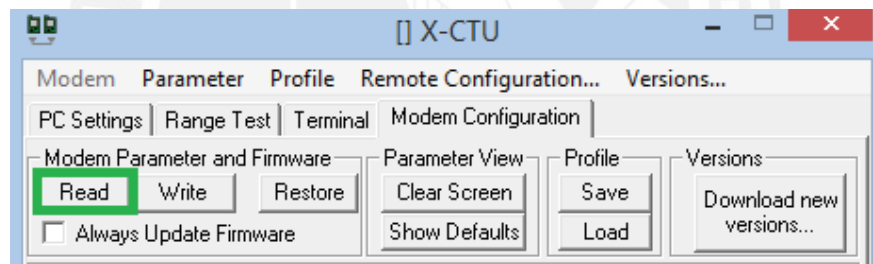


A continuación se detalla los pasos para configurar los XBee de tal manera que constituyan una red punto-multipunto necesaria para nuestro sistema.

1. Dentro de la pestaña **PC Settings**, elegir el puerto al que se conectan los módulos Xbee para su configuración, se configuran los parámetros como se muestra en la figura tanto como para el Xbee Coordinador y los Xbee End Device. Luego hacer clic en **Test/Query** para verificar la comunicación exitosa.
2. El software nos confirma la configuración exitosa del protocolo de comunicación. Además se muestra el número de serie del módulo XBee que estamos configurando, es muy importante contar con esta información puesto que será necesaria para el direccionamiento de instrucciones en la programación de la aplicación en computadora.

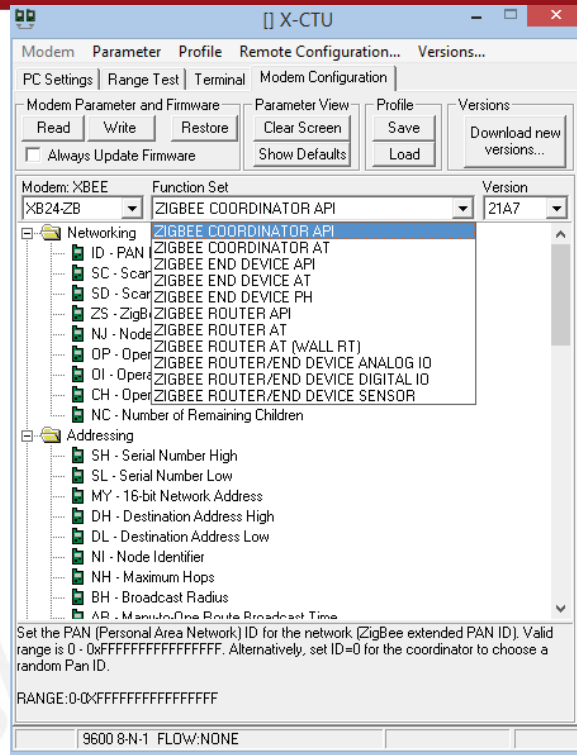


3. Hacer clic en **READ** nuevamente para obtener la configuración actualizada.

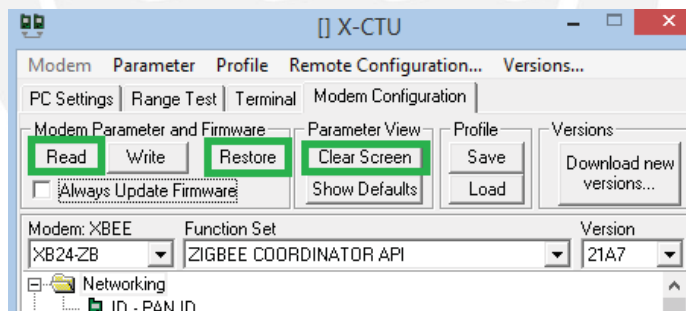


4. Dentro de la pestaña **Modem Configuration**, elegiremos el tipo de módem y la función de cada Xbee. En **Modem: Xbee** seleccionar **XB24-ZB**. En **Function Set**, para configurar el Xbee coordinador elegir **ZIGBEE COORDINATOR API** Y para configurar los Xbee remotos elegir **ZIGBEE END DEVICE AT**.

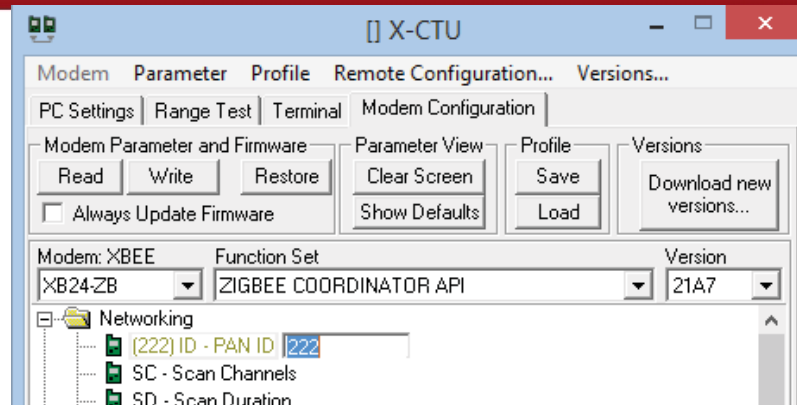
La diferencia entre los modos de operación AT y API es que el primero se usa solamente para comunicación entre dos módulos (simple). El modo API, por el contrario, permite intercambiar información con varios XBees, por ello es el modo en el que trabaja el coordinador de la red.



- Hacer clic en **Read**. Luego hacer clic en **Clear Screen** y **Restore**, en ese orden, para desechar cualquier información de configuraciones previas y usar la configuración por defecto.

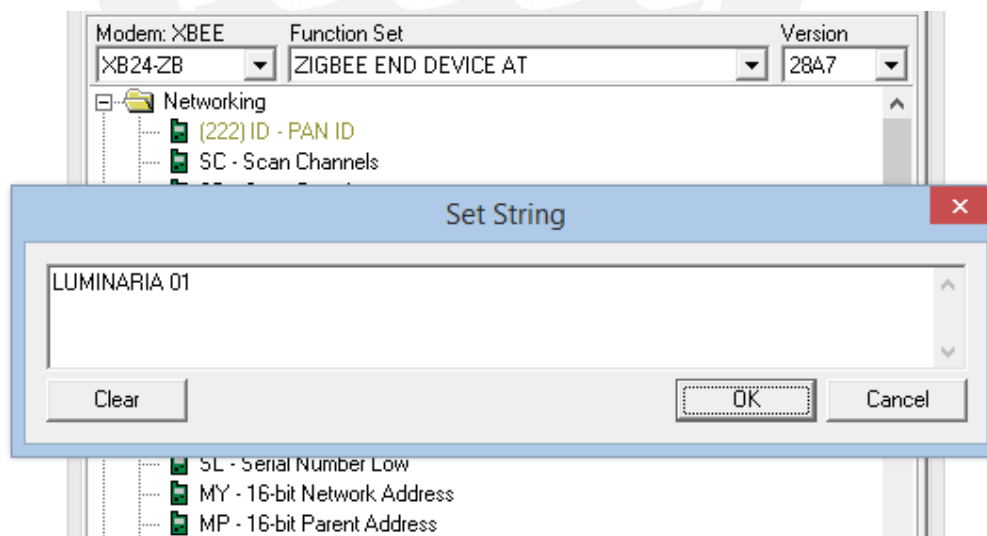


- Dentro de la carpeta **Networking** configuraremos el identificador de la red PAN (Personal Area Network) a la cual estarán conectados todos los módulos, por ello el PAN ID debe ser el mismo para todos. Usaremos **PAN ID: 222**.



De la misma manera se configura el mismo canal de red (CH) para todos los elementos de la red y la dirección de destino del XBee Coordinador (DH, DL) para todos los XBee End Device. La dirección de destino del XBee Coordinador será programado por el programa de computadora en tiempo real, ya que depende de la elección del usuario.

7. Cada End Device debe tener un nombre que lo identifique. En la carpeta **Addressing**, seleccionar **Node Identifier - Set**. El software mostrará un cuadro de diálogo **Set String** para ingresar el nombre del End Device. De acuerdo a la luminaria que estemos configurando los nombres variarán, por ejemplo, desde **LUMINARIA 01** hasta **LUMINARIA 20**, para una red de 20 luminarias. Para el caso del XBee coordinador, se procede de la misma manera. El nombre que le asignaremos será **COORDINADOR**. Para aplicar los cambios hacer clic en **Write**.

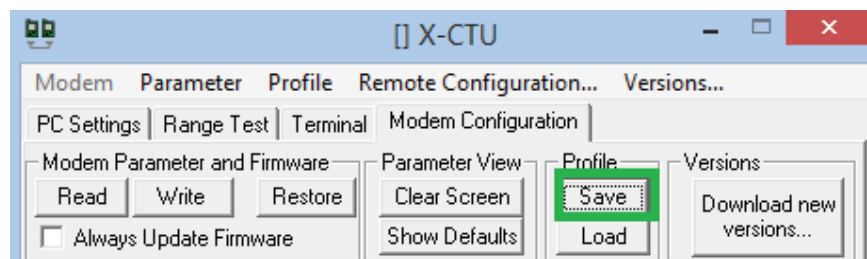


## Perfiles de Módem

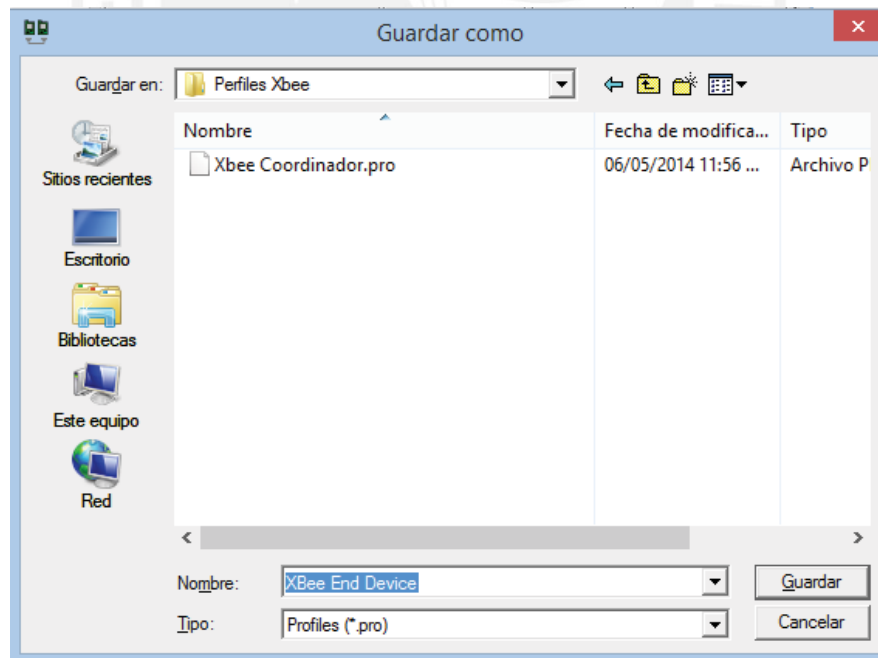
El X-CTU tiene la capacidad de guardar y escribir perfiles de módem o la configuración para los módulos XBEE. Esta función es útil en un entorno de producción cuando los mismos parámetros deben fijarse en varios módulos XBee. Aprovecharemos esto para agilizar la configuración de todos los módulos End Device. Con el perfil ya cargado, solamente se deberá ejecutar los pasos 1 y 2 para obtener el número de serie de cada Xbee y el paso 7 para asignar el nombre a cada Xbee End Device.

### Guardar un perfil:

1. Establecer la configuración deseada en el firmware del primer módulo XBee, tal como se ha explicado anteriormente para los módulos End Device.
2. Hacer clic en **Save** en la sección Profile.

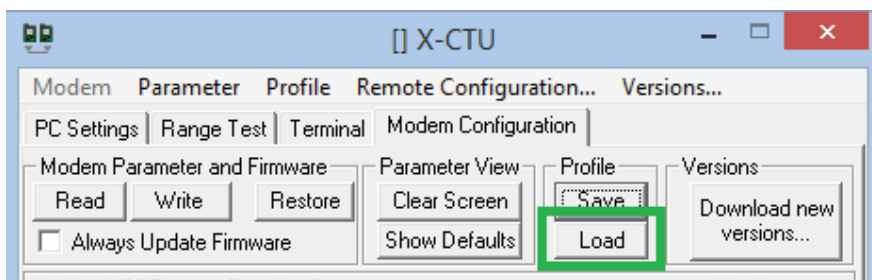


3. Aparecerá un cuadro de diálogo. Escribir el nombre de este perfil en la casilla Nombre. Seleccionar la ubicación donde desea guardar su perfil. Hacer clic en **Guardar**.



### Cargar un perfil guardado:

1. Hacer clic en **Load** en la sección **Profile**.



2. Aparecerá un cuadro de diálogo, ir a la ubicación donde se encuentra el archivo deseado y haga clic en dicho archivo. Luego, hacer clic en Abrir. Recordar que para guardar el perfil al módulo XBee una vez que se haya cargado el archivo. Finalmente, hacer clic en el botón **Write**.





## Anexo 5: Selección de los componentes electrónicos.

### A.5.1 Selección de los conectores rotativos.

Para seleccionar un conector rotativo tenemos que tener en cuenta los siguientes requerimientos:

1. Eje hueco en el conector rotativo, de tal manera que el cable que se enrolla al tambor siga el movimiento del eje en rotación, a fin de evitar esfuerzos no deseados en el cable.
2. Las señales a transmitir son las de alimentación de la luminaria: de 220VAC y de 2A de corriente nominal y 3.6A de corriente de inicio.
3. El número de anillos necesarios es tres, uno para cada uno de los conductores: fase, tierra y neutro.
4. La velocidad del eje de giro es 10 RPM.

El conector rotativo seleccionado es **SRH 2578-6P** de la marca **Servo Drive**, puesto que cumple con los requerimientos. Está formada por 6 anillos con capacidad de conducción de 10A. Además, cuenta con un precio competitivo en el mercado.

### A.5.2 Selección de los microcontroladores

Para seleccionar el microcontrolador se debe tomar en cuenta los siguientes requerimientos:

1. Líneas de transmisión y recepción serial para comunicarse con su par XBee End Device.
2. Disponibilidad de modo de trabajo SLEEP, para limitar el consumo de energía cuando está inactivo.
3. El rango de voltaje de operación (1 lógico) debe incluir 3.3V para recibir las señales provenientes de su par XBee.
4. Manejo de interrupciones externas para el cambio de estado detectado por el sensor de fin de carrera.
5. Generación de señales por modulación de ancho de pulso (PWM) para controlar la velocidad del motor.

El modelo de microcontrolador seleccionado es **ATmega8L** de la marca **Atmel**, puesto que cumple con los requerimientos y se cuenta con experiencia en su manejo.

### A.5.3 Selección de la fuente de poder

Para seleccionar la fuente de poder se debe tomar en cuenta los siguientes requerimientos:

1. La fuente de poder debe suministrar una potencia mayor a 150W, requerida por el motor y los componentes electrónicos.
2. La fuente de poder debe entregar una corriente mayor a la corriente de arranque del motor de corriente continua. Se estima que la corriente de arranque no debe superar el doble de la corriente nominal (6.25A), esto es 12.5A; puesto que el motor cuenta con un reductor interno de 1:50 y los engranajes aportan una reducción de 1:4.
3. El voltaje regulado debe ser el voltaje nominal del motor: 24 VDC.
4. Alta eficiencia

El rectificador elegido es **USP-350-24** de la marca **Mean Well**. Entrega 24 VDC, una intensidad de corriente continua máxima de 12.5A. Así, la máxima potencia entregada es de 300W bajo convección de aire libre. Además, cuenta con una eficiencia de 88%.

### A.5.4 Selección del encoder

Según la información proporcionada por el fabricante, la salida del motorreductor presenta un juego promedio de un grado. Al ser la reducción por engranajes 4 a 1, significa que el eje del motorreductor (engranaje E1) se puede mover 4 grados sin que se aprecie movimiento en el eje 1 (engranaje E2). Por tal motivo la resolución máxima que el sistema mecánico permite medir en el codificador incremental es de 90 pasos por vuelta.

Tomando esto en cuenta se escoge de la marca **Avago Technologies** el codificador incremental óptico **HEDB-9100-K02**, que cuenta una resolución de 96 pasos por vuelta.

### A.5.5 Selección del controlador de motor

El controlador debe ser de configuración puente H con transistores MOSFET para el control de un solo motor. El rango de voltaje de carga debe incluir 24VDC. Para trabajar en frío, se considera que la corriente que debe poder entregar debe ser al menos tres veces la corriente nominal del motor (6.25A), esto es 18.75A.

Se escoge el controlador **VNH3SP30-E** de la marca **STMicroelectronics**. Su rango de voltaje de carga es de 5.5 a 36V y entrega una corriente de 30A.

### A.5.6 Selección del convertidor DC/DC

El convertidor DC/DC (buck) debe incluir 24V en su rango de voltaje de entrada. El voltaje de salida debe ser 5V para la alimentación del microcontrolador, encoder, sensor de fin de carrera y controlador de motor.

Se eligió al convertidor **PYB10-Q24-S5** de la marca **CUI INC**. La corriente máxima que entrega es 2A. Cuenta con una eficiencia de 82%.

### A.5.7 Selección del optoacoplador

El voltaje de bloqueo  $V_{off}$  debe ser mayor al voltaje de la red eléctrica (220VAC).

Se escoge el optoacoplador de salida triac **MOC3021M** de la marca **Fairchild Semiconductor** de 400V de  $V_{off}$ . El fabricante en la hoja de datos recomienda que la corriente de activación debe estar entre 15mA y 60mA. A 5V, emplea una resistencia de 250 ohms.

### A.5.8 Selección del triac

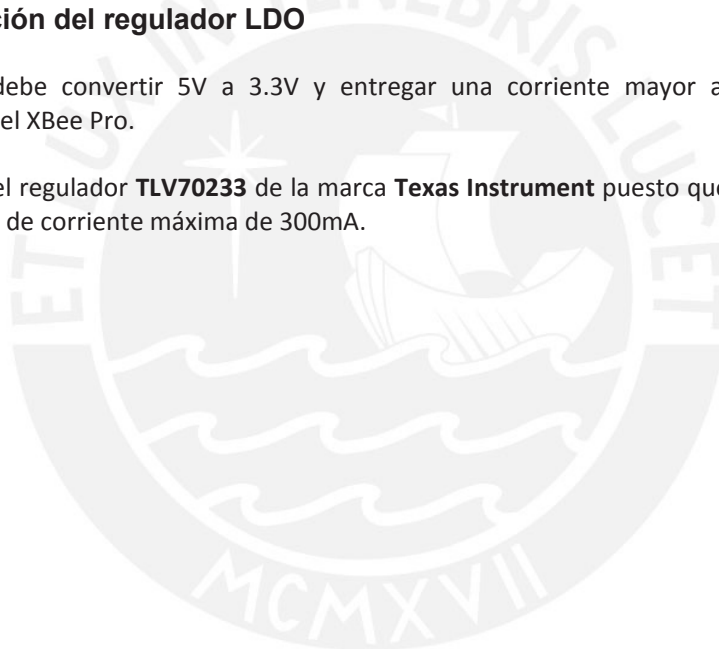
El voltaje de bloqueo  $V_{off}$  debe ser mayor al voltaje de la red eléctrica, esto es 220VAC. Además, para trabajar en frío, la corriente que soporte debe ser al menos el doble del corriente pico que consume la luminaria (3.6A), esto es 7.2A.

Se escoge el triac **Q4N3CT** de la marca **Littlefuse Inc.** de  $V_{off}$  600V. La corriente máxima que admisible ( $I_{TSM}$ , non repetitive surge current) es de 20A a 60Hz.

### A.5.9 Selección del regulador LDO

El regulador debe convertir 5V a 3.3V y entregar una corriente mayor a 50mA para la alimentación del XBee Pro.

Se selecciona el regulador **TLV70233** de la marca **Texas Instrument** puesto que entrega 3.3V y una intensidad de corriente máxima de 300mA.



## Anexo 5: Cotizaciones

**Smart Motor Devices OÜ**  
Mõeluse st. 4, Tallinn 12618, Estonia  
Registry code: 12107697  
VAT number: EE101466213  
Bank: AS SEB Bank  
Bank address: Tornimäe 2, 15010 Tallinn, Estonia  
SWIFT Code (BIC): EEUH22X  
IBAN: EE191010220195408222  
Bank account no.: 10220195408222



**SMART MOTOR  
DEVICES**

Drivers and Controllers  
For Electromotors

Web: [www.stepmotor.biz](http://www.stepmotor.biz)  
E-mail: [sale@stepmotor.biz](mailto:sale@stepmotor.biz)  
Tel: +372 6559914  
Fax: +372 6559914

### PRO - FORMA – INVOICE

**Number:** q14060501

Date (D/M/Y): 05.06.2014

Valid until (D/M/Y): 12.06.2014

Pontificia Universidad Católica del Perú.

Av. Universitaria 1801, Lima, Perú.

Attn: Sergio Zavaleta Camacho

Tel:

E-mail: [a20090499@pucp.pe](mailto:a20090499@pucp.pe)

Item	Name	Description	Q-ty	Price	Discount %	Amount
1	SM7152W	DC motor	20	153	15	2601
1/50						
<b>Subtotal:</b>						2601

VAT @ 0%: 0  
Total: 2601  
All prices in EUR  
Funds

Notes: Shipping included.

Payment terms: 100% bank transfer in advance, in EURO, in full without any deductions, all bank fees must be paid by customer.

Availability: Shipping in 12 weeks after funds clearing into our account

Figura A.5.2 Cotización de los motorreductores.



# Industria "VULCANO"

PRESUPUESTO - 00125-2014

Sres. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

Atención: Sr. Zavaleta Camacho Víctor Sergio

Motivo: Fabricación de piezas de acuerdo al requerimiento según planos

Mediante la presente nos es grato dirigirnos a usted, para enviarle nuestra oferta económica de acuerdo al requerimiento, precio unitario para luego por las 20 unidades de cada uno de ellos. Según planos:

Ítem	Material	Descripción	cantidad	Precio unitario	Precio total
1	S275JR	Estructura general (caja)	20	305.00	6,100.00
2	S275JR	Tapa de caja	20	60.00	1, 00.00
3	AISI 3215	Chaveta 6x6x26	20	5.00	100.00
4	AISI 3215	Chaveta 5x5x32	20	5.00	100.00
5	AISI 3215-S275JR	Eje 1	20	120.00	2,400.00
6	AISI 3215	Eje 2	20	25.00	500.00
7	AISI 4340	Engranaje E1	20	95.00	1,900.00
8	AISI 4340	Engranaje E2	20	200.00	4,000.00
9	S275JR	Soporte encoder	20	5.00	100.00

Precio unitario 820.00

Modelos: Según planos enviados Total 16,100.00

Moneda: Nuevos Soles Peruanos IGV. 18% 2,898.00

Forma de pago: 70 % al pedido y saldo contra entrega Total 18,998.00

Validez de oferta: 30 días.

Trujillo, 05 de Julio del 2014

José Miguel Abanto Tresierra

RUC 10178030146

Baltazar Gavilán Mz. G - Lte. 5 - Urb. Sto. Dominguito - Telf. 203694 - Nextel: 829\*2470 - Trujillo  
E-mail: [industria\\_vulcano@hotmail.com](mailto:industria_vulcano@hotmail.com)

Figura A.5.2 Cotización de la fabricación de piezas mecánicas.

Jameco #	Item	Qty	In Stock?	Unit Price	Total
694436	PWR SPLY.SW.OPEN.350.4W.PFC. 24V@14.6A.U/L/CUL/TUV/CE	20	No	\$94.95	\$1,899.00
<b>Subtotal:</b>					\$1,899.00
<b>*Shipping:</b>					\$252.35
<b>Total:</b>					\$2,151.35

**Please select your payment method and fill in the required information**

Paying with credit card?

Card Type:

Credit Card No:

Expiration Date:

Security Code:  Where do I find Security Code?

Pay by Purchase Order

Purchase Order #

To learn more, read about our Corporate Accounts program

Pay by

**Order Summary**

1 items \$1,899.00  
Shipping \$252.35  
**Total \$2,151.35**

**Billing Address (change)**

SERGIO ZAVALETA  
PUCP  
AV. UNIVERSITARIA 1801,  
LIMA  
LIMA,  
PE

**Shipping Address (change)**

SERGIO ZAVALETA  
PUCP  
AV. UNIVERSITARIA 1801,  
LIMA  
LIMA,  
PE

**Shipping Method (change)**

USPS Priority Mail International

Figura A.5.3 Cotización de las fuentes de poder Mean Well.

[Home](#) » [Shopping Cart](#)

## Shopping Cart (0.24kg)

Remove	Image	Product Name	Model	Quantity	Unit Price	Total
<input type="checkbox"/>		Crash sensor(Left) Reward Points: 40	SEN0138-L	20	\$2.85	\$57.00

Figura A.5.4 Cotización de los sensores de fin de carrera.

### Shopping Cart

The Big Bearing Store Items				Price	Total
Qty	Description				
<input type="text" value="20"/> <a href="#">Remove</a>	UCP204-20MM <a href="#">20mm Pillow Block Bearing</a>			\$7.98	\$159.60
<input type="text" value="40"/> <a href="#">Remove</a>	UCP201-08 <a href="#">1/2" Pillow Block Bearing UCP201-08</a>			\$6.21	\$248.40
<input type="text" value="20"/> <a href="#">Remove</a>	UCP202-10 <a href="#">5/8" Pillow Block Bearing UCP202-10</a>			\$6.55	\$131.00
Did you change quantity? <a href="#">Update</a>				Sub-Total	\$539.00
				Shipping: UPS	UPS : \$78.52
				<b>The Big Bearing Store ESTIMATED TOTAL \$617.52</b>	

Figura A.5.5 Cotización de los rodamientos serie UCP200 – AST.

Professional Drive Technology



PUCP  
Sergio Zavaleta  
Peru

20.05.2014 / rs

QUOTATION No. AA214 – 8542\_rs

Dear Mr. Zavaleta,

Thank you for your inquiry. We have the pleasure of submitting the following

For more information, please feel free to contact us.

Item	Description	Quantity	Unit Price \$
1	SRH 2578-6P	5-9	89,00
	Slip ring	10+	69,00
	Ø = line	20+	59,00

Sales conditions

1. Prices are in USD net, including shipping.  
Pickup commissioned by PUCP plus preparing customs documents.
2. Delivery time: 8 weeks
3. Terms of payment: prepayment in full - without deduction
4. Validity of offer: 30 days
5. Minimum order value: \$200,00
6. Place of performance and jurisdiction is Taunusstein.
7. The General Servodrive Technology GmbH sales conditions apply to this offer.

Servo-Drive Technology GmbH • Ziegelhüttenweg 4 • 65232 Taunusstein • Germany  
Tel.: +49 (0) 6128 85 37 30 • Fax: +49 (0) 6128 9755-55 • [Info@servo-drive.com](mailto:Info@servo-drive.com) • [www.servo-drive.com](http://www.servo-drive.com)

Figura A.5.6 Cotización de los conectores rotativos

Todos los precios se expresan en dólares estadounidenses.

Índice	Cantidad	Imagen	Número de pieza	Descripción	Referencia del cliente	Cantidad	Cantidad en espera	Precio unitario	Precio total
1	21		602-1181-ND	MODULE ZIGBEE-PRO W/WIRED ANT		21	0	28.00000	\$588.00
						Inmediata			
2	20		ATMEGA8L-8PU-ND	IC MCU 8BIT 8KB FLASH 28DIP		20	0	3.86300	\$77.26
						Inmediata			
3	80		493-1095-ND	CAP ALUM 0.1UF 50V 20% RADIAL		80	0	0.10400	\$8.32
						Inmediata			
4	20		1N4148TACT-ND	DIODE SMALL SIG 100V 0.2A DO35		20	0	0.05800	\$1.16
						Inmediata			
5	20		CF14JT10K0CT-ND	RES 10K OHM 1/4W 5% CARBON FILM		20	0	0.05300	\$1.06
						Inmediata			
6	20		493-12567-1-ND	CAP ALUM 1UF 50V 20% RADIAL		20	0	0.20800	\$4.16
						Inmediata			
7	20		CF14JT200RCT-ND	RES 200 OHM 1/4W 5% CARBON FILM		20	0	0.05300	\$1.06
						Inmediata			
8	20		493-10465-1-ND	CAP ALUM 0.33UF 50V 20% RADIAL		20	0	0.20800	\$4.16
						Inmediata			
9	120		ED2740-ND	TERMINAL BLOCK 3.5MM 2POS PCB		120	0	0.23810	\$28.57
						Inmediata			
10	20		296-13424-1-ND	IC REG LDO 3.3V 0.5A SOT223		20	0	0.54200	\$10.84
						Inmediata			
11	1		768-1015-ND	CABLE USB EMBD UART 3.3V .1"HDR		1	0	20.00000	\$20.00
						Inmediata			
12	20		102-3154-ND	DC/DC CONVERTER 5V 10W UFRM		20	0	34.60800	\$692.16
						Inmediata			
13	20		497-3565-1-ND	IC MOTOR DRIVER PAR 30MULTIPWRSO		20	0	8.75600	\$175.12
						Inmediata			
14	40		P5178-ND	CAP ALUM 10UF 50V 20% RADIAL		40	0	0.20000	\$8.00
						Inmediata			
15	20		CF12JT180RCT-ND	RES 180 OHM 1/2W 5% CARBON FILM		20	0	0.09500	\$1.90
						Inmediata			
16	20		PPC2.4KW-1CT-ND	RES 2.4K OHM 1W 5% AXIAL		20	0	0.25500	\$5.10
						Inmediata			
17	40		ED2610-ND	TERM BLOCK 5.08MM VERT 3POS PCB		40	0	0.48000	\$19.20
						Inmediata			
18	80		S7036-ND	CONN HEADER FEMALE 3POS .1" GOLD		80	0	0.32500	\$26.00
						Inmediata			
19	20		MOC3021MFS-ND	OPTOCOUPLER TRIAC OUT 400V 6DIP		20	0	0.57300	\$11.46
						Inmediata			
20	20		Q4N3CT-ND	TRIAC SENS GATE 400V 1A DO214		20	0	1.06500	\$21.30
						Inmediata			
21	80		CF14JT1K00CT-ND	RES 1K OHM 1/4W 5% CARBON FILM		80	0	0.02880	\$2.30
						Inmediata			
22	1		32400-ND	XBEE USB ADAPTER BOARD		1	0	24.99000	\$24.99
						Inmediata			
23	1		Q362-ND	CBL USB A-MINI B CON 3' 28/28 AWG		1	0	1.94000	\$1.94
						Inmediata			
24	20		HEDB-9100-K02-ND	ENCODER MODULE 2CH 96CPR 3MM		20		23.44880	\$468.97
						Inmediata			
								<b>Subtotal</b>	<b>\$2133.03</b>
								<b>Envío</b>	<b>Calcular</b>
								<b>Total</b>	<b>Desconocido</b>

Figura A.5.7 Cotización de los componentes electrónicos.



Enlaces rápidos: [Ver pedido](#) | [Estado del pedido](#) | [Contacto](#) | [Mapa del sitio](#) | [Cambiar país](#)

Mi Digi-Key Últimos productos Índice de productos Índice de proveedores Recursos

Buscar

### Tarifas de envío internacionales

Seleccione el país para realizar el envío:

Tasas de envío para PERU

UPS World Wide	
Monto del pedido:	Montos de todos los pedidos
Tasa de envío:	\$100.00

FedEx International Priority	
Monto del pedido:	Montos de todos los pedidos
Tasa de envío:	\$100.00

DHL Express International	
Monto del pedido:	Montos de todos los pedidos
Tasa de envío:	\$100.00

Todos los gastos se expresan en dólares estadounidenses (USD).  
 Todos los aranceles y comisiones de su agencia aduanal (en caso de que use una) los tendrá que pagar usted a la hora de entrega.

[Información sobre costos de envío internacionales](#)  
 \* La elegibilidad para obtener envío gratis puede depender del país de destino, del monto del pedido o del tamaño y del peso del paquete.

Figura A.5.8 Cotización del envío de los componentes electrónicos.

**A.FRIGO@aristoncavi.com** 13 de jun. (hace 8 días) ☆

para mí

Dear Sergio,  
 please be informed that the price for URSUS 3G10 GRAY is 1200 euro/km, copper included, validity 3 days. transport cost included CFR Peru.  
 Other to be agreed,

----- Inoltrato da Anna Frigo/ARISTONCAVI il 13/06/2014 11:17 -----

Da: Anna Frigo/ARISTONCAVI  
 Per: Sergio Zavaleta <[s20090499@pucp.pe](mailto:s20090499@pucp.pe)>  
 Data: 09/06/2014 17:06  
 Oggetto: Rif: Re: Re: In: Re: Cable URSUS VS

(ref. Ac 424842)

Best regards  
 Anna Frigo  
 Sales Department  
 tel: +39 0444 749900

Figura A.5.9 Cotización del cable eléctrico de izaje ARISTONCAVI.

Dear VÍCTOR ZAVALETA

thanks for your inquiry and interests in our products, please refer to the below offer, will be appreciated if you send me your company info (company profile, web-site) to get to know more about your company.

#### PRODUCT AND TERM

**1) Type: 200WLED with Lighting Lifter *SPECIAL OFFER: US\$700.00***

Model: CSI200LED

Lowering height: 15m

Lifting weight: **min.3kg~10kg max.**

**2) TYPE: LED RCU(Remote Control Unit) *SPECIAL OFFER SPECIAL OFFER: US\$80.00* (One RCU can control up to 100,000 units in Individual, Group, Total.)**

Quantity : 50 units

**Delivery term: FOB Korea air or sea**

Payment term: T/T 100% with P/O (must send us bank script with P/O)

Lead time: 6 weeks after receiving P/O. (leadtime can be changed due to the quantity)

\*Regulation: Product must sold in the your territory, if you valid the regulation there will be international law procedure.

**Price will be changed by number of quantity..**

To give you a correct offer and better supports, we need to get the details below,

#### REQUIRE INFORMATION

1. Project detail:

2. Lighting fixture detail:

**3. Lowering height:**

**4. Loading weight:**

5. Power supply: \_\_\_V / \_\_\_Hz

**6. Quantity:**

**7. Project location:**

any questions, please feel free to contact me anytime. we can also talk through SKYPE. my SKYPE ID is chriskim206.

looking forward to hearing from you soon.

best regards.

Chris Kim  
International Business Manager  
**REEL TECH**  
Tel : +82 (0)61 723 1127  
Fax : +82 (0)61 723 4440  
Cell : +82 (0)10 8647 1127  
Email : [chris@reeltech.co.kr](mailto:chris@reeltech.co.kr)  
Website : [www.reeltech.co.kr](http://www.reeltech.co.kr)

Figura A.5.10 Cotización del elevador de luminarias de Reel Tech.

## Anexo 6: Hojas de datos



### SMART MOTOR DEVICES

www.steppmotor.biz

#### DC brush motors

We sell DC motors with gear heads. Brush DC motors are cheap, easy to use and don't require any service. DC motors are applied in industrial machinery, robotics, tools, toys, simulators, electro bikes, transporters and other machines.

Rated voltage: 24VDC (except SM5946W, which is 12VDC).

On a request DC motors with encoders are available.



DC motor	Power, W	Reducer		Torque, kgf*cm	Rated speed, rpm	Current, Amp
		Reducer type	Reduction ration			
SM35S	3,2	Spur	1/50	2	100	<0,21
			1/75	3	65	
			1/500	6	11	
SM16P	1	Planetary	1/690	3	16	<0,9
SM22P	1,7		1/3968	6	2	<0,11
SM32P	4		1/51	2,2	100	<0,25
SM32RP	8,5	Bevel and planetary	1/100	6,4	65	<0,5
SM42P	51	Planetary	1/61	18	100	<2,1
			1/504	30	14	
SM71P	90	Planetary	1/91	125	20	<3,8
SM90P	105		1/19	55	100	<4,2
			1/201	180	10	
SM5946W	60	Worm	1/30	30	80	<5
SM6551W	70		1/65	78	54	<2,9
SM7152W	150		1/50	104,5	49	<6,3
SM7165W	200		1/30	110	100	<8,3
SM7185W	240		1/15	75	215	<10

Other models are on a request:

Power: 0.5W up to 600W  
 Rated speed: 1,8 rpm up to 2500 rpm  
 Rated torque: 0.02 kgf\*cm up to 300 kgf\*cm

Dimensions of DC geared motor SM7152W

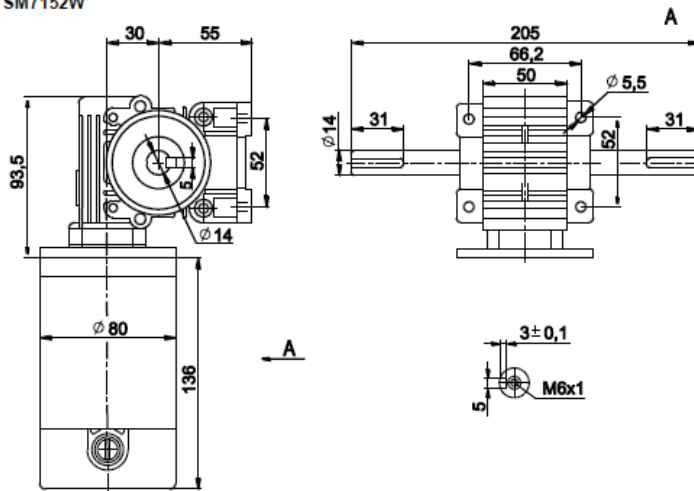


Figura A.6.1: Extracto de la hoja técnica del motorreductor utilizado. Fuente: Smart Motor Devices



Jameco SKU Number: 694436

350W Single Output with PFC Function

USP-350 series



Features :

- Universal AC input / Full range
- Built in active PFC circuit compliance to EN61000-3-2
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage / Over temperature
- Free air convection for 300W and 350W with 23.5CFM forced air
- High power density 6.3w/in<sup>3</sup>
- ZVS technology to reduce power dissipation
- Active AC surge current limiting
- U-bracket low profile:38mm
- 3 years warranty



SPECIFICATION

MODEL	USP-350-13	USP-350-5	USP-350-12	USP-350-15	USP-350-24	USP-350-48			
OUTPUT	DC VOLTAGE	3.3V	5V	12V	15V	24V	48V		
	RATED CURRENT	70A	70A	28.2A	23.4A	14.6A	7.3A		
	CURRENT RANGE (convection)	0 - 50A	0 - 50A	0 - 25A	0 - 20A	0 - 12.5A	0 - 6.25A		
	CURRENT RANGE (23.5CFM FAN)	0 - 70A	0 - 70A	0 - 29.2A	0 - 23.4A	0 - 14.6A	0 - 7.3A		
	RATED POWER (convection)	165W	250W	300W	300W	300W	300W		
	RATED POWER (23.5CFM FAN)	231W	350W	350.4W	351W	350.4W	350.4W		
	RIPPLE & NOISE (max.) Note 2	80mVp-p	80mVp-p	100mVp-p	100mVp-p	100mVp-p	150mVp-p		
	VOLTAGE ADJ. RANGE	2.97 - 3.6V	4.5 - 5.5V	10.8 - 13.2V	13.5 - 16.5V	21.6 - 26.4V	43.2 - 52.8V		
	VOLTAGE TOLERANCE Note 3	±2.0%	±2.0%	±2.0%	±2.0%	±2.0%	±2.0%		
	LINE REGULATION	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%		
LOAD REGULATION	±2.0%	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%			
SETUP, RISE TIME	2000ms, 100ms/230VAC	4000ms, 100ms/115VAC							
HOLD UP TIME (Typ.)	13ms/230VAC	16ms/230VAC	16ms/115VAC	at full load					
INPUT	VOLTAGE RANGE Note 5	90 - 264VAC	127 - 370VDC						
	FREQUENCY RANGE	47 - 63Hz							
	POWER FACTOR (Typ.)	0.94/230VAC	0.95/230VAC	0.98/115VAC at full load					
	EFFICIENCY (Typ.)	78%	84%	88%	88%	88%	88%		
	AC CURRENT (Typ.)	4A/115VAC	2A/230VAC						
	INRUSH CURRENT (Typ.)	22A/115VAC	4A/230VAC						
	LEAKAGE CURRENT	<2mA/240VAC							
PROTECTION	OVERLOAD	105 - 120% rated output power		105 - 130% rated output power					
	OVER VOLTAGE	3.7 - 4.8V		5.7 - 7V		13.5 - 16.3V	17 - 21V	26.7 - 32.4V	53 - 64.8V
	OVER TEMPERATURE	80°C (TSW1) detect on heat sink of power transistor		80°C (TSW2) detect on heat sink of power diode					
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-10 - +65°C (Refer to output load derating curve)							
	WORKING HUMIDITY	20 - 90% RH non-condensing							
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 - +85°C, 10 - 95% RH							
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 - 45°C)							
SAFETY & EMC (Note 4)	VIBRATION	10 - 500Hz, 2G 10min./cycle, 60min. each along X, Y, Z axes							
	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1 approved							
	WITHSTAND VOLTAGE	WP-QP:3KVAC	WP-FG:1.5KVAC	QP-FG:0.5KVAC					
	ISOLATION RESISTANCE	WP-QP, WP-FG, QP-FG: 100M Ohms/500VDC							
	EM CONDUCTION & RADIATION	Compliance to EN55022 (CISPR22) Class B							
	HARMONIC CURRENT	Compliance to EN61000-3-2, -3							
OTHERS	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11; EN50204, light industry level, criteria A							
	MTBF	106.3K hrs min.	MIL-HDBK-217F (25°C)						
	DIMENSION	235.2*101.6*38mm (L*W*H)							
NOTE	PACKING	1.1Kg; 16pcs/18kg/0.72CUFT							
		<ol style="list-style-type: none"> <li>All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature.</li> <li>Ripple &amp; noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uF &amp; 47uf parallel capacitor.</li> <li>Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation.</li> <li>The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives.</li> <li>Derating may be needed under low input voltages. Please check the derating curve for more details.</li> </ol>							

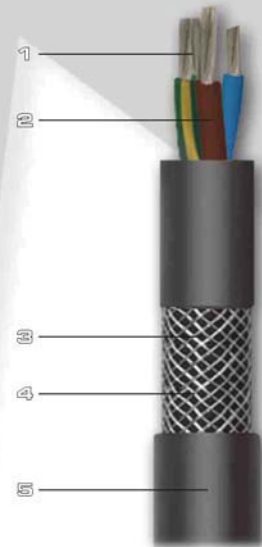
File Name: USP-350-0.PDF 2008-03-08

Figura A.6.2: Hoja de datos de la fuente de poder. Fuente: Mean Well

## URSUS 0,6/1 kV / NSHTÖU 0-J

marchio VDE 0250 parte 814  
approved VDE 0250 part 814

- 1  
Conduttore: rame flessibile stagnato  
*Conductor: flexible tinned copper*
- 2  
Isolamento: gomma EPR (VDE 0207)  
*Insulation: EPR base compound (VDE 0207)*
- 3  
Guaina interna: gomma qualità GM1b (VDE 0207)  
*Inner sheath: rubber GM1b grade (VDE 0207)*
- 4  
Treccia antitorsionale in poliestere  
*Textile antitwisting braid*
- 5  
Guaina esterna: miscela speciale a base policloroprene (VDE 0207)  
*Outer sheath: special polychloroprene base compound (VDE 0207)*



### CARATTERISTICHE TECNICHE / TECHNICAL CHARACTERISTICS

Tensione nominale <i>Nominal voltage</i>	<b>0.6/1kV</b>
Tensione di prova in CA <i>Test voltage in CA</i>	<b>4 kV</b>
Temperatura massima sul conduttore <i>Max conductor temperature</i>	<b>90°C</b>
Temperatura massima di cortocircuito <i>Max short circuit temperature</i>	<b>250°C</b>
Min. temperatura ambiente <i>Min. ambient temperature</i>	<b>-20°C (*)</b>
Raggio di curvatura minimo (posa mobile) <i>Min. bending radius (mobile laying)</i>	<b>VDE 0298-3</b>
Max sforzo torsionale <i>Max torsion strength</i>	<b>+/-25°/m</b>
Max velocità di lavoro <i>Max working speed</i>	<b>120 m/min</b>

(\*) Per utilizzo a temperature ambiente fino a -40°C è disponibile la versione URSUS - K.  
*For applications with ambient temperature up to -40°C it is available the cable URSUS - K.*



Figura A.6.3: Características técnicas del cable utilizado. Fuente: ARISTONCAVI

Nº polí per seccion <i>Cores x cross section</i>	Diametro esterno min. <i>Min. overall diameter</i>	Diametro esterno max. <i>Max overall diameter</i>	Peso indicativo <i>Approx. Weight</i>	Trazione max <i>Max tensile load</i>
<b>Nr x mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>Kg/Km</b>	<b>N</b>
1,5	10,9	13,5	190	90
2,5	12,2	14,8	250	150
4	14,9	17,6	370	240
6	16,1	18,9	450	360
10	19,6	22,6	680	600
16	21,8	24,9	890	960
25	27,4	30,7	1200	1500
3 x 35	31,1	34,6	1820	2100
50	36,9	40,6	2550	3000
70	40,3	44,3	3300	4200
95	46,6	50,8	4350	5700
120	50,8	55,2	5250	7200
150	55,4	60,0	6370	9000
185	60,8	65,7	8200	11100
240	68,8	74,0	10150	14400
3x50 + 3x25/3	36,9	40,6	2810	3000
3x70 + 3x35/3	40,3	44,3	3750	4200
3x95 + 3x50/3	46,6	50,8	4750	5700
3x120 + 3x70/3	50,8	55,2	5950	7200
3x150 + 3x70/3	55,4	60,0	7050	9000
3x185 + 3x95/3	60,8	65,7	8800	11100
3x240 + 3x120/3	68,8	74,0	11700	14400
1,5	11,8	14,4	220	120
2,5	14,4	17,1	330	200
4	16,0	18,8	440	320
6	17,4	20,2	530	480
10	21,3	24,4	830	800
16	24,7	27,9	1170	1280
4 x 25	31,4	34,9	1830	2000
35	33,9	37,5	2280	2800
50	40,2	44,2	3220	4000
70	44,5	48,6	4200	5600
95	51,0	55,4	5530	7600
120	57,4	62,0	7000	9800
150	62,6	67,6	8450	12000
185	68,0	73,2	10000	14800
1,5	12,7	15,4	260	150
2,5	15,4	18,2	390	250
4	17,3	20,1	520	400
6	19,7	22,7	690	600
5 x 10	23,1	26,3	1000	1000
16	26,8	30,1	1400	1600
25	34,1	37,7	2200	2500
35	38,3	42,1	2950	3500
50	43,8	47,9	3950	5000
70	50,3	54,7	5450	7000

**CAVI CONTROLLO / CONTROL CABLES**

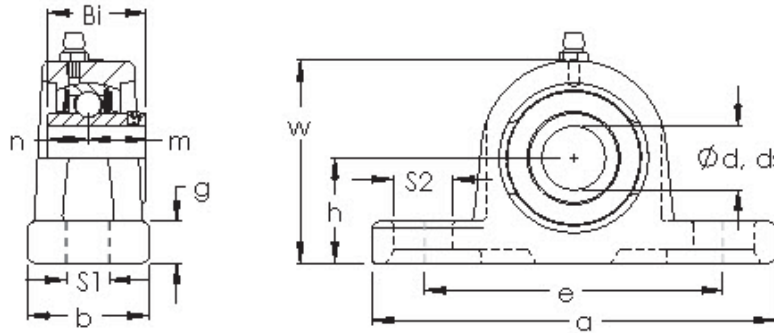
Nº polí per seccion <i>Cores x cross section</i>	Diametro esterno min. <i>Min. overall diameter</i>	Diametro esterno max. <i>Max overall diameter</i>	Peso indicativo <i>Approx. Weight</i>	Trazione max <i>Max tensile load</i>
<b>Nr x mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>Kg/Km</b>	<b>N</b>
7 x	16,1	18,8	380	210
12 x	22,0	25,1	720	360
18 x	22,1	25,2	770	540
24 x	26,1	28,4	1000	720
30 x 1,5	29,5	32,9	1320	900
36 x	30,0	33,4	1350	1080
42 x	32,1	35,6	1550	1260
44 x	33,6	37,2	1700	1320
50 x	36,8	40,5	2000	1500
7 x	17,9	20,8	510	350
12 x	25,0	28,2	970	600
18 x	25,9	29,2	1100	900
24 x	30,8	34,3	1450	1200
27 x	32,4	35,9	1650	1350
30 x 2,5	34,9	38,5	1850	1500
36 x	35,2	39,1	2000	1800
37 x	36,8	40,4	2150	1850
42 x	37,9	41,7	2300	2100
44 x	39,8	43,7	2500	2200
50 x	43,3	47,4	2950	2500
7 x	21,0	24,1	730	560
12 x 4	29,4	32,8	1360	960
18 x	30,6	34,1	1600	1440



Figura A.6.4: Especificaciones mecánicas para la selección cable utilizado. Fuente: ARISTONCAVI

UCP 201

Category: Metric Series



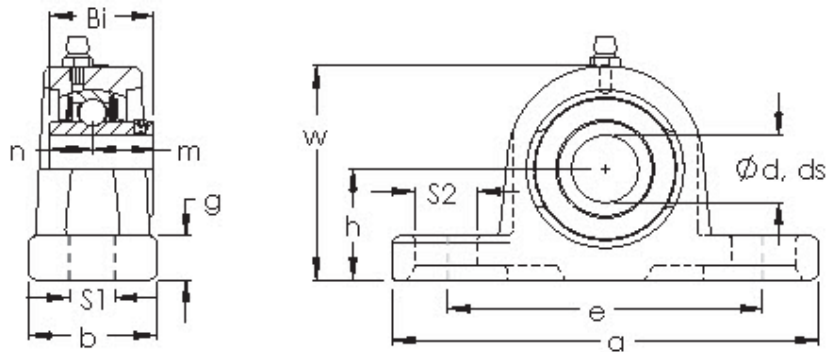
1. Also available with eccentric locking collar.
2. Medium Duty, Heavy Duty and other available types are described in the Bearing Types information.
3. Various seal options and plated housing options are described in the Nomenclature and Bearing Types information.

Attributes	Values
Bearing Type	Extended inner race with set screws
Dynamic Load Rating (Cr)	12843
Static Load Rating (Cor)	6668
Shaft Dia. (Fw)	12.0000
Shaft Height (h)	30.2000
Housing Width (b)	38.0000
Mounting Hole Center-to-Center (e)	95.0000
Housing Length (a)	127.0000
Mounting Slot Length (S2)	19.0000
Mounting Slot Width (S1)	13.0000
Housing Base Thickness (g)	12.0000
Housing Height (w)	60.0000
Bearing Inner Race Width (Bi)	31.0000
Bearing Inner Race Width - Short Side (n)	12.7000
Bearing Inner Race Width - Extended Side (m)	18.3000
Mounting Bolt Size	10.0000
Bearing Number	UCP 201
Housing Number	P 203
Shaft Dia., Nominal (d)	12.0000
Weight (g)	635.00
Material	Cast iron housing, chrome steel bearing

Figura A.6.5: Dimensiones del rodamiento de diámetro interno 12mm. Fuente: AST® Bearings

UCP 202

Category: Metric Series



1. Also available with eccentric locking collar.
2. Medium Duty, Heavy Duty and other available types are described in the Bearing Types information.
3. Various seal options and plated housing options are described in the Nomenclature and Bearing Types information.

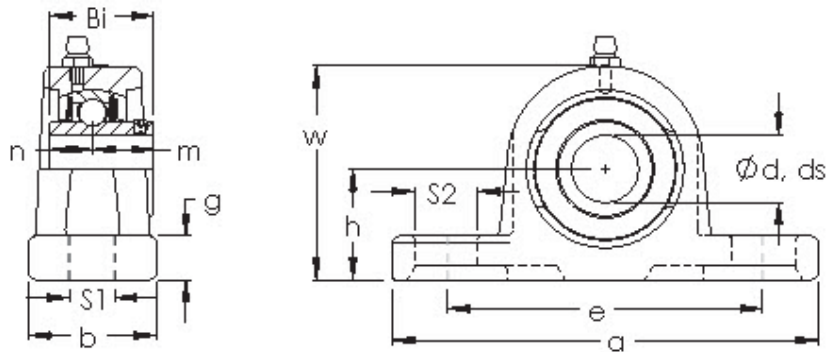
Attributes	Values
Bearing Type	Extended inner race with set screws
Dynamic Load Rating (Cr)	12843
Static Load Rating (Cor)	6668
Shaft Dia. (Fw)	15.0000
Shaft Height (h)	30.2000
Housing Width (b)	38.0000
Mounting Hole Center-to-Center (e)	95.0000
Housing Length (a)	127.0000
Mounting Slot Length (S2)	19.0000
Mounting Slot Width (S1)	13.0000
Housing Base Thickness (g)	12.0000
Housing Height (w)	60.0000
Bearing Inner Race Width (Bi)	31.0000
Bearing Inner Race Width - Short Side (n)	12.7000
Bearing Inner Race Width - Extended Side (m)	18.3000
Mounting Bolt Size	10.0000
Bearing Number	UCP 202
Housing Number	P 203
Shaft Dia., Nominal (d)	15.0000
Weight (g)	635.00
Material	Cast iron housing, chrome steel bearing

Figura A.6.6: Dimensiones del rodamiento de diámetro interno 15mm. Fuente: AST® Bearings



UCP 204

Category: Metric Series

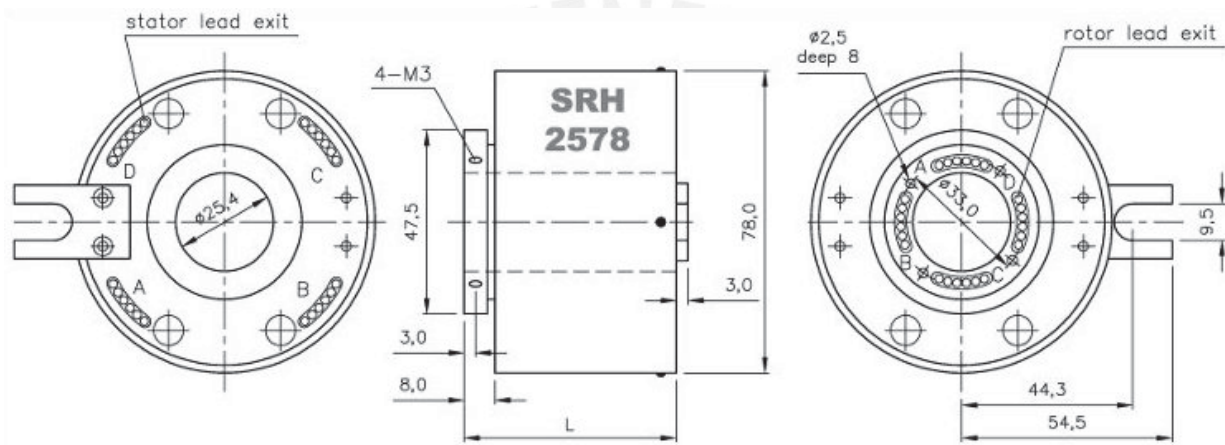


1. Also available with eccentric locking collar.
2. Medium Duty, Heavy Duty and other available types are described in the Bearing Types information.
3. Various seal options and plated housing options are described in the Nomenclature and Bearing Types information.

Attributes	Values
Bearing Type	Extended inner race with set screws
Dynamic Load Rating (Cr)	12843
Static Load Rating (Cor)	6668
Shaft Dia. (Fw)	20.0000
Shaft Height (h)	33.3000
Housing Width (b)	38.0000
Mounting Hole Center-to-Center (e)	95.0000
Housing Length (a)	127.0000
Mounting Slot Length (S2)	19.0000
Mounting Slot Width (S1)	13.0000
Housing Base Thickness (g)	13.0000
Housing Height (w)	64.0000
Bearing Inner Race Width (Bi)	31.0000
Bearing Inner Race Width - Short Side (n)	12.7000
Bearing Inner Race Width - Extended Side (m)	18.3000
Mounting Bolt Size	10.0000
Bearing Number	UCP 204
Housing Number	P204
Shaft Dia., Nominal (d)	20.0000
Weight (g)	680.00
Material	Cast iron housing, chrome steel bearing

Figura A.6.7: Dimensiones del rodamiento de diámetro interno 20mm. Fuente: AST® Bearings

Slip Rings SRH 2578 - Inner Diameter: 25.4mm – Outer Diameter:78mm



Name	"L" Length mm	2A	10A	Total Current [Amps]	Total Number of Wires
SRH 2578-6P	55	-	6	60	6
SRH 2578-12S	55	12	-	24	12
SRH 2578-12P	79	-	12	120	12
SRH 2578-6P-12S	79	12	6	84	18
SRH 2578-24S	79	24	-	48	24
SRH 2578-18P	103	-	18	180	18

Figura A.6.8: Especificaciones de los conectores rotativos utilizados Fuente: Servo Drive.

## Introduction

A miniature snap-action switch, also trademarked and frequently known as a micro switch, is an electric switch that is actuated by very little physical force. Micro switches are very widely used; among their applications are appliances, machinery, industrial controls, vehicles, and many other places for control of electrical circuits. They are usually rated to carry current in control circuits only, although some switches can be directly used to control small motors, solenoids, lamps, or other devices.



This is a small micro switch sensor designed for the Arduino. It could be directly connected to the IO Expansion shield. It integrates the pull-up resistor and the status indicator LED onboard. That makes it easier for testing. The miniature snap-action micro switch with roller lever make it suitable for more different environment application.

## Common Applications

- Levelling and safety switches in elevators
- Door interlock on a microwave oven
- Vending machines
- Detect paper jams or other faults in photocopiers
- 3D Printer position feedback, etc...

## Specification

- Working Voltage: 5v
- Pinout
  - 1 Digital output
  - 2 VCC
  - 3 GND
- Onboard status indicator LED
- Directly connected to the IO Expansion shield For Arduino
- M3 mounting hole x2
- Size: 30x20x8mm

## Shipping List

- Crash sensor 1 unit

## Documents

- [Wiki Doc](#)
- [Arduino Sample Code](#)
- [Dimensions](#)
- [Schematics](#)

Figura A.6.9: Especificaciones del sensor de fin de carrera. Fuente: DFRobot.

E 230	AISI : 3215
ECN	DIN : 18 Cr Ni 6
	W N° : 1.5919

Tipo de aleación : C 0,17 Cr 1,5 Ni 1,6 Si 0,30 Mn 0,50 %  
 Color de identificación : Azul  
 Estado de suministro : Recocido 217 HB máx.

**Acero especial de cementación aleado al Cromo-Níquel. Adquiere excelente dureza superficial en el temple de cementación. Insuperable tenacidad en el núcleo.**

APLICACIONES: Partes de maquinaria y repuestos de grandes dimensiones, de las cuales se exige muy alta dureza superficial, tenacidad y resistencia extraordinaria en el núcleo, ideal para la fabricación de piñones, cigüeñales, ejes de cajas

**INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO**

<b>Forjado:</b>	1150	-	850 °C
<b>Recocido:</b>	650	-	700 °C
Enfriamiento lento en el horno			
<b>Cementar:</b>	900	-	950 °C
<b>Enfriamiento:</b> en aceite o baño térmico de	160	-	260 °C
<b>Temple del Núcleo:</b>	830	-	870 °C
<b>Revenido:</b> mínimo 1 hora	150	-	200 °C
<b>Dureza Obtenible en la capa cementada:</b>	59	-	63 HRC

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS						
En el núcleo de la pieza cementada						Dureza en la superficie HRC
Diám. mín.	Límite de fluencia N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento (L=5d) mín. %	Contracción % mín.	Resiliencia según DVM Joule (val. de guía)	
10	700	1000 - 1300	8	35	-	59
30	650	900 - 1200	9	40	69	a
68	550	800 - 1100	10	40	-	63

**Soldadura:** Este acero es relativamente soldable. En este caso se debe pre-calentar a una temperatura de 250 - 350 °C y después de soldar someterlo a un recocido. Electrodo recomendable UTP 6020; en caso que la cementación de la costura no sea indispensable, se recomienda el uso de electrodos BOHLER UTP 65. La capa cementada no es soldable.

Figura A.6.10: Hoja de datos del acero AISI 3215 utilizado para los ejes y chavetas.  
 Fuente: Aceros Böhler del Perú.

V 155	AISI : ~ 4340 H
VCN	DIN : 34 Cr Ni Mo 6
	WN <sup>o</sup> : 1.6582

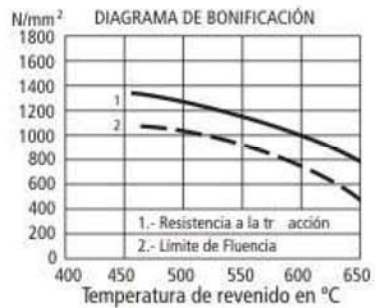
Tipo de aleación : C0,34 Cr1,5 Ni1,5 Mo0,2 Si0,30 Mn0,50%  
 Color de identificación : Verde  
 Estado de suministro : Bonificado 240-380 HB Típico. Ver tabla inf.  
 Largo Standard : 3,5 - 5 metros.

**Acero especial de bonificación al cromo níquel molibdeno, altamente resistente a la tracción, a la torsión y a cambios de flexión. Insensible al sobrecalentamiento en el forjado y libre de propensión a fragilidad de revenido. Por su estado de suministro permite en la mayoría de los casos su aplicación, sin necesidad de tratamiento térmico adicional.**

APLICACIONES: Partes de maquinaria y repuestos de mayores dimensiones, sometidas a muy altos esfuerzos dinámicos y otras altas exigencias mecánicas. Cigüeñales, ejes de leva, árboles de transmisión, barras de torsión, ejes cardán, ejes para bombas, ejes para hélice de aviones, pernos y tuercas de alta tensión, rodillos de transportadora, vástagos y pines, muñones; brazos de dirección, ciertos engranajes, discos de embrague, etc.

**INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO**

**Forjado:** 1050 - 850 °C  
**Recocido:** 650 - 700 °C  
 Enfriamiento lento en el horno  
**Temple:** al aceite 830 - 860 °C  
**Dureza Obtenible:** 52 - 56 HRC  
**Revenido:** 540 - 680 °C  
**Normalizado:** 850 - 880 °C  
**Nitrurar:** 580 °C



Resistencia en estado Recocido		CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS EN ESTADO BONIFICADO						
máx. N/mm <sup>2</sup>	Dureza Brinell máx.	Diámetro mm.		Límite de fluencia N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup>	Elongación (Lo = 5d) % mín.	Estricción % mín.	Resiliencia según DVM Joule
		desde	hasta					
800	248	16	40	980	1180 - 1380	9	40	41
		40	100	885	1080 - 1280	10	45	48
		100	160	785	980 - 1180	11	50	48
		160	250	685	880 - 1080	12	55	48
				590	780 - 930	13	55	48

Soldadura: Consultar con nuestro Departamento Técnico

10



Figura A.6.11: Hoja de datos del acero AISI 4340 utilizado para los engranajes. Fuente: Aceros Böhler del Perú.

## HEDB-9100 and HEDB-9000 Two Channel Optical Incremental Encoder Modules Bundle With Codewheel



### Data Sheet



#### Description

The HEDB-9100 and HEDB-9000 series are two channel optical incremental encoder modules offered with a codewheel. When used with a codewheel, these low cost modules detect rotary position. Each module consists of a lensed LED source and a detector IC enclosed in a small C-shaped plastic package. Due to a highly collimated light source and a unique photodetector array, these modules are extremely tolerant to mounting misalignment.

The HEDB-9100 and 9000 has two channel quadrature outputs.

The HEDB-9100 is designed for use with a HEDS-5120 codewheel which has an optical radius of 11.00 mm (0.433 inch). The HEDB-9000 is designed for use with a HEDS-6100 codewheel which has an optical radius of 23.36 mm (0.920 inch).

The quadrature signals and the single 5V supply input are accessed through five 0.025 inch square pins located on 0.1 inch (pitch) centers.

#### Features

- High Performance
- Resolution from 96 CPR Up To 1000 CPR (Counts Per Revolution)
- Low Cost
- Easy to Mount
- No Signal Adjustment required
- Small Size
- Operating Temperature: -40°C to 100°C
- TTL Compatible
- Two Channel Quadrature Output
- Single 5V Supply

#### Applications

The HEDB-9100 and 9000 provide sophisticated motion control detection at a low cost, making them ideal for high volume applications. Typical applications include printers, plotters, tape drives, and industrial and factory automation equipment.

#### Note:

Avago Technologies encoders are not recommended for use in safety critical applications. Eg. ABS braking systems, power steering, life support systems and critical care medical equipment. Please contact sales representative if more clarification is needed.

Figura A.6.12: Extracto de la hoja de datos de la fuente de poder. Fuente: Avago Technologies

# 1. XBee®/XBee-PRO® RF Modules

The XBee and XBee-PRO RF Modules were engineered to meet IEEE 802.15.4 standards and support the unique needs of low-cost, low-power wireless sensor networks. The modules require minimal power and provide reliable delivery of data between devices.

The modules operate within the ISM 2.4 GHz frequency band and are pin-for-pin compatible with each other.



## Key Features

### Long Range Data Integrity

#### XBee

- Indoor/Urban: up to 100' (30 m)
- Outdoor line-of-sight: up to 300' (90 m)
- Transmit Power: 1 mW (0 dBm)
- Receiver Sensitivity: -92 dBm

#### XBee-PRO

- Indoor/Urban: up to 300' (90 m), 200' (60 m) for International variant
- Outdoor line-of-sight: up to 1 mile (1600 m), 2500' (750 m) for International variant
- Transmit Power: 63mW (18dBm), 10mW (10dBm) for International variant
- Receiver Sensitivity: -100 dBm

RF Data Rate: 250,000 bps

### Advanced Networking & Security

- Retries and Acknowledgements
- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
- Each direct sequence channels has over 65,000 unique network addresses available
- Source/Destination Addressing
- Unicast & Broadcast Communications
- Point-to-point, point-to-multipoint and peer-to-peer topologies supported

### Low Power

#### XBee

- TX Peak Current: 45 mA (@3.3 V)
- RX Current: 50 mA (@3.3 V)
- Power-down Current: < 10  $\mu$ A

#### XBee-PRO

- TX Peak Current: 250mA (150mA for International variant)
- TX Peak Current (RPSMA module only): 340mA (180mA for International variant)
- RX Current: 55 mA (@3.3 V)
- Power-down Current: < 10  $\mu$ A

### ADC and I/O line support

- Analog-to-digital conversion, Digital I/O
- I/O Line Passing

### Easy-to-Use

- No configuration necessary for out-of box RF communications
- Free X-CTU Software (Testing and configuration software)
- AT and API Command Modes for configuring module parameters
- Extensive command set
- Small form factor

## Worldwide Acceptance

**FCC Approval (USA)** Refer to Appendix A [p64] for FCC Requirements. Systems that contain XBee®/XBee-PRO® RF Modules inherit Digi Certifications.

ISM (Industrial, Scientific & Medical) **2.4 GHz frequency band**

Manufactured under **ISO 9001:2000** registered standards

XBee®/XBee-PRO® RF Modules are optimized for use in the United States, Canada, Australia, Japan, and Europe. Contact Digi for complete list of government agency approvals.



Figura A.6.13: Extracto de la hoja de datos de los módulos XBee Pro. Fuente: Digi International Inc.



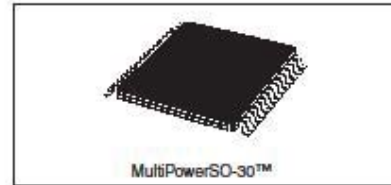
## VNH3SP30-E

### Automotive fully integrated H-bridge motor driver

#### Features

Type	$R_{DS(on)}$	$I_{out}$	$V_{comax}$
VNH3SP30-E	45mΩ max (per leg)	30A	40V

- Output current: 30A
- 5V logic level compatible inputs
- Undervoltage and overvoltage shutdown
- Overvoltage clamp
- Thermal shut down
- Cross-conduction protection
- Linear current limiter
- Very low standby power consumption
- PWM operation up to 10 kHz
- Protection against loss of ground and loss of  $V_{CC}$
- Package: ECOPACK®



The low-side switches are vertical MOSFETs manufactured using STMicroelectronics proprietary EHD ("StripFET™") process. The three circuits are assembled in a MultiPowerSO-30 package on electrically isolated lead frames. This package, specifically designed for the harsh automotive environment, offers improved thermal performance thanks to exposed die pads. Moreover, its fully symmetrical mechanical design provides superior manufacturability at board level. The input signals  $IN_A$  and  $IN_B$  can directly interface with the microcontroller to select the motor direction and the brake condition. Pins  $DIAG_A/EN_A$  or  $DIAG_B/EN_B$ , when connected to an external pull-up resistor, enable one leg of the bridge. They also provide a feedback digital diagnostic signal. The normal condition operation is explained in The speed of the motor can be controlled in all possible conditions by the PWM up to kHz. In all cases, a low level state on the PWM pin will turn off both the  $LS_A$  and  $LS_B$  switches. When PWM rises to a high level,  $LS_A$  or  $LS_B$  turn on again depending on the input pin state.

#### Description

The VNH3SP30-E is a full-bridge motor driver intended for a wide range of automotive applications. The device incorporates a dual monolithic high-side driver (HSD) and two low-side switches. The HSD switch is designed using STMicroelectronics proprietary VIPower™ M0-3 technology that efficiently integrates a true Power MOSFET with an intelligent signal/protection circuit on the same die.

Table 1. Device summary

Package	Order codes	
	Tube	Tape & reel
MultiPowerSO-30	VNH3SP30-E	VNH3SP30TR-E

Figura A.6.14: Extracto de la hoja de datos del controlador del motor. Fuente: STMicroelectronics.





date 08/16/2013  
page 1 of 6

**SERIES: PYB10-T & PYB10-U | DESCRIPTION: DC-DC CONVERTER**

**FEATURES**

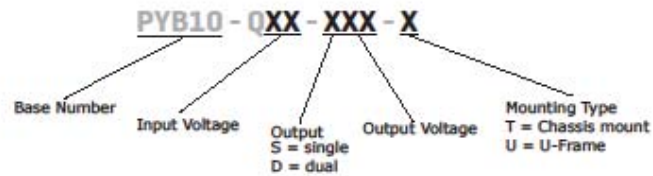
- up to 10 W isolated output
- industry standard pinout
- 4:1 input range (9~36 V, 18~75 V)
- smaller package
- single/dual regulated outputs
- 1,500 Vdc isolation
- continuous short circuit, over voltage protection
- reverse polarity protection on chassis mount (-T) option
- temperature range (-40~85°C)
- six-sided metal shielding
- efficiency up to 88%



MODEL	input voltage		output voltage (Vdc)	output current		output power max (W)	ripple and noise <sup>1</sup> max (mVp-p)	efficiency <sup>2</sup> typ (%)
	typ (Vdc)	range (Vdc)		min (mA)	max (mA)			
PYB10-Q24-S3	24	9~36	3.3	120	2400	8	80	79
PYB10-Q24-S5	24	9~36	5	100	2000	10	80	82
PYB10-Q24-S12	24	9~36	12	42	833	10	80	86
PYB10-Q24-S15	24	9~36	15	33	667	10	80	87
PYB10-Q24-S24	24	9~36	24	21	416	10	80	87
PYB10-Q24-D5	24	9~36	±5	±50	±1000	10	80	83
PYB10-Q24-D12	24	9~36	±12	±21	±416	10	80	86
PYB10-Q24-D15	24	9~36	±15	±16	±333	10	80	88
PYB10-Q48-S3	48	18~75	3.3	120	2400	8	80	79
PYB10-Q48-S5	48	18~75	5	100	2000	10	80	82
PYB10-Q48-S12	48	18~75	12	42	833	10	80	86
PYB10-Q48-S15	48	18~75	15	33	667	10	80	87
PYB10-Q48-S24	48	18~75	24	21	416	10	80	87
PYB10-Q48-D5	48	18~75	±5	±50	±1000	10	80	83
PYB10-Q48-D12	48	18~75	±12	±21	±416	10	80	86
PYB10-Q48-D15	48	18~75	±15	±16	±333	10	80	88

Notes:  
1. Ripple and noise are measured at 20 MHz BW by "parallel cable" method  
2. Efficiency is approximately 2% lower for Chassis Mount (-T) models.

**PART NUMBER KEY**



cui.com

Figura A.6.15: Extracto de la hoja de datos del convertidor DC/DC Fuente: CUI Inc.

## Features

- High-performance, Low-power AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
  - 8K Bytes of In-System Self-programmable Flash program memory
  - 512 Bytes EEPROM
  - 1K Byte Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM <sup>(1)(4)</sup>
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C <sup>(2)(3)</sup>
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
  - In-System Programming by On-chip Boot Program
  - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Three PWM Channels
  - 8-channel ADC in TQFP and QFN/MLF package
    - Eight Channels 10-bit Accuracy
  - 6-channel ADC in PDIP package
    - Six Channels 10-bit Accuracy
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby
- I/O and Packages
  - 23 Programmable I/O Lines
  - 28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
  - 2.7 - 5.5V (ATmega8L)
  - 4.5 - 5.5V (ATmega8)
- Speed Grades
  - 0 - 8 MHz (ATmega8L)
  - 0 - 16 MHz (ATmega8)
- Power Consumption at 4 Mhz, 3V, 25°C
  - Active: 3.6 mA
  - Idle Mode: 1.0 mA
  - Power-down Mode: 0.5 µA

- Notes: 1. At 85°C. Guaranteed after last write cycle.  
 2. Failure rate less than 1 ppm.  
 3. Characterized through accelerated tests.




8-bit AVR®  
with 8K Bytes  
In-System  
Programmable  
Flash

ATmega8  
ATmega8L


Summary

2486RS-AVR-07/07

Figura A.6.16: Extracto de la hoja de datos del microcontrolador. Fuente: Atmel.



March 2014



## MOC3010M, MOC3011M, MOC3012M, MOC3020M, MOC3021M, MOC3022M, MOC3023M 6-Pin DIP Random-Phase Optoisolators Triac Driver Output (250/400 Volt Peak)

### Features

- Excellent  $I_T$  Stability—IR Emitting Diode Has Low Degradation
- High Isolation Voltage—Minimum 5300 V<sub>AC(RMS)</sub>
- Underwriters Laboratory (UL) Recognized—File #E90700
- Peak Blocking Voltage
  - 250 V, MOC301XM
  - 400 V, MOC302XM
- VDE Recognized (File #94766)
  - Ordering Option V (e.g., MOC3023VM)

### Applications

- Industrial Controls
- Solenoid/Valve Controls
- Traffic Lights
- Static AC Power Switch
- Vending Machines
- Incandescent Lamp Dimmers
- Solid State Relay
- Motor Control
- Lamp Ballasts

### Description

The MOC301XM and MOC302XM series are optically isolated triac driver devices. These devices contain a GaAs infrared emitting diode and a light activated silicon bilateral switch, which functions like a triac. They are designed for interfacing between electronic controls and power triacs to control resistive and inductive loads for 115 V<sub>AC</sub> operations.

---

### Schematic

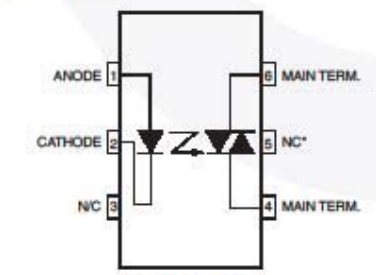


Figure 1. Schematic

### Package Outlines

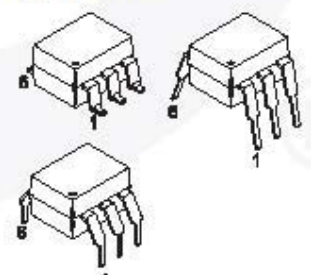


Figure 2. Package Outlines

©2005 Fairchild Semiconductor Corporation  
MOC301XM, MOC302XM Rev. 1.0.3

www.fairchildsemi.com

MOC301XM, MOC302XM — 6-Pin DIP Random-Phase Optoisolators Triac Driver Output (250/400 Volt Peak)

Figura A.6.17: Extracto de la hoja de datos del optoacoplador. Fuente: Fairchild Semiconductor.



**Teccor® brand Thyristors**  
1 Amp Sensitive & Standard Triacs

**Lx01Ex & LxNx & Qx01Ex & QxNx Series**



**Description**

1 Amp bi-directional solid state switch series is designed for AC switching and phase control applications such as motor speed and temperature modulation controls, lighting controls, and static switching relays.

**Sensitive** type devices guarantee gate control in Quadrants I & IV needed for digital control circuitry.

**Standard** type devices normally operate in Quadrants I & III triggered from AC line.

**Features & Benefits**

- RoHS Compliant
- Glass – passivated junctions
- Voltage capability up to 600 V
- Surge capability up to 20 A

**Applications**

Excellent for lower current heating controls, water valves, and solenoids.

Typical applications are AC solid-state switches, home/ brown goods and white goods appliances.

Sensitive gate Triacs can be directly driven by microprocessor or popular opto-couplers/isolators.

**Main Features**

Symbol	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	1	A
$V_{DRM}/V_{RRM}$	400 to 600	V
$I_{GT(SEN)}$	3 to 25	mA

**Schematic Symbol**



1.0A TRIACs

**Absolute Maximum Ratings – Sensitive Triacs (4 Quadrants)**

Symbol	Parameter	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	Lx01Ey/LxNy $T_c = 50^\circ\text{C}$	1 A
$I_{TSM}$	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, $T_j$ initial = $25^\circ\text{C}$ )	f = 50 Hz t = 20 ms	16.7 A
		f = 60 Hz t = 16.7 ms	20 A
Pt	Pt Value for fusing	$t_p = 8.3$ ms	1.6 A <sup>2</sup> s
di/dt	Critical rate of rise of on-state current ( $I_t = 50\text{mA}$ with $t_p = 0.1\mu\text{s}$ rise time)	f = 120 Hz $T_j = 110^\circ\text{C}$	20 A/μs
$I_{GT(SEN)}$	Peak gate trigger current	$t_p \leq 10 \mu\text{s}$ $T_j = 110^\circ\text{C}$	1 A
$P_{GATE}$	Average gate power dissipation	$T_j = 110^\circ\text{C}$	0.2 W
$T_{STG}$	Storage temperature range	Lx01Ey	-65 to 150 °C
		LxNy	-40 to 125 °C
$T_j$	Operating junction temperature range	Lx01Ey	-65 to 110 °C
		LxNy	-40 to 110 °C

Note: x = voltage, y = sensitivity

Figura A.6.18: Extracto de la hoja de datos del triac. Fuente: Littlefuse.



TLV702xx

www.ti.com

SLV5AG6B – SEPTEMBER 2010 – REVISED FEBRUARY 2011

### 300-mA, Low- $I_Q$ , Low-Dropout Regulator

#### FEATURES

- **Very Low Dropout:**
  - 37 mV at  $I_{OUT} = 50\text{ mA}$ ,  $V_{OUT} = 2.8\text{ V}$
  - 75 mV at  $I_{OUT} = 100\text{ mA}$ ,  $V_{OUT} = 2.8\text{ V}$
  - 220mV at  $I_{OUT} = 300\text{ mA}$ ,  $V_{OUT} = 2.8\text{ V}$
- **2% Accuracy**
- **Low  $I_Q$ : 35  $\mu\text{A}$**
- **Fixed-Output Voltage Combinations Possible from 1.2 V to 4.8 V**
- **High PSRR: 68 dB at 1 kHz**
- **Stable with Effective Capacitance of 0.1  $\mu\text{F}$ <sup>(1)</sup>**
- **Thermal Shutdown and Overcurrent Protection**
- **Packages: SOT23-5 and 1,5mm  $\times$  1,5mm SON-6**

<sup>(1)</sup> See the *Input and Output Capacitor Requirements* in the Application Information section.

#### APPLICATIONS

- **Wireless Handsets**
- **Smart Phones, PDAs**
- **MP3 Players**
- **ZigBee<sup>®</sup> Networks**
- **Bluetooth<sup>®</sup> Devices**
- **Li-Ion Operated Handheld Products**
- **WLAN and Other PC Add-on Cards**

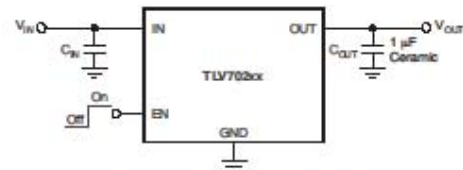
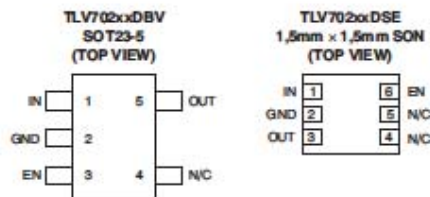
#### DESCRIPTION

The TLV702xx series of low-dropout (LDO) linear regulators are low quiescent current devices with excellent line and load transient performance. These LDOs are designed for power-sensitive applications. A precision bandgap and error amplifier provides overall 2% accuracy. Low output noise, very high power-supply rejection ratio (PSRR), and low-dropout voltage make this series of devices ideal for a wide selection of battery-operated handheld equipment. All device versions have thermal shutdown and current limit for safety.

Furthermore, these devices are stable with an effective output capacitance of only 0.1  $\mu\text{F}$ . This feature enables the use of cost-effective capacitors that have higher bias voltages and temperature derating. The devices regulate to specified accuracy with no output load.

The TLV702xxP series also provides an active pulldown circuit to quickly discharge the outputs.

The TLV702xx series of LDO linear regulators are available in SOT23-5 and 1,5mm  $\times$  1,5mm SON-6 packages.



Typical Application Circuit (Fixed-Voltage Versions)

Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

Bluetooth is a registered trademark of Bluetooth SIG.  
ZigBee is a registered trademark of the ZigBee Alliance.  
All other trademarks are the property of their respective owners.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

© 2010–2011, Texas Instruments Incorporated

Figura A.6.19 Extracto de la hoja de datos del regulador LDO. Fuente: Texas Instruments.

## Cabana 2



Cabana 2 es una luminaria funcional de interior para naves a gran altura que utiliza lámparas de descarga de alta intensidad.

El reflector suministrado se puede acoplar a la unidad sin necesidad de tornillos, mediante un ingenioso sistema de bayoneta.

Un innovador dispositivo externo simplifica la regulación de la lámpara (haz ancho o estrecho) sobre el terreno. El conector externo permite realizar la conexión eléctrica sin abrir la unidad. Hay disponibles dos versiones: estándar para lámparas de sodio y HPL-R y redonda para CDM-TMW.



Figura A.6.20 Extracto de folleto de luminarias Philips de naves industriales. Fuente: Philips

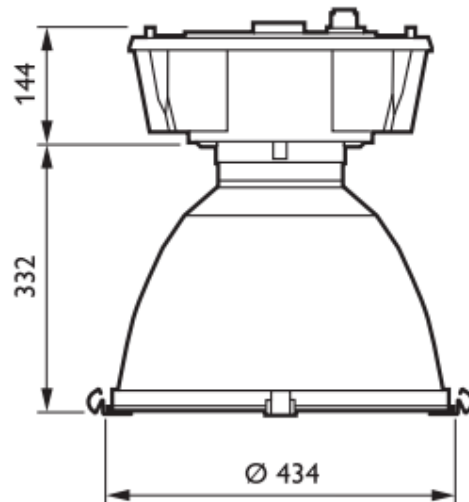


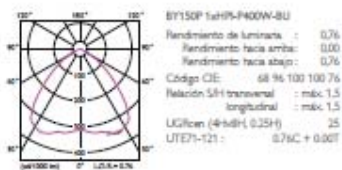
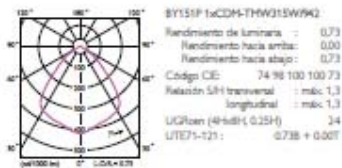
Figura A.6.21 Dimensiones de la luminaria Cabana. Fuente: Philips

ecat.lighting.philips.es ▶ Cabana 2

**Características de producto**

- Regulador externo de apertura para simplificar la elección de haz estrecho o ancho sobre el terreno
- Construcción de bayoneta para acoplar el reflector a la carcasa
- El conector externo facilita y agiliza la conexión eléctrica sin necesidad de abrir la unidad

**Diagramas polares de intensidad**



**Información de producto**

Tipo	BY150P (versión para lámpara de sodio o HPI-P) BY151P (versión para lámpara CDM-TMW)
Fuente de luz	HID: MASTER HPI Plus / E40 / 250, 400 W SON / E40 / 250, 400 W Master CDM-TMW / PGZ18 / 210, 315 W
Lámpara incluida	Sí (S) o No
Balasto	HID-Primavision (para lámparas CDM) Convencional electromagnético (SGR) (para lámparas de sodio) Convencional electromagnético (HGR) (para lámparas HPI)
Reflector	Básico (R)
Cierre óptico	Vidrio transparente (GC)
Opciones	Alumbrado de emergencia: 1 hora (EL1) Iluminación auxiliar para arranque instantáneo (AUX)
Conexión eléctrica	Conector Push-in de 3 polos
Materiales	Carcasa: inyección de aluminio Reflector: aluminio anodizado Cierre: vidrio termoendurecido
Instalación	Sin retirar lámparas ni difusor Individual, con ganchos o soporte Temperatura operativa: -15 °C < T <sub>a</sub> < 35 °C
Accesorios	Cierre de vidrio, soporte de montaje, reflector
Observaciones	Todos los componentes vienen en una caja (incluidos accesorios), si bien los accesorios se pueden pedir aparte.

Figura A.6.22 Especificaciones técnicas de la luminaria Cabana. Fuente: Philips

## Anexo 8: Planos de despiece y ensamble

A continuación, se presenta el listado de los planos de despiece y ensamble con su respectivo código y nombre.

Código	Tipo	Nombre
PL1-A1	Ensamble	Ensamble
PL2-A2	Despiece	Eje 1
PL3-A3	Despiece	Eje 2
PL4-A3	Despiece	Engranaje E1
PL5-A3	Despiece	Engranaje E2
PL6-A4	Despiece	Chaveta 6x6x32
PL7-A4	Despiece	Chaveta 5x5x25
PL8-A3	Despiece	Caja
PL9-A4	Despiece	Tapa
PL10-A4	Despiece	Soporte encoder

Tabla A8.1. Listado de planos del sistema mecatrónico.