

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

Facultad de Ciencias e Ingeniería



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

**DISEÑO DE GENERADOR HIDROELÉCTRICO PORTABLE PARA
ZONAS RURALES**

**Tema de Tesis para optar por el Título de Ingeniero Mecatrónico, que
presenta el bachiller:**

Mendoza Yupanqui, Paul Yampier

ASESOR: Cataño Sanchez, Miguel Angel

Lima, mayo del 2017



ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ÍNDICE DE ANEXOS	2
ÍNDICE DE FIGURAS	3
ÍNDICE DE TABLAS	4
Anexo A	5
Anexo B	6
Anexo C	7
Anexo D	12
Anexo E	13
Anexo F	15
Anexo G	18
Anexo H	19
Anexo I	26
Anexo J	30
Anexo K	33
Anexo L	34
Anexo M	36
Anexo N	36
CRÉDITO DE FIGURAS	48
CRÉDITO DE TABLAS	50

INDICE DE FIGURAS

	Pág.	
Figura A.1	Cronograma de actividades	5
Figura C.1	Concepto de solución 1	8
Figura C.2	Concepto de solución 2	8
Figura C.3	Concepto de solución 3	9
Figura C.4	Gráfica del criterio de evaluación	11
Figura E.1	Relación entre C_p y λ dependiendo del tipo de máquina	13
Figura E.2	Rotor basculante de máquina bipala	13
Figura F.1	Distribución de velocidades al atravesar un aro	15
Figura F.2	Diámetro vs velocidad para distintas potencias	16
Figura F.3	Propeller W01 SP 24 - Ampair	17
Figura G.1	Esquema del AMPAIR UW100	18
Figura H.1	Fuerzas que generan torsión en el eje	19
Figura H.2	DCL del eje	20
Figura H.3	Deflexión del eje	21
Figura H.4	Unión de turbina y eje usando clavija	22
Figura H.5	Análisis del rodamiento en la carcasa	23
Figura H.6	Análisis del disco	23
Figura H.7	Análisis de deformación del soporte de la carcasa	24
Figura H.8	Soporte del sistema	24
Figura I.1	Generador de imanes permanentes monofásico	26
Figura I.2	Triángulo de potencias	26
Figura I.3	Distribución de bobinas en el estator	28
Figura I.4	Distribución de imanes en el rotor	28
Figura J.1	Análisis del rizado	30
Figura J.2	Circuito esquemático rectificador	31
Figura J.3	Fuente switching Step-Down	31
Figura K.1	Sistema de protección del propeller	32

INDICE DE TABLAS

	Pág.	
Tabla B.1	Lista de exigencias de diseño	6
Tabla C.1	Matriz morfológica	7
Tabla C.2	Criterio de evaluación técnico	10
Tabla C.3	Criterio de evaluación económico	10
Tabla D.1	Velocidades de ríos de la Amazonía	12
Tabla E.1	Valores de celeridad para máquinas de viento de eje horizontal	14
Tabla F.1	Valores de diámetro del rotor para distintos valores de velocidad y potencia	16
Tabla F.2	Velocidad de giro del eje de la turbina en función de la velocidad de la corriente.	16
Tabla H.1	Cálculo del eje	21
Tabla H.2	Cálculo de la clavija	22
Tabla H.3	Cálculo de la chaveta	22
Tabla H.4	Cálculo de soldadura	25
Tabla I.1	Cálculo de vueltas del bobinado	27
Tabla I.2	Características del generador de imanes permanentes monofásico	29
Tabla J.1	Cálculo de componentes para el diseño de la fuente switching	31
Tabla L.1	Costos mecánicos	34
Tabla L.2	Costos electrónicos	35
Tabla L.2	Costo de mano de obra	35

ANEXO A CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

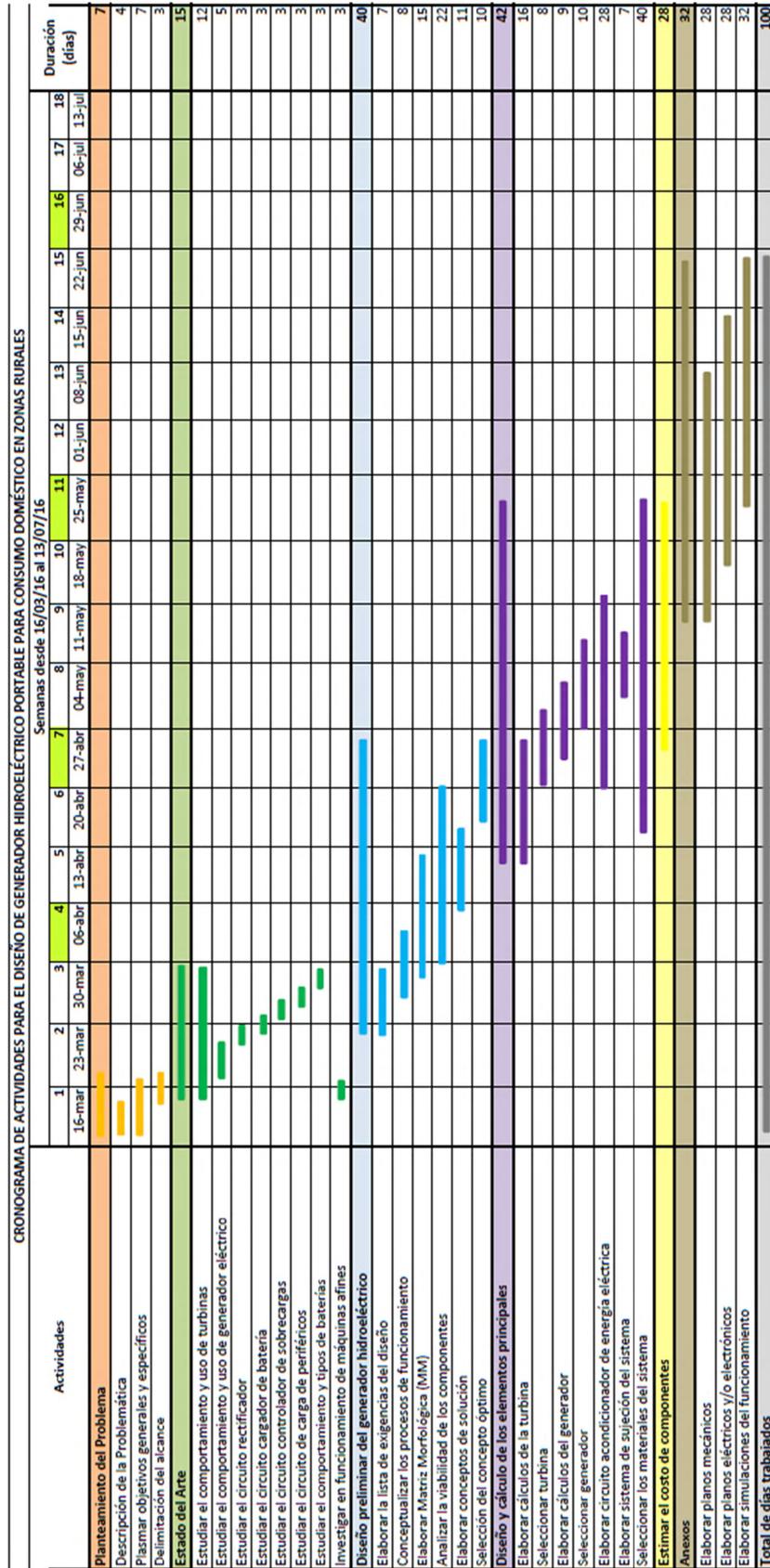


Figura A.1. - Cronograma de actividades

ANEXO B PARÁMETROS DE DISEÑO

A continuación se detalla la lista de exigencias que debe cumplir la máquina a diseñar.

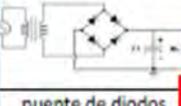
Tabla B.1. - Lista de exigencias de diseño

<i>Lista de Exigencias del Diseño del Generador Hidroeléctrico Portable</i>	
Característica	Descripción
<i>Función principal</i>	Capacidad para generar energía eléctrica alterna.
<i>Geometría</i>	El sistema debe tener como tamaño máximo 40x35x35cm.
<i>Fuerzas</i>	El sistema no deberá superar los 15 kg-f.
<i>Materia</i>	El fluido de donde se extraerá energía será el agua.
<i>Cinemática</i>	La velocidad del río de operación del sistema es de 1 m/s.
<i>Energía</i>	El sistema debe proveer energía entre 10W.
<i>Protección</i>	El circuito eléctrico del sistema debe estar protegido.
<i>Ergonomía</i>	Diseño agradable.
<i>Transporte</i>	El sistema debe ser portable.
<i>Uso</i>	Cualquier hora del día.
<i>Mantenimiento</i>	Accesible a limpieza diaria.

ANEXO C ELABORACIÓN Y SELECCIÓN DEL CONCEPTO DE SOLUCIÓN

Para la elaboración del concepto de solución se debe tener en cuenta el proceso técnico y la estructura de funciones, las cuales han sido presentadas en el capítulo 3. A continuación se muestran los conceptos de solución elaborados para la construcción de la máquina.

Tabla C.1.- Matriz morfológica

Tipo de turbina	 Rueda hidráulica	 Turbina sumergible		
Sujeción de turbina	 Eje			
Acople de transmisión mecánica	 Junta universal			
Tipo de transmisión mecánica	 engranales	 faja plana	 faja trapezoidal	 cadena
Tipo de construcción de generador	 generador DC	 generador síncrono	 generador asíncrono	 imanes permanentes
Rectificación de corriente alterna	 puente de diodos			
Regulador de tensión DC-DC	 Fuente switching	 Fuente lineal		

Legenda:

→ Sol. 1

→ Sol. 2

→ Sol. 3

Para la selección del concepto óptimo se han evaluado las tres soluciones propuestas, las cuales se detallan a continuación.

C.1.- ALTERNATIVA 1

La primera alternativa se basa en el funcionamiento de una turbina horizontal sumergida flotante. El agua en movimiento realiza el giro de los álabes del propeller, el cual a su vez gira en su eje. En un extremo hay una correa dentada que se encarga de transmitir la potencia mecánica del eje hacia el generador DC. La corriente eléctrica generada es regulada mediante una fuente switching para obtener la tensión necesaria de carga de dispositivos electrónicos. La máquina puede ser anclada con cuerdas. La característica principal de este sistema es que no tiene una construcción elaborada y los materiales de construcción son de fácil adquisición.

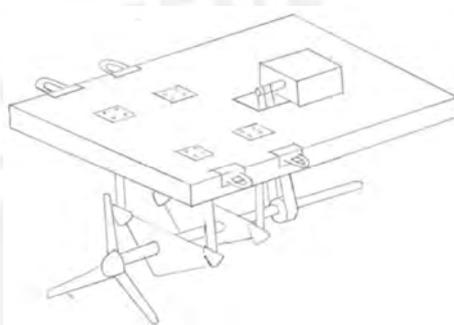


Figura C.1. - Concepto de solución 1

Elementos de la máquina:

- Turbina horizontal.
- Correa dentada.
- Generador DC.
- Circuito de acondicionamiento de energía.
- Sistema flotador.

C.2.- ALTERNATIVA 2

La segunda alternativa se basa en el funcionamiento del Ampair UW100. Los álabes de la turbina son accionadas por el agua, lo cual origina que el eje de la turbina gire. El eje de la turbina se encuentra acoplado directamente con un generador de imanes permanentes, el cual genera energía eléctrica del tipo alterna. Esta energía es acondicionada mediante un circuito eléctrico para energizar dispositivos con corriente directa. El sistema posee un sistema de fijación para canales. Los componentes eléctricos del sistema se encuentran encapsulados y aislados para funcionar bajo el agua. La característica principal de este sistema es que posee buena eficiencia, de tamaño compacto pero es de construcción elaborada.

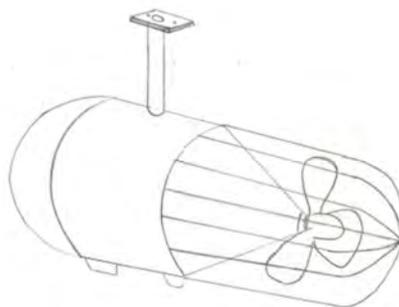


Figura C.2. - Concepto de solución 2

Elementos de la máquina:

- Sistema encapsulado sumergible.
- Turbina de eje horizontal tripala.
- Generador de imanes permanentes.
- Circuito de acondicionamiento de energía eléctrica externo.
- Jaula protectora de propeller.

C.3.- ALTERNATIVA 3

La tercera alternativa se basa en el funcionamiento de una turbina aquacharger, del tipo turbina sumergible. El eje del sistema se encuentra girado con respecto al eje horizontal y transmite potencia al eje horizontal mediante una junta universal. Acoplado al eje horizontal hay una caja de engranajes que regula la velocidad de giro del rotor. El giro del rotor del generador de imanes permanentes permite la generación de corriente eléctrica del tipo alterna. Esta corriente es acondicionada para cargar dispositivos con corriente continua. La característica principal de este sistema es que algunos de sus elementos pueden ser fabricados con elementos reciclables; sin embargo, no es compacto.

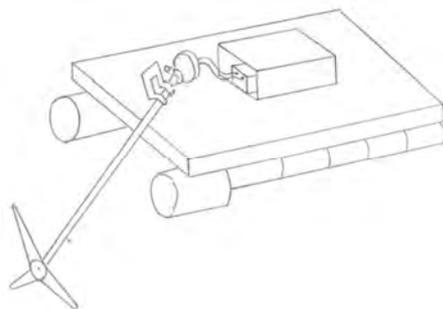


Figura C.3. - Concepto de solución 3

Elementos de la máquina:

- Sistema flotador.
- Caja de engranajes.
- Turbina tipo aquacharger.
- Junta universal.
- Generador de imanes permanentes.
- Circuito de acondicionamiento de energía.

C.4. - ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO

Este análisis permite comparar los conceptos de solución mencionados anteriormente y elegir al más adecuado teniendo en cuenta la lista de exigencias y parámetros de diseño.

Tabla C.2. - Criterio de evaluación técnico

Nro	Criterio de Evaluación Técnico	Valor	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
1	Capacidad de generación de energía (W)	2.0	3	4	3
2	Transportabilidad	1.5	3	4	3
3	Facilidad de construcción	1.5	3	2	3
4	Seguridad	1.5	3	4	3
5	Estabilidad	1.5	3	4	3
6	Manipulación	1.5	3	3	3
7	Complejidad de diseño	1.0	3	4	3
8	Grado de contaminación del medio ambiente	1.0	4	4	4
9	Facilidad de mantenimiento	0.5	4	3	4
Valor Ponderado			37.5	43	37.5

Leyenda: El valor de las alternativas varían entre no satisface (0) a satisface satisfactoriamente (4)

Tabla C.3. - Criterio de evaluación económico

Nro	Criterio de Evaluación Económico	Valor	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
1	Número de piezas	2.0	4	4	3
2	Costo de la tecnología	1.5	3	4	3
3	Costo de operación	1.5	4	4	4
4	Costo de mecanización	1.0	3	2	3
5	Tiempo de adquisición de materiales	1.0	4	3	4
6	Costo de adquisición de materiales	0.5	3	2	3
7	Vida útil de los materiales	0.5	3	4	3
Valor Ponderado			28.5	28	26.5

Leyenda: El valor de las alternativas varían entre no satisface (0) a satisface satisfactoriamente (4)

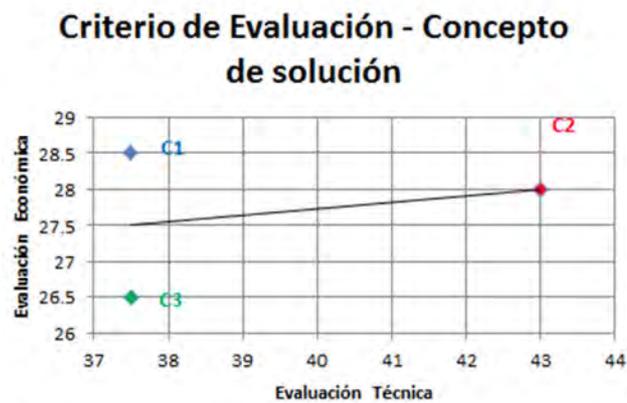


Figura C.4. - Gráfica del criterio de evaluación

Al analizar la figura C.4., la alternativa 2 es la que mejor se ajusta a los parámetros tanto técnico como económico. Por lo tanto, esta alternativa será seleccionada.

ANEXO D

INFORMACIÓN DE LA ZONA DE PROYECTO

Debido a requerimientos de diseño, se desea que la máquina opere en canales cuya velocidad del fluido sea de 1 m/s.

Tabla D.1. - Velocidades de ríos de la Amazonía

Río	Velocidad (m/s)	
	En Vaciante	En Creciente
Amazonas	0,77 a 1,3	1,54 a 2,06
Napo	0,77 a 1,3	2,06 a 2,83
Aguarico	1,29	
Putumayo	1,03 a 1,54	
Nanay	1,03	
Yavari	0,77 a 1,8	
Marañon	3,1	4,1
Santiago	0,77	1,03
Morona	0,77	1,54
Pastaza	0,77	2,57
Tigre	1,13	2,1
Corrientes	1,03	2,1
Huallaga	1,13	2,57
Ucayali	1,03	2,1 y 4,12
Urubamba	2,1 a 5,66	
Tambo	1,03	
Perene	4,12 a 6,17	
Ene	1,54 a 2,57	
Pachitea	1,03	2,1
Pichis	1,03	2,1

Se debe tener en cuenta la profundidad del canal, de forma contraria, la máquina no podría instalarse.

La velocidad de diseño será de 1m/s.

ANEXO E

NÚMERO DE PALAS

En esta sección se analizarán los factores a tomar en cuenta para elegir el número de palas del propeller adecuado para el sistema.

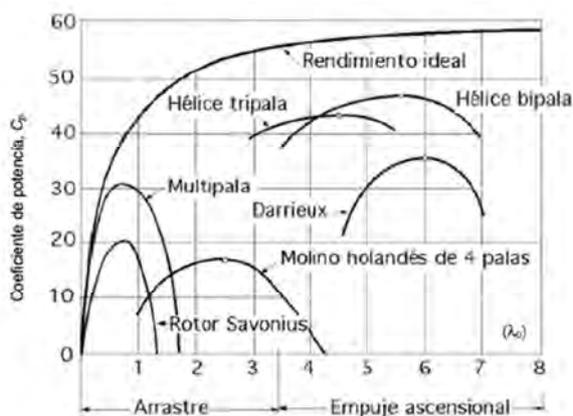


Figura E.1 - Relación entre C_p y λ dependiendo del tipo de máquina

Teniendo en cuenta lo expuesto, se concluye que la turbina a elegir debe tener las siguientes características:

Número de palas: 3

Ángulo de separación entre palas: 120°

Tipo de eje: horizontal

Para la elección del valor de celeridad, se analizará la siguiente tabla:

Tabla E.1 - Valores de celeridad para máquinas de viento de eje horizontal

Tipo de máquina	λ_0 de diseño	Tipo de pala	C_y/C_x
Bombeo de agua	1	Placa plana	10
	1	Placa curvada	20-40
	1	Aspa de tela	10-25
Generadores eólicos pequeños	3-4	Perfil simple	10-50
	4-6	Perfil alabeado	20-100
	3-5	Aspa de tela	20-30
Generadores eólicos grandes	5-15	Perfil alabeado	20-100

El sistema a diseñar será análogo a un generador eólico pequeño, de preferencia alabeado. Por ello, al analizar la tabla, se elegirá como tipo de máquina el generador eólico pequeño, de perfil alabeado. Al observar la figura H.1, se tiene que el C_p máximo de un rotor tripala es de 0.45 y λ es de 4.5. Este valor cumple para el rango de λ establecido, entre 4 y 6.

Valores teóricos:

Coefficiente de potencia (C_p)= 0.45

Tip Speed Ratio (λ) = 4.5



ANEXO F

SELECCIÓN DE TURBINA HIDROCINÉTICA

Para el diseño de la turbina hidrocinética se aplica el mismo principio de funcionamiento que el de los aerogeneradores.

Se parte del supuesto que el lugar en donde se instalará la máquina, la corriente es uniforme y laminar.

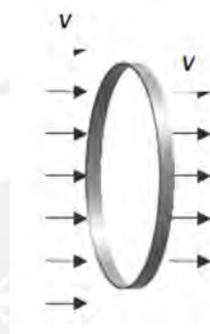


Figura F.1 - Distribución de velocidades al atravesar un aro

Se expresan las fórmulas a continuación:

Energía cinética :
$$E_k = \frac{1}{2} * m * v^2$$
 (F.1)
de un fluido (J)

Potencia cinética:
$$P = \frac{d*E_k}{dt} = \frac{1}{2} * \frac{dm}{dt} * v^2$$
 (F.2)
de un fluido (W)

Flujo másico (kg/s):
$$\frac{dm}{dt} = \rho * A * v$$
 (F.3)

Potencia máx (W):
$$P_{m\acute{a}x} = \frac{1}{2} * \rho * A * v^3$$
 (F.4)

Área turbina (m²):
$$A = \pi * r^2 = \pi * \frac{D^2}{4}$$
 (F.5)

Potencia real (W):
$$P = C_p * P_{m\acute{a}x} = C_p * \frac{1}{2} * \rho * A * v^3$$
 (F.6)

Potencia real de diseño (W):
$$P = C_p * C_t * C_g * \frac{1}{2} * \rho * A * v^3$$
 (F.7)

Primero se realizará una estimación teórica para saber cuáles serán los parámetros de diseño. Para el cálculo de la potencia y el dimensionamiento de la turbina se utilizó la fórmula (F.7) y se tomó los valores teóricos: **C_p=0.45, C_t=0.8 y C_g=0.8.**

Tabla F.1 - Valores de diámetro del rotor para distintos valores de velocidad y potencia

Velocidad (m/s)	Diámetro 5 W (cm)	Diámetro 6 W (cm)	Diámetro 7 W (cm)	Diámetro 9 W (cm)	Diámetro 12 W (cm)	Diámetro 15 W (cm)
0.4	83.11297508	91.04570255	98.3405983	111.507757	128.758067	143.955896
0.6	45.24097332	49.55900323	53.5298415	60.697135	70.0870145	78.3596644
0.8	29.38487414	32.18951684	34.768652	39.4239457	45.5228513	50.896095
1	21.02610435	23.0329433	24.8784222	28.2094792	32.5735008	36.418281
1.2	15.99509951	17.52175363	18.925657	21.4596779	24.7795016	27.704325
1.4	12.69307254	13.90456431	15.018646	17.0295438	19.6640234	21.9850465
1.6	10.38912189	11.38071282	12.2925748	13.9384697	16.0947584	17.994487
1.8	8.706629376	9.537634618	10.3018228	11.6811691	13.4882522	15.0803244
2	7.433850484	8.143375198	8.79585051	9.97355701	11.5164716	12.8758067
2.2	6.443543937	7.058548729	7.624104	8.64492136	9.98229534	11.1605455
2.4	5.655121666	6.194875403	6.69123019	7.58714188	8.76087681	9.79495805
2.6	5.015321678	5.494009632	5.93420864	6.72876012	7.76970293	8.68679196
2.8	4.487678833	4.916005855	5.3098932	6.02085296	6.95228215	7.77288775
3	4.046475669	4.432692004	4.78785458	5.4289168	6.26877315	7.00870145

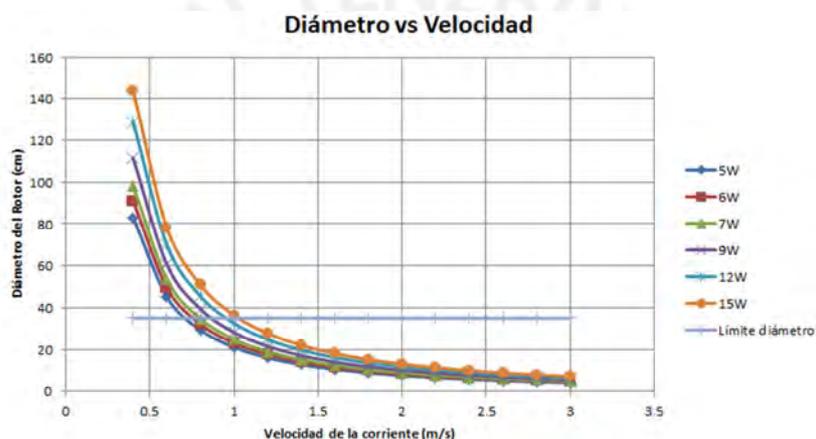


Figura F.2 - Diámetro vs velocidad para distintas potencias

De la tabla I.1, se tiene que para 12W se requiere un **diámetro de 32cm**. Además, utilizando la fórmula (H.1), para $R = 0.162$ m y $\lambda = 4.5$, se obtiene la siguiente tabla:

Tabla F.2 - Velocidad de giro del eje de la turbina en función de la velocidad de la corriente.

v corriente (m/s)	ω (rad/s)	n (rpm)
0.4	11.0519284	105.538143
0.6	16.5778927	158.307214
0.8	22.1038569	211.076285
1	27.6298211	263.845356
1.2	33.1557853	316.614428
1.4	38.6817496	369.383499
1.6	44.2077138	422.15257
1.8	49.733678	474.921642
2	55.2596422	527.690713
2.2	60.7856065	580.459784
2.4	66.3115707	633.228855
2.6	71.8375349	685.997927
2.8	77.3634991	738.766998
3	82.8894633	791.536069

Se tiene que para la velocidad de fluido de 1m/s, la turbina gira a 263 RPM.

Valores deseados (calculados):

- Diámetro = 325.7 mm
- Potencia ($v=1\text{m/s}$) = 12W
- Velocidad de giro= 263 RPM
- Índice de celeridad (TSR)=4.5

Se elegirá una turbina que opere a condiciones similares a las calculadas. La seleccionada es la turbina W01 SP 24 del catálogo de Ampair. Además, el fabricante muestra en una gráfica la relación entre RPM y la potencia. Se tiene que para 12W, la turbina gira a 250RPM.

Valores reales (Turbina Ampair):

- Diámetro = 312 mm
- Potencia ($v=1\text{m/s}$) = 12W
- Peso= 3 kg
- Velocidad de giro= 250 RPM
- Índice de celeridad (TSR)=4



Figura F.3 - Propeller W01 SP 24 - Ampair

ANEXO G ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE POTENCIA DEL PROPELLER (C_p)

Para hacer el análisis del sistema a diseñar, se hará una estimación de los parámetros de la máquina Ampair UW100. La finalidad de este anexo es encontrar el coeficiente de potencia de la turbina C_p debido a que el fabricante no nos proporciona este dato.

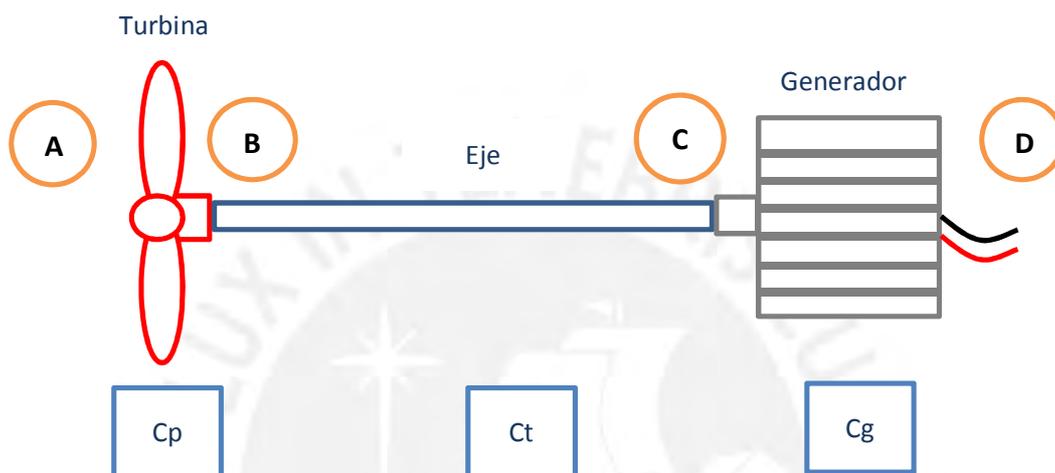


Figura G.1 - Esquema del AMPAIR UW100

Análisis del punto D a C:

Se tiene como dato que el generador genera 12W (punto D) y que el sistema utiliza un generador de imanes permanentes. Este tipo de generador tiene una eficiencia (C_g) del 85%. Por lo tanto, la potencia en el punto C es de 14.12W.

Análisis del punto C a B:

La potencia que transmite un eje es casi total, por lo tanto se tomará una eficiencia (C_t) del 99%. Por lo tanto, la potencia en el punto B, generada por la turbina, es de 14.26W.

Análisis del punto B a A:

Se desconoce el valor de la eficiencia de la turbina; sin embargo se conoce la potencia máxima que puede absorber la turbina. De acuerdo a la ecuación (F.4), se tiene que la potencia en el punto A es de 38.22W. Utilizando la ecuación (F.6) se obtiene que C_p es del 37.3%.

ANEXO H ANÁLISIS DE RESISTENCIA DE MATERIALES

Los elementos de la máquina estarán sometidos a diversas cargas, por ello es importante analizarlos para poder determinar la resistencia que ofrecerán. Los elementos a analizar son la turbina y el eje transmisor de potencia, la cubierta que contendrá al generador y la varilla de sujeción.

H.1 - ANÁLISIS DE FUERZAS EN LA TURBINA

La potencia generada por la turbina y transmitida al eje es de 14.26W. A partir de este valor, se calculará el torque que actúa sobre el eje:

$$T = \frac{P}{\omega} \quad (\text{H.1})$$

Sabiendo que la turbina y el eje giran a 250RPM o 26,18 rad/s, el torque obtenido es de 0.55N.m.

Para calcular la fuerza de empuje y arrastre se necesita saber el perfil aerodinámico, pero el fabricante de la turbina no proporciona ese dato. Sin embargo, para hacer el análisis de resistencia de materiales sólo se requiere saber el torque generado por las fuerzas de sustentación, ya que las fuerzas de sustentación en cada álabe se eliminan entre sí (separadas 120°) y al revisar diversos perfiles aerodinámicos utilizados para turbinas hidro-cinéticas se puede apreciar que la relación entre C_l/C_d oscila entre 100 y 150, por lo tanto la fuerza de arrastre se despreciará.

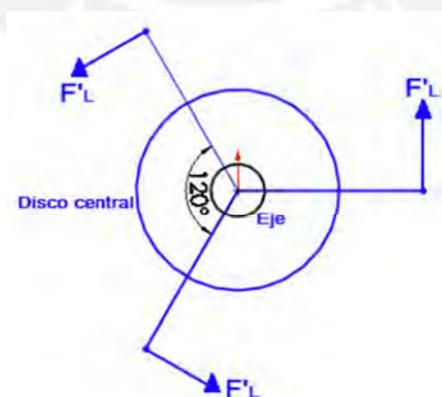


Figura H.1 - Fuerzas que generan torsión en el eje

H.2 ANÁLISIS DEL DIÁMETRO DEL EJE

En los cálculos realizados se obtuvo que el diámetro mínimo del eje debe ser de 7mm con un factor de seguridad de 3. La transmisión de potencia eje-turbina es mediante una clavija, en la ubicación del rodamiento B hay un cambio de sección y la conexión eje-rotor del generador es mediante una chaveta. Debido a recomendaciones de diseño, la sección que va unida a la turbina (D) hasta el primer rodamiento (B) tiene un diámetro de 15 mm, el resto del eje tiene un diámetro de 20 mm. El eje es una barra circular de acero inoxidable ASTM A276. El par de rodamientos en A elegido es de una hilera de bolas 61904-2RZ y en B el 61802-2Z del catálogo de SKF.

En el diagrama mostrado, T es el peso de la turbina (29.43N), G es el peso del rotor (4.9N) y D es la fuerza con la que el fluido impacta al eje (44.145N).

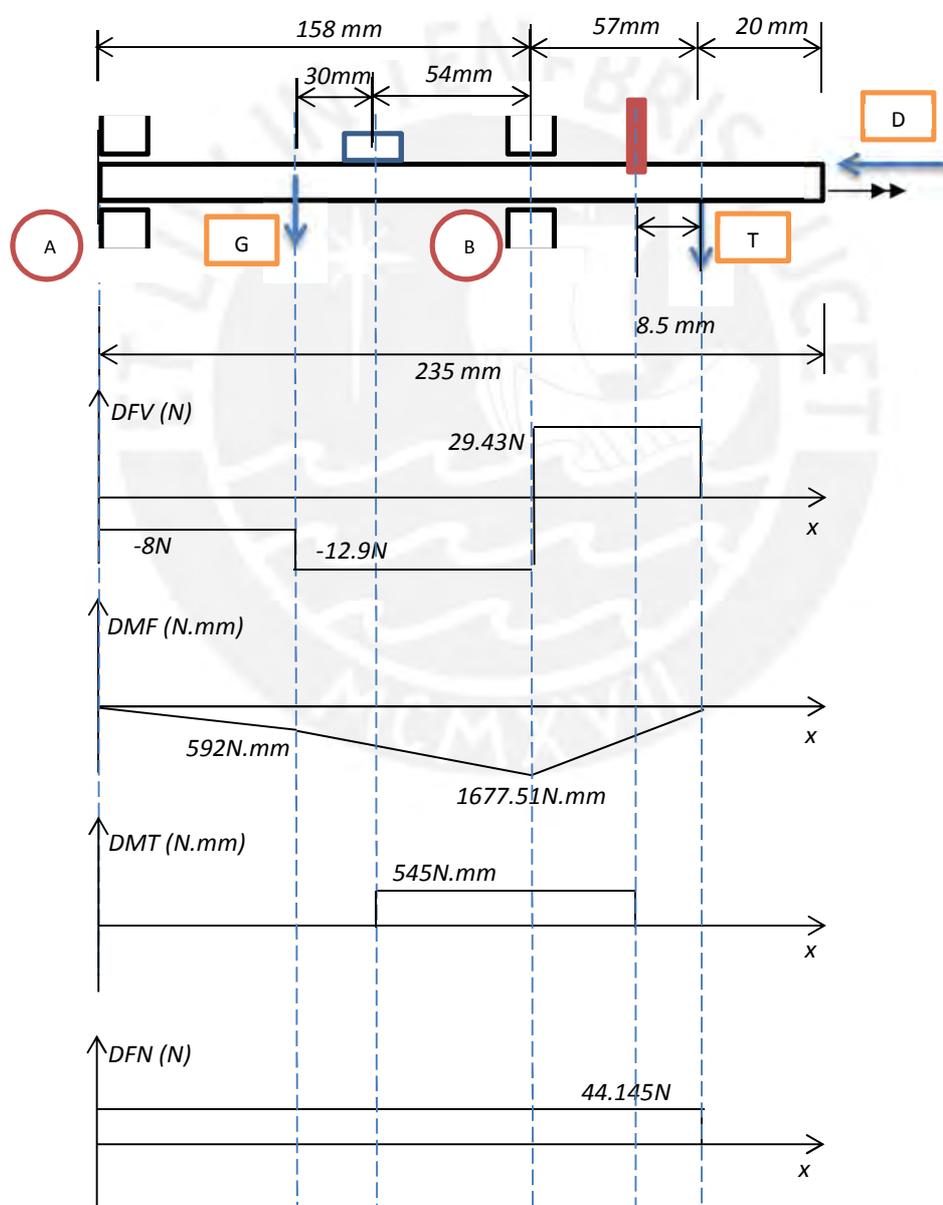


Figura H.2 - DCL del eje

Tabla H.1 - Cálculo del eje

		Factores		Esfuerzo con concentradores	
SECCIÓN 1	Cs	0.88	σ' (MPa)	4.85278	
	Ct	1	τ' (MPa)	0.32	
	Bk-f	2	σ_{eq}' (MPa)	4.88	
	Bk-t	1.6	FS	107.763	
SECCIÓN 2	Cs	0.88	σ' (MPa)	12.23	
	Ct	1	τ' (MPa)	0.58	
	Bk-f	1.5	σ_{eq}' (MPa)	12.27	
	Bk-t	1.25	FS	42.9854	
SECCIÓN 3	Cs	0.88	σ' (MPa)	11.32	
	Ct	1	τ' (MPa)	0.84	
	Bk-f	1.8	σ_{eq}' (MPa)	11.41	
	Bk-t	1.8	FS	46.0995	

La sección 1 corresponde al análisis realizado en la chaveta, la sección 2 corresponde a cambio de sección en el rodamiento B y la sección 3 corresponde al análisis de la chaveta. Los resultados mostrados indican que el eje no va a fallar ante las cargas que soporta.

H.3 ANÁLISIS DEL DEFLEXIÓN DEL EJE

El eje se ha analizado mediante el método de elementos finitos. El peso de la turbina y del rotor son las cargas que deforman al eje y los dos rodamientos son los soportes.

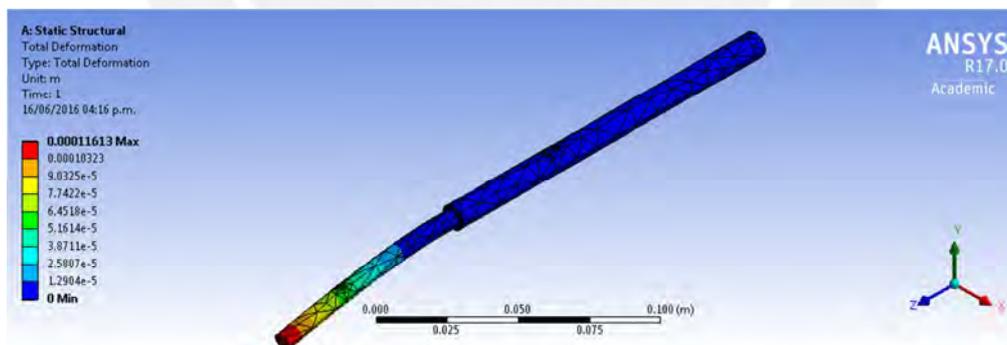


Figura H.3 - Deflexión del eje

Los resultados mostraron que la deformación máxima es de 116.13um y la sección sometida a mayor deformación es la que está en contacto con el generador, por lo tanto no se obtienen variaciones significativas de deformación del eje en la dirección vertical Y.

H.4 CÁLCULO DE LA CLAVIJA

Se utilizará una clavija para transmitir el torque de la turbina hacia el eje. La clavija será de acero inoxidable y 3mmx20mm, del catálogo de Spirol.

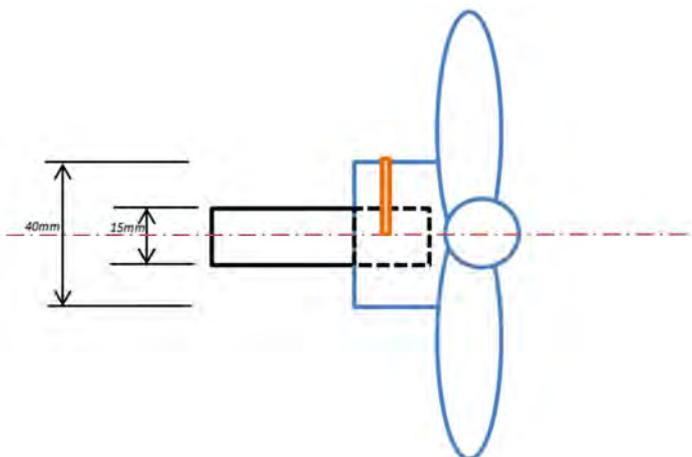


Figura H.4 - Unión de turbina y eje usando clavija

Tabla H.2 - Cálculo de la clavija

Datos del sistema		Datos del material		Dimensión de clavija acero austenítico	
Diámetro cubo (mm)	40	σ_{adm} (Mpa)	195	d (mm)	3
Diámetro eje (mm)	7			L (mm)	20
P (W)	14.26				
w (RPM)	250				
T (N.mm)	544.692				
Fc (N)	27.2346				
Fe (N)	108.938				

H.5 CÁLCULO DE LA CHAVETA

La chaveta paralela escogida es DIN 6885-A de 6mmx6mmx10mm, de material Ck-45 del catálogo de Opac (anexo). La chaveta ha sido analizada bajo esfuerzo cortante y por tensión de compresión.

Tabla H.3 - Cálculo de la chaveta

Dimensiones		Esfuerzo cortante puro		Material Ck-45	
b (mm)	6	F (N)	107.86	σ_p (MPa)	350
h (mm)	6	Ac (mm ²)	18	τ_p (MPa)	170
l (mm)	4	τ_c (MPa)	6	P_{adm} (MPa)	90
t (mm)	3.5			FS	3
LI (mm)	10				

H.6 ANÁLISIS DEL RODAMIENTO EN LA CARCASA

Se ha realizado el análisis del rodamiento sobre la carcasa para analizar las cargas y deformaciones que afectan a dicha sección. La fuerza de reacción del rodamiento es de 42.3N

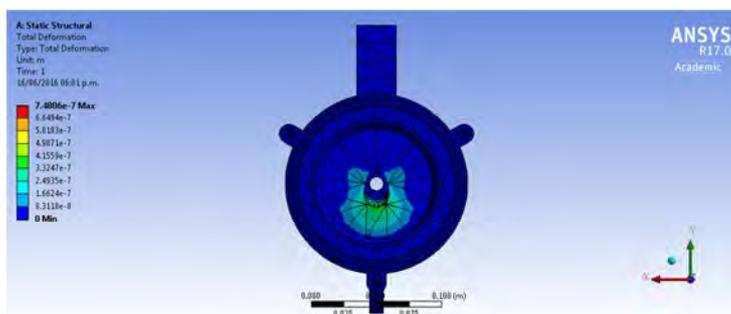


Figura H.5 - Análisis del rodamiento en la carcasa

Los resultados obtenidos indican que la deformación de la sección es mínima, al igual que los esfuerzos. El factor de seguridad es de 15.

H.7 ANÁLISIS DEL DISCO

Para la sujeción de uno de los rodamientos se utilizará un disco de acero inoxidable de 124mm de diámetro por 18.3mm de espesor. Se realizó un análisis por el método de elementos finitos para visualizar el comportamiento del disco ante las cargas del sistema.

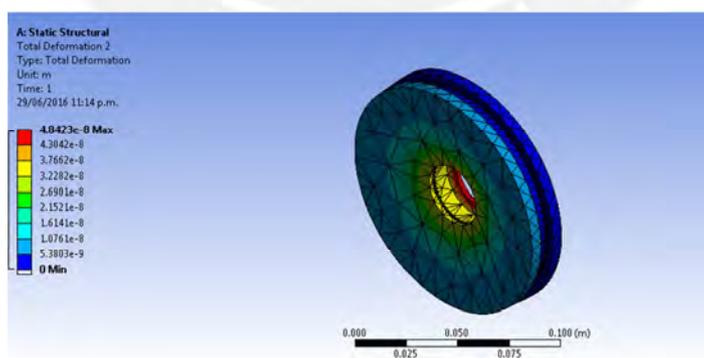


Figura H.6 - Análisis del disco

Los resultados del análisis mostraron que la deformación del disco es mínima y el factor de seguridad es de 15. Por lo tanto, el sistema no fallará ante las cargas a las que está sometido.

H.8 ANÁLISIS DEL SOPORTE DE LA CARCASA

La parte superior de la carcasa estará sometida bajo cargas que son originadas por el peso de todo el sistema (12.24 Kg).

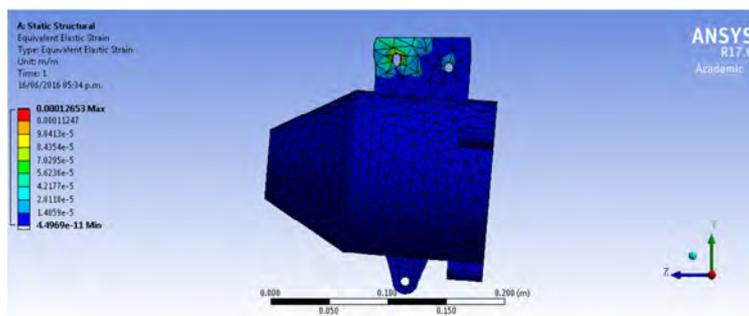


Figura H.7 - Análisis de deformación del soporte de la carcasa

Los resultados mostrados arrojaron que la sección tiene un factor de seguridad de 15 y una deformación total de $2.4598e-006$ m. Por lo tanto, se asegura que el sistema de sujeción de la carcasa será capaz de soportar a todo el sistema.

H.9 ANÁLISIS DEL SOPORTE DEL SISTEMA

El sistema estará sujetado mediante una chapa metálica soldada a un tubo, ambos de acero inoxidable. El espesor de la chapa es de 2mm y el tubo de acero inoxidable tiene un diámetro exterior de 26.67mm, un espesor de 2.1mm y una altura de 1m. El análisis realizado evaluará el cordón de soldadura de 3mm entre el tubo y la chapa.

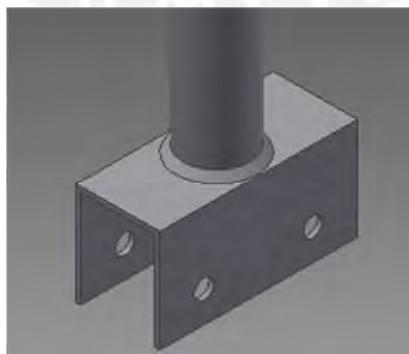


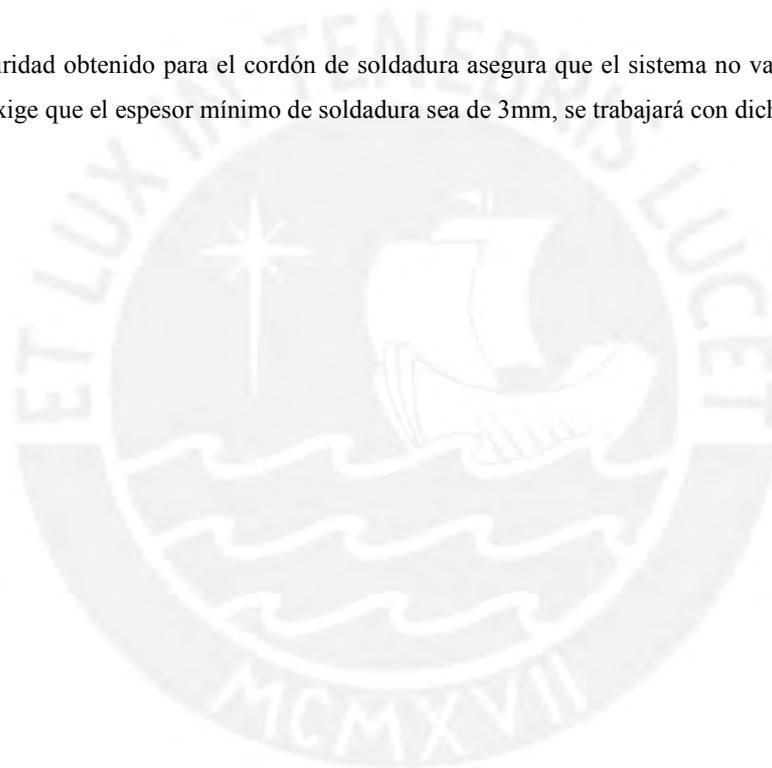
Figura H.8 - Soporte del sistema

El sistema está sometido tanto a cargas horizontales (fluido) como a verticales (peso del sistema). Se asumirá que el material de soldadura es compatible con el que se suelda.

Tabla H.4 - Cálculo de soldadura

<i>Unión: tubo-chapa</i>	<i>Esfuerzo cortante</i>		<i>Material: acero inoxidable</i>		
a (mm)	3.00	Fh (N)	44.15	τ (MPa)	480.00
D (mm)	26.67	Fv (N)	120.07	FS1h	1770.17
N (und)	1.00	τ 1h(kPa)	271.16	FS1v	650.80
A (mm ²)	162.80	τ 2v(kPa)	737.55		

El factor de seguridad obtenido para el cordón de soldadura asegura que el sistema no va a fallar. Dado hay una norma que exige que el espesor mínimo de soldadura sea de 3mm, se trabajará con dicho valor.



ANEXO I DISEÑO DEL GENERADOR DE IMANES PERMANENTES

En base a lo descrito en el anexo C, en concepto de solución óptimo se utilizará un generador de imanes permanentes. Este tipo de generador, a diferencia del resto, puede operar bajo el agua, no requiere de fuente de excitación y no necesita de mantenimiento especializado.

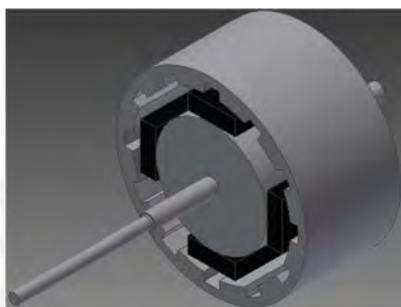


Figura I.1 - Generador de imanes permanentes monofásico

A continuación se describen los pasos seguidos para el diseño del generador de imanes permanentes:

- 1) El generador de imanes permanentes a diseñar debe generar 12W. Para ello debe analizar la potencia activa, reactiva y aparente que tienen los generadores de imanes permanentes. En este tipo de generadores, el factor de potencia es un parámetro importante, ya que muestra la relación entre la potencia activa y la aparente.
- Factor de potencia en generadores de imanes permanentes (F_p): 0.85

$$F_p = \frac{\text{Potencia Activa}}{\text{Potencia Aparente}} \quad (I.1)$$

Por lo tanto, reemplazando para 12W de potencia activa, se requiere una potencia aparente de 14.11VA.

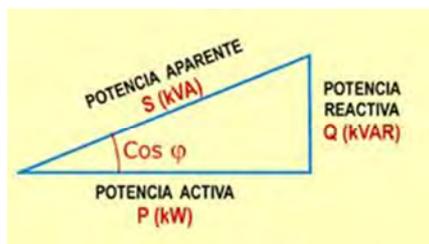


Figura I.2 - Triángulo de potencias

- 2) Para el dimensionamiento del generador se utilizarán medidas que son recomendadas para uniones eje-cubo para el rotor. Se utilizará un rotor (cubo) de 40mm de diámetro y 30mm ancho. Para el estator se utilizará un diámetro de 100mm e igual ancho que el rotor.

-Las dimensiones del generador serán de 100mm de diámetro por 30mm de espesor.

- 3) En esta parte se calculará la frecuencia eléctrica del rotor y el número de espiras del estator.

- Para calcular la frecuencia, se utilizará la siguiente ecuación:

$$f = \frac{n_m * P}{120} \quad (I.3)$$

El sistema debe tener el menor número de polos para que el generador tenga el menor tamaño posible. Por lo tanto, se diseñará el generador con 4 polos. Además, se sabe que la velocidad de giro es de 250RPM. Reemplazando, se obtiene una frecuencia de 8.33Hz.

- Para calcular el número de vueltas del bobinado se empleará la siguiente fórmula:

$$E_A = \sqrt{2} * \pi * N_C * \phi * f \quad (I.4)$$

Se desea obtener una tensión de 10V, teniendo en cuenta que luego habrá una caída de tensiones debido a los diodos rectificadores.

Tabla I.1 - Cálculo de vueltas del bobinado

Medidas (mm)			Medidas (m)			Area (m ²)	Densidad de flujo (T)	Flujo (Wb)	Nc
largo	ancho	espesor	largo	ancho	espesor	S	B	Φ	# vueltas
25.4	6.35	4.74	0.0254	0.00635	0.00474	0.00016129	0.7	0.0001129	2393.23115
15	13	4	0.015	0.013	0.004	0.000195	0.7	0.0001365	1979.50898
38.1	9.5	6.35	0.0381	0.0095	0.00635	0.00036195	0.7	0.00025337	1066.45739
28	18	3	0.028	0.018	0.003	0.000504	0.7	0.0003528	765.881451
40	25	5	0.04	0.025	0.005	0.001	0.7	0.0007	386.004251
30	30	10	0.03	0.03	0.01	0.0009	0.7	0.00063	428.893613

Se analizaron diversas dimensiones de magnetos de ferrita (remanencia magnética de 0.7T) para ver cuál requiere menor cantidad de vueltas en el embobinado. Los resultados mostraron que un imán de dimensiones 30mmx30mmx10mm, para una tensión de 10V, requiere 429 vueltas. Este número de vueltas debe ser distribuido en todo el estator. Se utilizarán 6 bobinados, con 12 bornes en total. En cada bobinado se tendrían 72 vueltas ($429/6=72$). La imagen a continuación muestra la ubicación de las bobinas alrededor del estator.

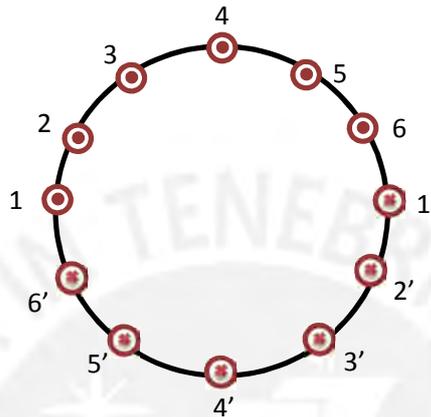


Figura I.3 - Distribución de bobinas en el estator

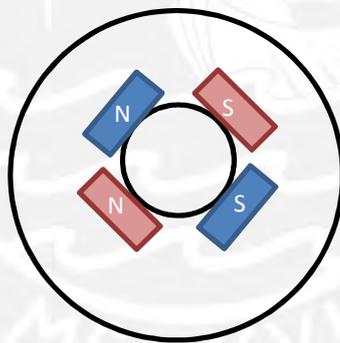


Figura I.4 - Distribución de imanes en el rotor

- 4) Dado que la tensión inducida en el estator es de 10V, la tensión en cada bobina será:

$$V_{bobina} = \frac{10V}{6} = 1.66V \quad (I.5)$$

En otras palabras, la suma de tensiones en cada bobina es la tensión total generada en el estator.

Tabla I.2 - Características del generador de imanes permanentes monofásico

Generador de imanes permanentes 12W	
Potencia nominal	12W
Velocidad nominal	250MRP
Tensión nominal	10VDC
Corriente nominal	1.2A
Eficiencia	>85%
Fases	Monofásico
Número de Polos	4
Peso	1kg
Diámetro del generador	120mm
Espesor del generador	60mm



ANEXO J RECTIFICACIÓN Y REGULACIÓN DE TENSION

La tensión alterna obtenida del generador de imanes permanentes debe ser rectificada con la finalidad de obtener tensión directa. Esta tensión debe ser regulada a la cual operan los puertos USB 2.0, a 5V y 0.5A.

A continuación se muestra el procedimiento realizado para obtener dicha tensión.

- **Rectificación de corriente alterna**

La onda sinusoidal generada por el generador tiene un voltaje pico de 14V y tensión eficaz de 10V. En conducción, los diodos consumen 2V, teniéndose como tensión final 8V. Por lo tanto, se debe seleccionar un condensador que permita proveer un voltaje continuo de 8V y un rizado máximo de 6V.

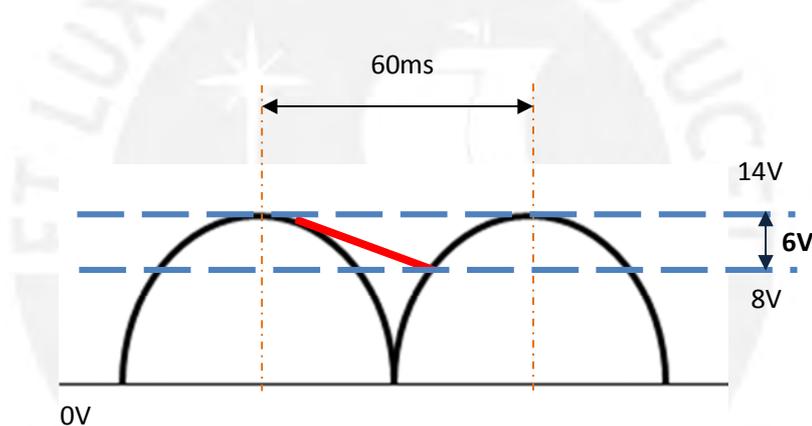


Figura J.1 - Análisis del rizado

Cálculo de voltaje de rizado:

$$V_r = \frac{I}{f * C} \quad (J.1)$$

La frecuencia de la onda sinusoidal es de 8,33Hz y la corriente es de 1.2A. Reemplazando 6V como tensión de rizado en la ecuación mostrada, se debe buscar un condensador de capacidad mínima de 24mF. En el catálogo de DIGIKEY se halló un condensador electrolítico de 68mF que cumple con los requerimientos mencionados.

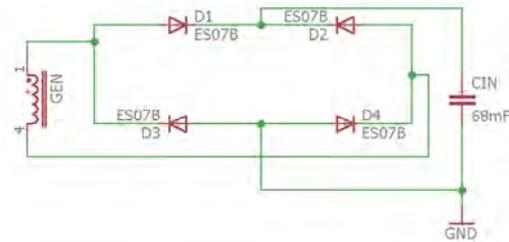


Figura J.2 - Circuito esquemático rectificador

- **Regulación de tensión DC**

La tensión directa rectificada (8V) es regulada mediante una fuente DC-DC del tipo switching Step Down, que tiene como regulador al LM2592. Esta fuente permite obtener a la salida 5V y 2A. Finalmente, hay cuatro puertos USB, los cuales permitirán energizar los dispositivos eléctricos (0.5A c/u).

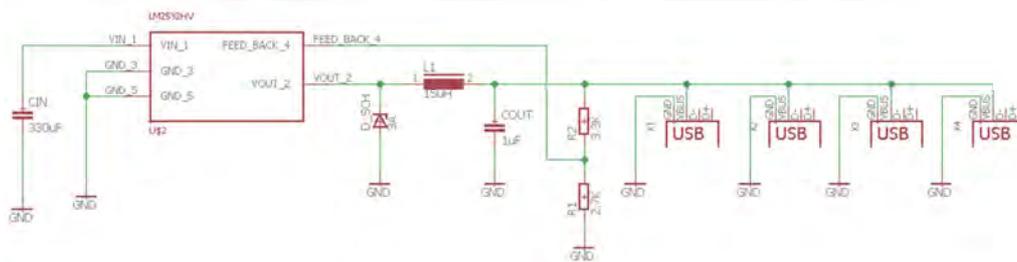


Figura J.3 - Fuente switching Step-Down

Tabla J.1 - Cálculo de componentes para el diseño de la fuente switching

Componente	Capacidad
R1	1K Ω
R2	3.3K Ω
L	15uH, 3A
Diodo Schottky	3A
Cout	1uF
Cin	68mF

Cabe mencionar que la fuente switching diseñada puede operar para rangos de tensión de entrada entre 7V y 9V, por lo tanto, considerando que los diodos consuman 2V, la tensión del generador inducida estaría entre 9V y 11V. Utilizando la siguiente ecuación:

$$E_A = K * \Phi * \omega \quad (J.2)$$

Del anexo I se obtiene que $K*\Phi=0.382$. Reemplazando las tensiones de 9V y 11V, se hallan los siguientes valores:

Tensión switching (V)	Ea (V)	RPM	ω (rad/s)	Vrío (m/s)
9	11	275	28.79	1.12
8	10	250	26.18	1
7	9	225	23.56	0.91

Por lo tanto, se puede concluir que el sistema puede ofrecer los requerimientos establecidos cuando la velocidad del fluido oscila entre 0.91 y 1.12 m/s.



ANEXO K SISTEMA DE PROTECCIÓN DEL PROPELLER

En un canal se pueden encontrar diversos materiales que pueden obstruir y deteriorar a la turbina. Para ello se la protegerá con una jaula que tiene las siguientes dimensiones:

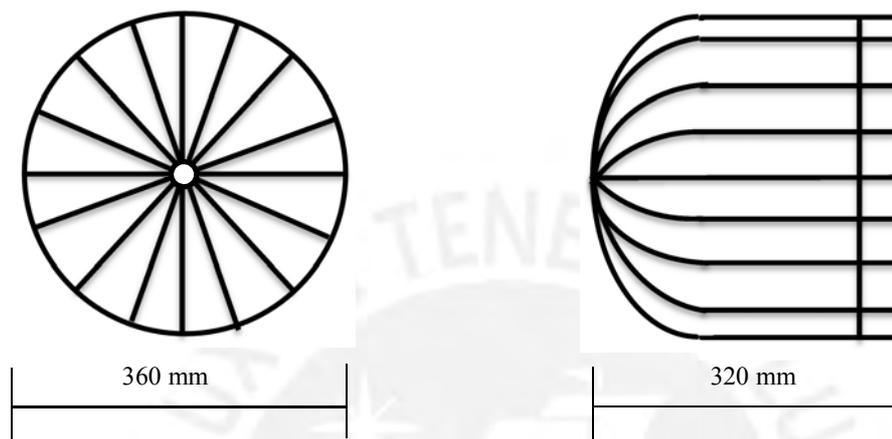


Figura K.1 - Sistema de protección del propeller

Esta jaula estará construida de alambrcn de $\frac{1}{4}$ " de diámetro y plancha de acero. Impedirá el ingreso lateral de escombros de hasta un área lateral de 212x70 mm. Se sujetará al sistema mediante 3 tornillos.

ANEXO L ESTIMACIÓN DE COSTOS

El costo estimado del sistema diseñado se muestra a continuación:

Tabla L.1 - Costos mecánicos

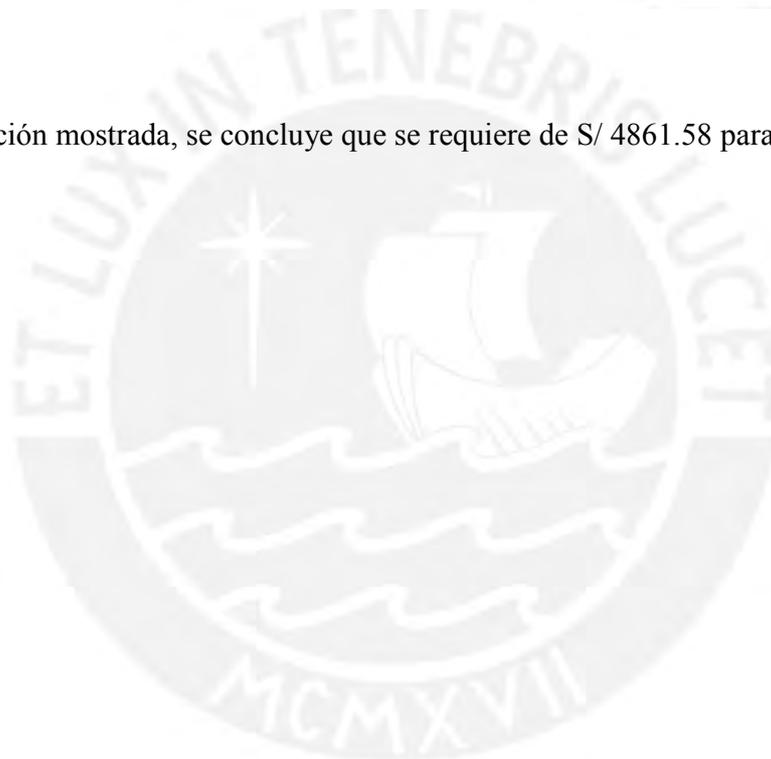
Producto	PROVEEDOR	Precio unitario (\$/)	Cantidad	Precio Total (\$/)
Internal circlip INTO240	SPRINGMASTERS	8.28	2	16.55
Internal circlip INTO370	SPRINGMASTERS	8.28	1	8.28
Rodamiento 61802-2Z	SKF	26.48	1	26.48
Rodamiento 61904-2RZ	SKF	33.80	1	33.80
Retén HMSA 10RG 15x24x7	SKF	4.14	3	12.41
Carcasa ABS PLUS-P430	D3SARROLLO 3D	1622.63	1	1622.63
Propeler	ABSAK	1151.88	1	1151.88
Eje acero inoxidable 304 7/8"	POLIMETALES	231.50	1	231.50
Generador imanes permanentes	WAIRA	1000.00	1	1000.00
PLANCHA DE ACERO	JNACEROS	198.60	1	198.60
Pasacables MGS-20	OPPDER	3.21	1	3.21
Tubo soporte pasacables 3/4" acero inoxidable	JN ACEROS	13.90	1	13.90
Plancha acero inoxidable 2mm	JN ACEROS	429.17	1	429.17
Perno de acero inoxidable M6x50	FASTENAL	2.13	3	6.39
Arandela inoxidable A 6.4	NAMRICK	0.00	3	0.00
Perno de acero inoxidable M6x25	FASTENAL	2.13	2	4.26
Arandela inoxidable A 8.4	NAMRICK	2.24	2	4.49
Chaveta DIN-6885-A 6x6x10	SU MINISTROS TORRAS	0.00	1	0.00
Clavija 3x20 KP300	SPIROL	6.62	1	6.62
Tornillo Allen avellanado M5x16	MALAGUEÑA	0.00	3	0.00
Alambres 1/4"	JEREZ	48.00	1	48.00
				4818.17

En la tabla mostrada no se han incluido los costos adicionales generados por la mano de obra (soldadura, mecanizado, corte) dado que es variable y depende de la calidad requerida.

Tabla L.2 - Costos electrónicos

Producto	PROVEEDOR	Precio unitario (S/)	Cantidad	Precio Total (S/)
Capacitor 68mF 380.382L.LX	DIGIKEY	19.00	1	19.00
Diodo ES07B-GS18	VISHAY	0.42	4	1.69
LM2592HV	VERICAL	13.29	1	13.29
Resistencia 1K	PARURO	0.20	1	0.20
Resistencia 3.3K	PARURO	0.20	1	0.20
Inductor SDR1005-150MLTR-ND	DIGIKEY	1.06	1	1.06
Diodo Schottky 1N5820	DIGIKEY	1.39	1	1.39
Condensador 1uF 478-8234-2-ND	DIGIKEY	0.22	1	0.22
Puerto USB ED2989-ND	DIGIKEY	1.59	4	6.36
				43.41

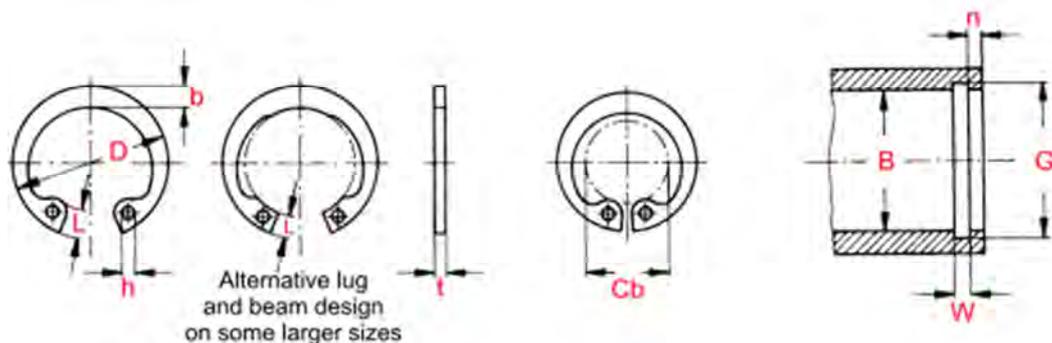
De la información mostrada, se concluye que se requiere de S/ 4861.58 para la construcción del sistema.



ANEXO M CATÁLOGOS

Catálogo: Anillos de seguridad

Fuente: SPRINGMASTERS



Most sizes over 170mm are without lugs. Measurements in mm & kN

Bore B	Circlip Dimensions									Groove Dimensions				Code No	
	t	Tol	D	Tol	Cb	b	L	h	Fr kN	G	Tol	W	n		Fr kN
22	1.00		23.5		13.2	2.5	4.2	2.0	8.0	23.0		1.10	1.5	5.9	INT0220
23	1.20		24.6		14.2	2.5	4.2	2.0	13.8	24.1		1.30	1.5	6.8	INT0230
24	1.20		25.9		14.8	2.6	4.4	2.0	13.9	25.2		1.30	1.8	7.7	INT0240
25	1.20		26.9	+0.42 -0.21	15.5	2.7	4.5	2.0	14.6	26.2		1.30	1.8	8.0	INT0250
26	1.20		27.9		16.1	2.8	4.7	2.0	13.85	27.2	+0.21 -0.00	1.30	1.8	8.4	INT0260
27	1.20		29.1		17.1	2.9	4.7	2.0	13.3	28.4		1.30	2.1	10.1	INT0270
28	1.20		30.1		17.9	2.9	4.8	2.0	13.3	29.4		1.30	2.1	10.5	INT0280
29	1.20	+0.00 -0.06	31.1		18.4	3.0	4.8	2.0	13.6	30.4		1.30	2.1	10.9	INT0290
30	1.20		32.1		19.9	3.0	4.8	2.0	13.7	31.4		1.30	2.1	11.3	INT0300
31	1.20		33.4		20.0	3.2	5.2	2.5	13.8	32.7		1.30	2.6	14.1	INT0310
32	1.20		34.4		20.6	3.2	5.4	2.5	13.8	33.7		1.30	2.6	14.6	INT0320
33	1.20		35.5	+0.50 -0.25	21.6	3.3	5.4	2.5	14.3	34.7		1.30	2.6	15.0	INT0330
34	1.50		36.5		22.6	3.3	5.4	2.5	26.2	35.7		1.60	2.6	15.4	INT0340
35	1.50		37.8		23.6	3.4	5.4	2.5	26.9	37.0		1.60	3.0	18.8	INT0350
36	1.50		38.8		24.6	3.5	5.4	2.5	26.4	38.0		1.60	3.0	19.4	INT0360
37	1.50		39.8		25.4	3.6	5.5	2.5	27.1	39.0		1.60	3.0	19.8	INT0370
38	1.50		40.8		26.4	3.7	5.5	2.5	28.2	40.0	+0.25 -0.00	1.60	3.0	22.5	INT0380
39	1.50		42.0		27.2	3.8	5.6	2.5	28.8	41.0		1.60	3.0	26.0	INT0390
40	1.75		43.5		27.8	3.9	5.8	2.5	44.6	42.5		1.85	3.8	27.0	INT0400

Catálogo: Rodamientos

Fuente: SKF

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit	Speed ratings		Designation
d	D	B	dynamic	static	P_u	Reference speed	Limiting speed	
mm			kN	C_0	kN	r/min		
15	35	11	8.06	3.75	0.16	43000	22000	6202-2Z
15	32	9	5.85	2.85	0.12	50000	26000	6002-2Z
15	32	8	5.85	2.85	0.12	50000	26000	16002-2Z
15	35	11	8.06	3.75	0.16	43000	28000	6202-RSL
15	24	5	1.9	1.1	0.048	60000	30000	61802-2Z
15	35	11	8.06	3.75	0.16		13000	6202-RSH
15	35	11	8.06	3.75	0.16	43000	28000	6202-Z
15	42	13	11.9	5.4	0.228	38000	24000	6302
15	42	13	11.9	5.4	0.228	38000	19000	6302-2Z
15.875	39.688	11.112	9.56	4.75	0.2		12000	RLS 5-2RS1
15.875	39.688	11.112	9.56	4.75	0.2	34000	24000	RLS 5
15.875	46.038	15.875	13.5	6.55	0.275	30000	22000	RMS 5
20	47	14	13.5	6.55	0.28		10000	6204-RSH
20	47	14	13.5	6.55	0.28		10000	6204-2RSH
20	47	14	13.5	6.55	0.28	32000	17000	6204-2RSL
20	42	16	9.36	5	0.212		11000	63004-2RS1
20	37	9	6.37	3.65	0.156	43000	20000	61904-2RZ
20	52	21	15.9	7.8	0.335		9500	62304-2RS1
20	37	9	6.37	3.65	0.156	43000	26000	61904
20	42	12	9.36	5	0.212		15000	E2.6004-2RSH
20	42	12	9.95	5	0.212	38000	19000	6004-RSL

Catálogo: Retén

Fuente: SKF

Dimensions			Design	Lip material	Designation	US stock number
Shaft	Bore	Nominal seal width				
d ₁	D	b				
mm						
14.3	25.37	5.56	HM14	R	5569	5569
15	26	7	HMS5	V	15x26x7 HMS5 V	564042
15	24	7	HMS5	V	15x24x7 HMS5 V1	564038
15	35	7	HMS5	RG	15x35x7 HMS5 RG	564048
15	24	7	HMSA10	V	15x24x7 HMSA10 V1	564039
15	25	6	HMS5	V	15x25x6 HMS5 V	563023
15	32	7	CRW1	R	15x32x7 CRW1 R	5830
15	32	7	CRW1	V	15x32x7 CRW1 V	5832
15	25	5	HMS5	V	15x25x5 HMS5 V	563015
15	25	6	HMSA10	V	15x25x6 HMSA10 V	563024
15	26	7	HMS5	RG	15x26x7 HMS5 RG	564040
15	40	10	HMS5	RG	15x40x10 HMS5 RG	563953



Tipo de Producto	Norma ASTM	Tipo de Fabricación	Grado	DIAMETRO (Pulgadas)														
				1/8"	5/32"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	9/16"	5/8"	3/4"	7/8"	1"		
Barras Redondas	A-276	Estrado al Frío y Pulido, Descortezado y Pulido	201	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			304/304L	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			316/316L	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			310S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Descortezado y Pulido	DIAMETRO (Pulgadas)															
			Tipo de Fabricación	Grado	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"	1 3/4"	2"	2 1/4"	2 1/2"	2 3/4"	3"	3 1/2"	3 3/4"	4"	
					(28.58mm)	(31.75mm)	(34.93mm)	(38.1mm)	(44.45mm)	(50.8mm)	(57.15mm)	(62.5mm)	(69.85mm)	(76.2mm)	(88.9mm)	(93.25mm)	(101.6mm)	
			304	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			304/304L	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
		Torneado o Forjado	DIAMETRO (Pulgadas)															
			Tipo de Fabricación	Grado	4 1/4"	4 1/2"	4 3/4"	5"	5 1/4"	6"	6 1/2"	8"	10"	12"				
					(107.95mm)	(114.3mm)	(120.65mm)	(127mm)	(133.35mm)	(152.4mm)	(165.1mm)	(203.2mm)	(254mm)	(304.8mm)				
		304/304L	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
		316/316L	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					

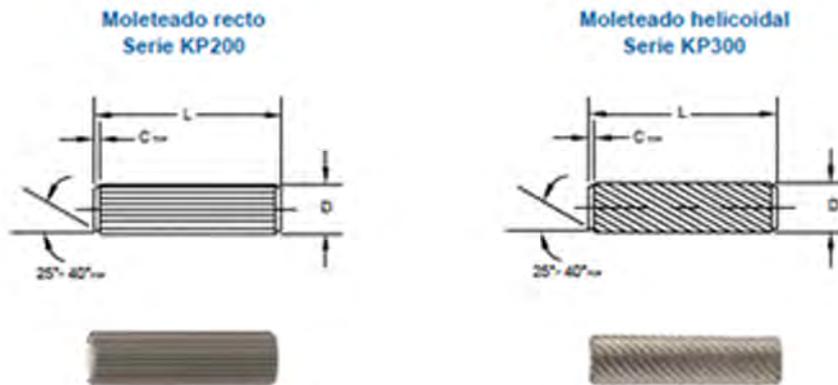


Catálogo: Tubo circular de acero inoxidable

Fuente: JNE

DIMENSIONES Y PRESIONES DE TRABAJO DE TUBERÍA DE CÉDULA (PIPE) ASTM A312																				
Diámetro Nominal NPS	Diám. E-t		Cédula 10				Cédula 40				Cédula 80									
			Grosor Pared		Presión Ing. Trab.		Peso Aprox.		Grosor Pared		Presión Ing. Trab.		Peso Aprox.							
	pg	mm	pg	mm	PSI	kg/m	Lb/pie	kg/m	pg	mm	PSI	kg/m	Lb/pie	kg/m						
1/8	405	10.29	.049	1.24	4270	300	.19	.28	.088	1.73	6170	434	.25	.37	0.095	2.41	8200	646	0.31	0.47
1/4	540	13.72	.065	1.65	4240	298	.33	.49	.088	2.24	5970	420	.43	.63	0.119	3.02	8520	599	0.54	0.8
3/8	675	17.15	0.65	1.65	3320	233	.42	.63	.091	2.31	4810	338	.57	.85	0.126	3.2	7000	492	0.76	1.1
1/2	840	21.34	.083	2.11	3420	240	.67	1.00	.109	2.77	4610	324	.85	1.27	0.147	3.73	6486	456	1.1	1.62
3/4	1.050	26.67	.083	2.11	2690	189	.86	1.28	.113	2.87	3750	264	1.13	1.69	0.154	3.91	5296	372	1.49	2.2
1	1.315	33.40	.109	2.77	2830	199	1.40	2.09	.133	3.38	3510	247	1.68	2.50	0.178	4.55	4688	342	2.19	3.24
1 1/4	1.660	42.16	.109	2.77	2210	155	1.81	2.69	.140	3.56	2880	202	2.27	3.39	0.191	4.85	4038	284	3.02	4.47
1 1/2	1.900	48.26	.109	2.77	1920	135	2.09	3.11	.145	3.68	2590	182	2.72	4.05	0.2	5.08	3664	258	3.67	5.41
2	2.375	60.33	.109	2.77	1520	107	2.64	3.93	.154	3.91	2180	153	3.65	5.45	0.218	5.54	3158	222	5.07	7.48
2 1/2	2.875	73.03	.120	3.05	1380	97	3.53	5.27	.206	5.16	2390	168	5.79	8.64	0.276	7.01	3312	233	7.73	11.41
3	3.500	88.90	.120	3.05	1120	79	4.33	6.46	.216	5.49	2070	146	7.58	11.30	0.3	7.62	2693	203	10.35	15.27
3 1/2	4.000	101.60	.120	3.05	980	69	4.97	7.42	.226	5.74	1890	133	9.11	13.58	0.318	8.08	2683	188	12.62	18.67
4	4.500	114.30	.120	3.05	867	61	5.61	8.37	.237	6.02	1750	123	10.79	16.09	0.337	8.56	2499	176	15.12	22.32
6	6.625	168.28	.134	3.4	655	46	9.29	13.85	.280	7.11	1395	98	18.97	28.28	0.432	10.97	2152	151	28.84	42.56
8	8.625	219.08	.148	3.76	555	39	13.40	19.98	.322	8.18	1227	86	28.55	42.57	0.5	12.7	1913	134	43.79	64.64
10	10.750	273.05	.185	4.19	495	35	18.70	27.88	.365	9.27	1113	78	40.48	60.36	0.5	12.7	1803	127	55.25	96.01





DATOS DIMENSIONALES

	ESPECIFICACIONES EN PULGADAS						ESPECIFICACIONES MÉTRICAS							
		5/64	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4	2	2,5	3	4	5	6	
Diámetro nominal		0,078	0,094	0,125	0,156	0,187	0,250							
Diámetro "D"	Min.	0,084	0,099	0,131	0,163	0,195	0,256	Min.	2,20	2,70	3,25	4,25	5,25	6,25
	Máx.	0,088	0,103	0,136	0,168	0,200	0,262	Máx.	2,30	2,80	3,35	4,35	5,35	6,35
Bisel "C"	Ref.	0,005	0,006	0,008	0,010	0,015	0,015	Ref.	0,15	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4
Orificio recomendado	Min.	0,075	0,094	0,125	0,156	0,188	0,250	Min.	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00
	Máx.	0,080	0,096	0,127	0,159	0,191	0,253	Máx.	2,06	2,56	3,06	4,06	5,06	6,06
Longitud "L"	0,250	*						6	*					
	0,312	*						8	*					
	0,375	*						10	*					
	0,438	*						12	*					
	0,500	*						14	*					
	0,625	*						16	*					
	0,625	*						20	*					
	0,750	*						24	*					
	0,875	*						26	*					
	1,000	*						30	*					
1,250	*						35	*						
1,500	*						40	*						

Catálogo: Tornillo

Fuente: WÜRTH



ACABADO	MEDIDA	PUNTA	UD	REF
INOX A2	5 X 10	ALLEN	100 uds.	01005 10
INOX A2	5 X 16	ALLEN	100 uds.	01005 16
INOX A2	5 X 12	ALLEN	100 uds.	01005 12
INOX A2	6 X 12	ALLEN	100 uds.	01006 12
INOX A2	4 X 10	ALLEN	200 uds.	01004 10
INOX A2	5 X 20	ALLEN	100 uds.	01005 20
INOX A2		ALLEN	100 uds.	01006 16
INOX A2	4 X 12	ALLEN	200 uds.	01004 12
INOX A2	4 X 16	ALLEN	200 uds.	01004 16

Catálogo: Alambrón

Fuente: MATERIALES JÉREZ

Alambron por kg

[Agregar a Cotización](#)**\$ 14.50**[Ficha Técnica](#)

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El Alambrón es un producto metálico que se obtiene por un proceso de Laminación en caliente.

ESPECIFICACIONES

Precio por kg

Especificaciones:

Medida 6.35 mm de Espesor

Peso: 0.248 kg/mt

Rendimiento: 4.05 mts/kg

Peso por rollo: 1200 a 2000 kg

Catálogo: Condensador 68mF

Fuente: DIGIKEY



Hojas de datos	380.382L.LX Type
Producto destacado	Display Name: Type 380LX382LX Aluminum Capacitors
Envase estándar ?	80
Categoría	Capacitores
Familia	Capacitores de aluminio
Serie	380LX
Empaquetado ?	Granel ?
Capacitancia	68000 µF
Tolerancia	±20%
Voltaje nominal	16 V
Resistencia serie equivalente (ESR)	18 mOhm a 120 Hz
Vida útil según temperatura	3000 h a 85°C
Temperatura de operación	-40°C ~ 85°C
Polaridad	Polar
Aplicaciones	Propósito general
Corriente de ondulación	9 A a 120 Hz
Impedancia	-
Separación de terminales	0.394" (10.00 mm)
Tamaño / Medidas	1.378" D (35.00 mm)
Altura - Asiento (Máx.)	2.047" (52.00 mm)
Tamaño de montaje en superficie	-
Tipo de montaje	Orificio pasante
Paquete / Caja (carcasa)	Radial, encapsulado - a presión
Otros nombres	338-2273 380LX683M016A052+S 380LX683M016A052-ND


www.vishay.com
ES07B, ES07D

Vishay Semiconductors

Ultrafast Rectifier Surface Mount

17746

FEATURES

- For surface mounted applications
- Low profile package
- Ideal for automated placement
- Glass passivated pallet chip junction
- Meets MSL level 1, per J-STD-020, LF maximum peak of 260 °C
- Meets JESD 201 class 2 whisker test
- Wave and reflow solderable
- AEC-Q101 qualified
- Material categorization: for definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912

RoHS
COMPLIANT**MECHANICAL DATA**

Case: DO-219AB (SMF)

Polarity: band denotes cathode end

Weight: approx. 15 mg

Packaging codes / options:

GS18/10K per 13" reel (8 mm tape)

GS08/3K per 7" reel (8 mm tape)

Int. construction: single

PARTS TABLE			
PART	ORDERING CODE	MARKING	REMARKS
ES07B	ES07B-GS18 or ES07B-GS08	EB	Tape and reel
ES07D	ES07D-GS18 or ES07D-GS08	ED	Tape and reel

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified)					
PARAMETER	TEST CONDITION	PART	SYMBOL	VALUE	UNIT
Maximum repetitive peak reverse voltage		ES07B	V_{RRM}	100	V
		ES07D	V_{RRM}	200	V
Maximum RMS voltage		ES07B	V_{RMS}	70	V
		ES07D	V_{RMS}	140	V
Maximum DC blocking voltage		ES07B	V_{DC}	100	V
		ES07D	V_{DC}	200	V
Maximum average forward rectified current	$T_{sp} = 109\text{ }^{\circ}\text{C}$		I_{FAV}	1.2	A
	$T_A = 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1)		I_{FAV}	0.5	A
Peak forward surge current 8.3 ms single half sine-wave	$T_L = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$		I_{FSM}	30	A

Note(1) Mounted on epoxy glass PCB with 3 mm x 3 mm Cu pads ($\geq 40\text{ }\mu\text{m}$ thick)



LM2592HV

SNVS075E – MAY 2001 – REVISED MAY 2016

LM2592HV SIMPLE SWITCHER® Power Converter 150-kHz 2-A Step-Down Voltage Regulator

1 Features

- 3.3-V, 5-V, and Adjustable Output Versions
- Adjustable Version Output Voltage Range: 1.2 V to 57 V \pm 4% Maximum Over Line and Load Conditions
- 2-A Output Load Current
- Available in 5-Pin Package
- Input Voltage Range up to 60V
- 150-kHz Fixed Frequency Internal Oscillator
- ON and OFF Control
- Low Power Standby Mode, I_Q Typically 90 μ A
- High Efficiency
- Thermal Shutdown and Current-Limit Protection

2 Applications

- Simple High-Efficiency Step-Down (Buck) Regulators
- Efficient Preregulator for Linear Regulators
- On-Card Switching Regulators
- Positive-to-Negative Converters

3 Description

The LM2592HV series of regulators are monolithic integrated circuits that provide all the active functions for a step-down (buck) switching regulator, capable of driving a 2-A load with excellent line and load regulation. These devices are available in fixed output voltages of 3.3 V, 5 V, and an adjustable output version.

This series of switching regulators is similar to the LM2593HV, but without some of the supervisory and control features of the latter.

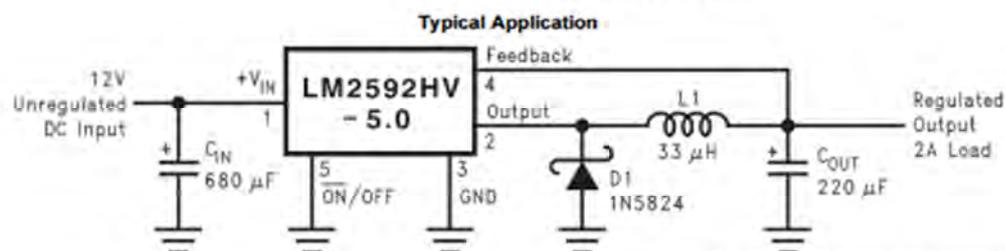
Requiring a minimum number of external components, these regulators are simple to use and include internal frequency compensation, improved line and load specifications, and a fixed-frequency oscillator.

The LM2592HV operates at a switching frequency of 150 kHz, thus allowing smaller sized filter components than what would be needed with lower frequency switching regulators. Available in a standard 5-pin package with several different lead bend options, and a 5-pin surface mount package.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM2591HV	DDPAK/TO-263 (5)	10.18 mm \times 8.41 mm
	TO-220 (5)	14.986 mm \times 10.16 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

Catálogo: Puerto USB 2.0

Fuente: DIGIKEY



Hojas de datos	USB-A1HSxx Drawing
Envase estándar ?	65
Categoría	Conectores, interconectores
Familia	Conectores USB, DVI, HDMI
Serie	-
Empaquetado ?	Bandeja ?
Tipo de conector	USB - A
No. de contactos	4
Género	Receptáculo
Especificaciones	-
Tipo de montaje	Orificio pasante, ángulo recto, horizontal
Características	-
Protección de entrada	-
Otros nombres	ED2989 USBA1HSW6

CRÉDITOS DE FIGURAS

Figura A.1 realizada por el autor.

Figura C.1 realizada por el autor.

Figura C.2 realizada por el autor.

Figura C.3 realizada por el autor.

Figura C.4 realizada por el autor.

Figura D.1 extraída de

http://www.norbertocuenca.com/hydro/mini_centrales_hidroelectricas_flotantes_de_aprovechamiento_c.pdf

Figura E.1 extraída de <http://academica-e.unavarra.es/handle/2454/3165?show=full>

Figura E.2 extraída de

http://www.motiva.fi/myllarin_tuulivoima/windpower%20web/es/tour/design/concepts.htm

Figura F.1 extraída de

http://www.norbertocuenca.com/hydro/mini_centrales_hidroelectricas_flotantes_de_aprovechamiento_c.pdf

Figura F.2 realizada por el autor.

Figura F.3 extraída de

[http://marinewarehouse.net/images/ampair/Ampair%20Catalogue%20Web%20\(2010\).pdf](http://marinewarehouse.net/images/ampair/Ampair%20Catalogue%20Web%20(2010).pdf)

Figura G.1 realizada por el autor.

Figura H.1 extraída de “Diseño de una turbina hidro-cinética para aprovechamiento energético de ríos no caudalosos, Víctor Peña-García”.

Figura H.2 realizada por el autor.

Figura H.3 realizada por el autor.

Figura H.4 realizada por el autor.

Figura H.5 realizada por el autor.

Figura H.6 realizada por el autor.

Figura H.7 realizada por el autor.

Figura H.8 realizada por el autor.

Figura I.1 realizada por el autor.

Figura I.2 <http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=15>

Figura I.3 realizada por el autor.

Figura I.4 realizada por el autor.

Figura J.1 realizada por el autor.

Figura J.2 realizada por el autor.

Figura J.3 realizada por el autor.

Figura K.1 realizada por el autor.



CRÉDITOS DE TABLAS

Tabla B.1 realizada por el autor.

Tabla C.1 realizada por el autor.

Tabla C.2 realizada por el autor.

Tabla C.3 realizada por el autor.

Tabla D.1 extraída de

http://www.norbertocuenca.com/hydro/mini_centrales_hidroelectricas_flotantes_de_aprovechamiento_c.pdf

Tabla E.1 extraída de <http://academica-e.unavarra.es/handle/2454/3165?show=full>

Tabla F.1 realizada por el autor.

Tabla F.2 realizada por el autor.

Tabla H.1 realizada por el autor.

Tabla H.2 realizada por el autor.

Tabla H.3 realizada por el autor.

Tabla H.4 realizada por el autor.

Tabla I.1 realizada por el autor.

Tabla I.2 realizada por el autor.

Tabla J.1 realizada por el autor.

Tabla L.1 realizada por el autor.

Tabla L.2 realizada por el autor.

Tabla L.3 realizada por el autor.