

CAPÍTULO 5. DISEÑO DE DETALLE

Una vez definidos todos los conceptos y teniendo claro que es lo que se quiere hacer y cual es la mejor forma de realizarlo, se prosiguió a diseñar el sistema.

5.1 DISEÑO DEL SISTEMA

Dado que la bicicleta estacionaria es la mejor opción para implementar el SGE, se pidió permiso al gimnasio Oxígeno y al gimnasio Sports World para hacer algunas pruebas.

Las pruebas que se realizaron fueron mediciones que se llevaron a cabo durante una clase de spinning. Con la ayuda de un tacómetro (Anexo G) se midió la frecuencia de pedaleo que el profesor de spinning alcanzaba durante la clase dependiendo de la posición que tuviera sobre la bicicleta estacionaria, y con esto se obtuvo el rango de velocidades angulares que puede alcanzar una persona al realizar esta actividad.

Las tablas con los datos obtenidos de la clase se pueden consultar en el Anexo C.

Los datos de estas mediciones fueron realizados en la bicicleta del entrenador debido a que al hacerlo de este modo se obtiene un estimado de la velocidad angular máxima que puede llegar a alcanzar una persona entrenada. El tacómetro se ubicó sobre la rueda de inercia de la bicicleta como lo muestra la figura 5.1.



Figura 5.1. Ubicación del tacómetro durante las mediciones



Donde:

w_4 representa la velocidad angular del Crank de la bicicleta

w_3 representa la velocidad angular del Piñón conducido de la transmisión de potencia

w_2 representa la velocidad angular del Volante de inercia

w_1 representa la velocidad angular del Instrumento de medición (tacómetro)

Y la 'r' hace referencia al radio respectivamente.

La información se organizó de manera tal que se pudieran localizar fácilmente los datos, al revisarla y compararla con información encontrada en libros especializados de spinning^[38], se comprobó la veracidad de nuestros datos, ya que aunque no se obtuvieron exactamente las mismas cantidades, la variación entre los datos tomados durante la clase de spinning (Anexo C) y los documentados en los libros no difieren mucho.

Seguido de esto se tomaron medidas a los componentes de transmisión de movimiento de la bicicleta para saber la relación de diámetros existentes entre el crank, el volante de inercia y el piñón del tacómetro, con el fin de conocer las velocidades alcanzadas. Relación de diámetros mostrada en la tabla 5.1.

Relación de diámetros		
Volante de Inercia con respecto al Piñón Conducido	46/3	15.3333
Volante de Inercia con respecto al piñón conducido de la transmisión de potencia	46/7	6.57142857
Piñón conducido de la transmisión de potencia con respecto al crank.	11/7	1.57142857

Tabla 5.1. Relación de diámetros

Dado que los datos sólo se habían tomado con el piñón del tacómetro se prosiguió a realizar un análisis de velocidades para poder determinar la cantidad de veces que pedalea una persona por minuto. Ayudados por las relaciones entre diámetros que se tenían de la bicicleta, se calculó la velocidad angular que una persona alcanza durante una clase de spinning.



Para obtener estos datos se utilizó de la siguiente ecuación:

$$w_1 r_1 = w_2 r_2$$

donde:

w = *velocidad angular*

r = *radio*

El radio se toma directamente de las medidas de la bicicleta y la velocidad angular está dada por la siguiente ecuación:

$$w = 2\pi n f$$

donde:

n = *número de vueltas*

f = *frecuencia*

La frecuencia esta dada por:

$$f = \frac{1}{T}$$

donde T es el periodo de la señal y se tomara como:

$$T = 60 \text{ [seg]}$$

Con lo que finalmente obtuvimos las siguientes tablas.



<i>n1 -R.P.M. marcado por el instrumento de medición tangencialmente.</i>	<i>n4 -R.P.M. en el crank</i>
2500	103,7549
2600	107,9051
2700	112,0553
2800	116,2055
2900	120,3557
3000	124,5059
3100	128,6561
3200	132,8063
3300	136,9565
3400	141,1067
3500	145,2569
3600	149,4071
3700	153,5573
3800	157,7075
3900	161,8577
4000	166,0079
4100	170,1581
4200	174,3083
4300	178,4585
4400	182,6087
4500	186,7589
4600	190,9091
4700	195,0593
4800	199,2095
4900	203,3597
5000	207,5099
5100	211,6601
5200	215,8103
5300	219,9605
5400	224,1107
5500	228,2609
5600	232,4111
5700	236,5613
5800	240,7115
5900	244,8617



<i>n1 -R.P.M. marcado por el instrumento de medición tangencialmente.</i>	<i>n4 -R.P.M. en el crank</i>
6000	249,0119
6100	253,1621
6200	257,3123
6300	261,4625
6400	265,6126
6500	269,7628
6600	273,913
6700	278,0632
6800	282,2134
6900	286,3636
7000	290,5138
7100	294,664
7200	298,8142
7300	302,9644
7400	307,1146
7500	311,2648
7600	315,415
7700	319,5652
7800	323,7154
7900	327,8656
8000	332,0158

Tabla 5.2. Velocidades angulares tomadas con el tacómetro en Oxígeno.



<i>n1 -R.P.M. marcado por el instrumento de medición tangencialmente.</i>	<i>n4 -R.P.M. en el crank</i>
1500	62,25296
1600	66,40316
1700	70,55336
1800	74,70356
1900	78,85375
2000	83,00395
2100	87,15415
2200	91,30435
2300	95,45455
2400	99,60474
2500	103,7549
2600	107,9051
2700	112,0553
2800	116,2055
2900	120,3557
3000	124,5059
3100	128,6561
3200	132,8063
3300	136,9565
3400	141,1067
3500	145,2569
3600	149,4071
3700	153,5573
3800	157,7075



<i>n1 -R.P.M. marcado por el instrumento de medición tangencialmente.</i>	<i>n4 -R.P.M. en el crank</i>
3900	161,8577
4000	166,0079
4100	170,1581
4200	174,3083
4300	178,4585
4400	182,6087
4500	186,7589
4600	190,9091
4700	195,0593
4800	199,2095
4900	203,3597
5000	207,5099
5100	211,6601
5200	215,8103
5300	219,9605
5400	224,1107
5500	228,2609
5600	232,4111

Tabla 5.3. Velocidades angulares tomadas con el tacómetro en Sports World

Con esto se realizó un estimado de la cantidad de energía que se podría llegar a producir si se implementara el SGE, basndos únicamente en las velocidades angulares producidas por el entrenador.

Se compararon los datos de ambos gimnasios con lo que se observó que el entrenador del gimnasio Oxígeno tenía una mejor condición física, dado que trabajó a una velocidad angular mucho mayor que el entrenador del gimnasio Sports World. Debido a esto se optó por utilizar los datos obtenidos del gimnasio Oxígeno.

En el manual de Johnny G.^[38], el cual es un libro especializado en spinning, se menciona que las personas sin entrenamiento, mantienen un promedio de 60 a 120 RPM, sin embargo está comprobado que las personas entrenadas pueden llegar a alcanzar velocidades angulares mayores a estas, por lo que al analizar estas tablas se puede decir que las personas dependiendo del tipo de entrenamiento que realicen, logran alcanzar velocidades más elevadas, sin embargo la gran mayoría se mantiene entre las mencionadas en el libro.



Para manejar mejor esta información se efectuó un análisis estadístico. Lo primero que se realizó fue la obtención del promedio de las velocidades angulares, utilizando la siguiente ecuación:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

El promedio de la velocidad angular en el crank fue el siguiente:

$$\bar{n} = 217.885375 \text{ RPM}$$

Después se obtuvo la desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

de donde se obtuvo que la desviación estándar era igual a:

$$\sigma = 67.687675$$

Finalmente se muestra en la siguiente tabla las velocidades angulares máximas, mínimas y promedio que se tienen.

<i>Velocidades angulares [RPM]</i>	
Velocidad Mínima	150.197701
Velocidad Promedio	217.885375
Velocidad Máxima	285.573050
Velocidad Estándar	67.687675

Tabla 5.4. Tabla de velocidades angulares



Después de medir las velocidades angulares, se continuó con un experimento para determinar la potencia que puede producir una persona al pedalear.



Figura 5.10. Máquina Nautilus Nitro Leg Press

Para este experimento se ocupó una de las máquinas de poleas que se encontraban dentro de las instalaciones de Oxígeno. Para realizar esta prueba se pidió a 5 personas que en un intervalo de tiempo (cada 2 segundos) levantaran pesas con la finalidad de medir la altura alcanzada en cada elevación. El peso se fue incrementando hasta llegar al máximo que las personas soportaban, con esto se obtuvo la fuerza máxima, la fuerza mínima y la fuerza promedio que una persona puede ejercer con las piernas.



Figura 5.11. Pesas de la máquina Nautilus

El peso mínimo que posee la máquina son 18Kg y el peso máximo son 219Kg.



Los datos obtenidos son los siguientes:

Estatura[m]	Peso[kg]	Carga[kg]	Distancia[m]
Persona 1			
1.73	79	18	0.29
		36	0.255
		55	0.27
		73	0.24
Persona 2			
1.74	72	18	0.365
		36	0.4
		55	0.385
		73	0.335
Persona 3			
1.70	82	18	0.505
		36	0.44
		55	0.4
		73	0.355
Persona 4			
1.74	76	18	0.485
		36	0.445
		55	0.43
		73	0.39
Persona 5			
1.75	78	18	0.44
		36	0.425
		55	0.375
		73	0.36
		91	0.325

Tabla 5.4. Tabla de carga y distancia en la máquina de poleas



Obtenidos estos datos se prosiguió a realizar un análisis estadístico con el fin de tener datos más realistas. Lo primero que se realizó fue el cálculo del promedio de la carga que se levantó utilizando la fórmula:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

de donde se obtuvo el promedio de la carga:

$$\bar{m} = 47.67 \text{ [Kg]}$$

Después se realizó la desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

de donde se obtuvo que la desviación estándar era igual a:

$$\sigma = 22.84$$

Y de acuerdo al lugar en el que se tomó la medición, se consideró que la aceleración de la gravedad era igual a:

$$a = 9.81 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Sustituyendo los valores en la siguiente ecuación:

$$F = ma$$

Se obtiene la fuerza mínima y la fuerza máxima.

<i>Fuerzas [N]</i>	
Fuerza Mínima	243,514
Fuerza Promedio	467,61
Fuerza Máxima	691,706
Fuerza Estándar	224,096

Tabla 5.5. Tabla de Fuerzas



Para el cálculo de la potencia se obtuvo primero el par.

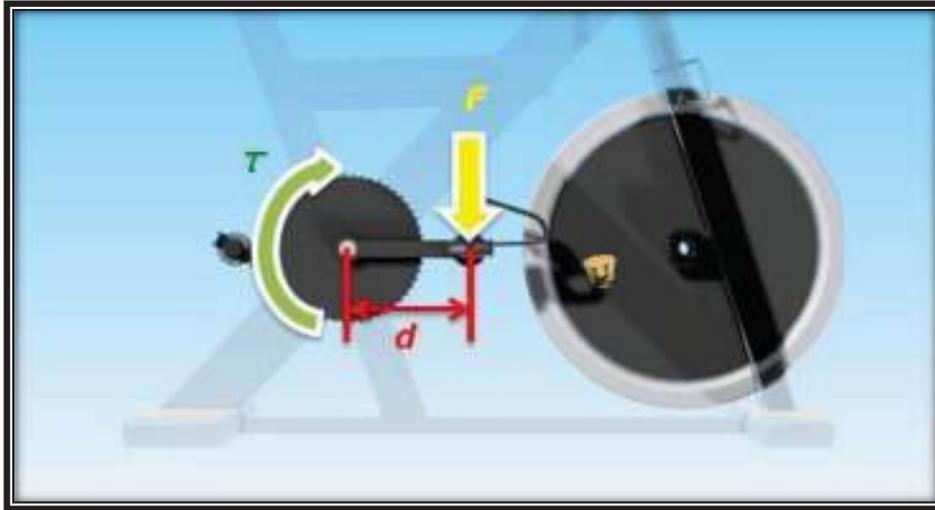


Figura 5.12. Cálculo del Par

La ecuación para calcular el par es la siguiente:

$$\tau = Fd$$

donde:

$$\tau = \text{Par}$$

F = Fuerza aplicada en Newtons [N]

d = Distancia entre el origen y el punto en el que se aplica la Fuerza [m]

Obteniendo la siguiente tabla.

<i>Par [Nm]</i>	
Par Mínimo	41.3973
Par Promedio	79.494
Par Máximo	117.59
Par Estándar	38.096

Tabla 5.6. Tabla del cálculo del Par

Finalmente se dedujo la Potencia mecánica que un ser humano podía entregar. La ecuación para obtener la potencia mecánica es:

$$P = w\tau$$

donde:

$P =$ Potencia mecánica en [Watts]

$w =$ velocidad angular

$\tau =$ Par [Nm]

Obteniendo la siguiente tabla.

<i>Potencia [Watts]</i>	
Potencia Mínima	651,18
Potencia Promedio	1814.05
Potencia Máxima	3517.12
Potencia Estándar	270.027

Tabla 5.7. Tabla del cálculo de la Potencia

Con estos datos se muestra la cantidad de energía que se puede obtener si se realiza una hora de ejercicio.

Se terminaron de tomar las medidas de la bicicleta y con esto se empezó a modelar cada una de las piezas que la conforman, con lo que se realizó un ensamblado total del sistema (Anexo H).

En este caso sólo se tomaron las medidas generales para hacer una bicicleta genérica ya que el sistema se puede instalar en cualquier bicicleta estacionaria sin importar su marca.





Figura 5.13. Ensamble de la bicicleta

Después de tener las medidas de la bicicleta y saber el tamaño que estas tienen, se analizó la mejor ubicación en dónde se adaptará el sistema.

Lo primero que se considero fue el motor a utilizar, para esto se tomaron diversos factores entre los cuales se incluyen la potencia entregada, el precio del motor, el tamaño y la facilidad de adquisición.

Con lo que al realizar la matriz de decisión para los motores (ver tabla 5.8), se obtuvo que debido a las características requeridas para el SGE el modelo HPM5000B es la mejor opción.

MOTORES	Voltaje entregado	Potencia entregada	Velocidad nominal	Precio	Tamaño	Peso	Facilidad de mantenimiento	Facilidad de adquisición	Información y manuales del producto	Puntuación total
MOD.	Calif 15%	Calif 15%	Calif 15%	Calif 12%	Calif 13%	Calif 10%	Calif 5%	Calif 5%	Calif 10%	
BLZ482S	3 0.45	6 0.9	6 0.9	6 0.72	6 0.78	6 0.6	9 0.45	3 0.15	3 0.3	5.25
48V-BLDC	3 0.45	6 0.9	6 0.9	3 0.36	3 0.39	3 0.3	6 0.3	6 0.3	3 0.3	4.2
110BLDC170A-630	3 0.45	3 0.45	9 1.35	3 0.36	6 0.78	6 0.6	6 0.3	3 0.15	3 0.3	4.74
SXZ-5000W	9 1.35	9 1.35	9 1.35	6 0.72	9 1.17	9 0.9	6 0.3	3 0.15	3 0.3	7.59
SXZ-5KW	9 1.35	9 1.35	9 1.35	6 0.72	9 1.17	9 0.9	6 0.3	3 0.15	3 0.3	7.59
SXZ-3000W	9 1.35	6 0.9	9 1.35	9 1.08	6 0.78	6 0.6	6 0.3	3 0.15	3 0.3	6.81
SK63-64	6 0.9	6 0.9	3 0.45	9 1.08	9 1.17	9 0.9	3 0.15	9 0.45	9 0.9	6.9
HPM5000B	9 1.35	9 1.35	6 0.9	6 1.08	6 0.78	6 0.6	9 0.45	9 0.45	9 0.9	7.86
1000W-BMC	9 1.35	3 0.45	3 0.45	9 1.08	6 0.78	9 0.9	6 0.3	9 0.45	3 0.3	6.06
MOT-361000	6 0.9	3 0.45	9 1.35	9 1.08	9 1.17	6 0.6	9 0.45	9 0.45	6 0.6	7.05
BLDC-MOTOR	9 1.35	9 1.35	3 0.45	3 0.36	6 0.78	9 0.9	6 0.3	3 0.15	3 0.3	5.94
BY122BL	9 1.35	6 0.9	6 0.9	6 0.36	9 1.17	6 0.6	6 0.3	3 0.15	3 0.3	6.03

Tabla 5.8. Matriz de decisión "Selección de motor generador".



Habiendo seleccionado el motor que servirá como generador, se determinó como sería el tipo de reductor y las dimensiones que este tendría dependiendo de las especificaciones de las velocidades del motor generador y del tipo de diseño del mismo.

Para determinar el tamaño del reductor, se analizó la potencia entregada por el motor generador y el tiempo de recarga de la batería o las baterías.

Al observar las tablas del motor, nos percatamos de que a 4500 RPM se generan 45 Volts aproximadamente y que a 5000 RPM se generan 48 Volts. Dado que el inversor que se seleccionó necesita una tensión de 48 Volts se estableció que la velocidad óptima a manejar son las 5000 RPM.

Por lo que se hicieron los cálculos para obtener el tamaño del reductor para estas velocidades.

$$n_1 d_1 = n_2 d_2$$

Donde:

n = Número de revoluciones por minuto

d = Diámetro

Para calcular estos diámetros, se tomó en cuenta la velocidad angular máxima que alcanzaba una persona durante un tiempo máximo. Lo que mostró la tabla ubicada en el Anexo C, fue que la velocidad angular máxima de 8000 RPM, solo se produjo un pico y de las velocidades más altas con mayor tiempo de repetición es la de 6600 RPM.

El primer cálculo se realizó tomando en cuenta las velocidades mínimas que el motor necesita para generar cerca de los 48 Volts.

$$(430.434 \text{ RPM})(0.46 \text{ [m]}) = (4500 \text{ RPM})d_{\text{reductor}}$$

$$d_{\text{reductor}} = 0.0439 \text{ [m]}$$

Lo que se redondea a:

$$d_{\text{reductor}} = 4.4 \text{ [cm]}$$



El segundo cálculo se realizó tomando en cuenta las velocidades máximas que el motor necesita para generar cerca de los 48 Volts.

$$(430.434 \text{ RPM})(0.46 \text{ [m]}) = (5000 \text{ RPM})d_{\text{reductor}}$$

$$d_{\text{reductor}} = 0.0395 \text{ [m]}$$

Lo que se redondea a:

$$d_{\text{reductor}} = 4.0 \text{ [cm]}$$

De acuerdo a lo anterior, el diámetro del reductor debe de estar entre 4 y 4.4 [cm]. Tomando en cuenta el espesor del caucho que se utilizará para recubrir el reductor y la media de estas dos medidas, se estableció que el reductor medirá 4 [cm] más un recubrimiento de caucho para tener mayor contacto, el cuál será de 0.2 cm, con lo que la dimensión del reductor será de 4.2 cm.

El siguiente paso fue hacer la selección del inversor, realizando una comparación entre los distintos tipos de inversores que existen en el mercado mediante una matriz de decisión.

En la selección del inversor se tomó en cuenta la potencia generada por el motor, uno de los puntos más importantes dentro de la selección del inversor fue el verificar la potencia que este entregaría, debido a que los aparatos eléctricos al encender tienen un pico de 3 veces su potencia nominal. Es necesario tomar esto en cuenta para asegurar el no dañar a los aparatos eléctricos al conectarse al inversor.

La matriz de decisión nos arrojó que el mejor inversor para nuestro sistema es el “Invercom 800”

La tabla de potencias de los aparatos se encuentra en el Anexo D.



INVERSOR	Potencia		Voltaje de entrada		Tamaño		Peso		Precio		Facilidad de instalación		Facilidad de adquisición		Puntuación total	Lugar
	Calif	15%	Calif	15%	Calif	15%	Calif	15%	Calif	20%	Calif	10%	Calif	10%		
MOD.																
Invercom 1500	9	1.35	9	1.35	3	0.45	3	0.45	3	0.6	6	6	9	0.9	5.7	5
Invercom 1200	9	1.35	9	1.35	3	0.45	3	0.45	3	0.6	6	6	9	0.9	5.7	4
Invercom 800	6	0.9	9	1.35	6	0.9	6	0.9	6	1.2	6	6	9	0.9	6.4	1
Invercom 450	3	0.45	9	1.35	9	1.35	9	1.35	9	1.8	9	9	9	0.9	6.3	2
Condumex ICX 12-600E	6	0.9	6	0.9	3	0.45	3	0.45	9	1.8	9	9	9	0.9	5.8	3
Power Bright ML 900 W	6	0.9	6	0.9	3	0.45	3	0.45	9	1.8	9	9	6	0.6	5.4	6

Tabla 5.9. Matriz de decisión "Selección de inversor"



Para completar el SGE se seleccionó la batería tomando en cuenta la potencia generada por el motor y el suministro de tensión necesario para el inversor, por lo que para cumplir con ambos aparatos se necesitaba que la batería cumpliera con ciertas características, la batería debe de suministrar 48 Volts puesto que el inversor así lo requiere. Para cumplir con esto se tenían 2 opciones, hacer un arreglo de 4 baterías de 12 Volts o comprar una batería de 48 Volts, tomando en cuenta la corriente necesaria para generar la potencia a suministrar ya que el inversor seleccionado es de 800 W.

Para evaluar estos aspectos, se realizó una matriz de decisión con la cual se obtuvo que la batería que cumple con los requerimientos es la “LPF-4820” la cual suministra 48V-20A/hr.

A continuación se puede ver la tabla de baterías y la evaluación que tuvo cada una de ellas para finalmente seleccionar la más conveniente para el SGE.



ACUMULADOR	Voltaje		Amperaje		Tamaño		Peso		Precio		Facilidad de mantenimiento		Ciclo de vida		Facilidad de adquisición		Puntuación total	Lugar	
	Calif.	15%	Calif.	10%	Calif.	15%	Calif.	15%	Calif.	15%	Calif.	10%	Calif.	10%	Calif.	10%			
MOD.																			
LFP-4820	9	1.35	6	0.6	9	1.35	9	1.35	3	0.45	3	0.3	9	0.9	3	0.3	6.6	1	
CALE SOLAR	6	0.9	9	0.9	3	0.45	3	0.45	6	0.9	9	0.9	6	0.6	6	0.6	5.7	6	
GP 12170	6	0.9	3	0.3	6	0.9	6	0.9	9	1.35	9	0.9	6	0.6	6	0.6	6.4	2	
GP 12260	6	0.9	6	0.6	6	0.9	3	0.45	9	1.35	9	0.9	6	0.6	6	0.6	6.3	3	
HR 12130W	6	0.9	6	0.6	6	0.9	3	0.45	6	0.9	9	0.9	6	0.6	6	0.6	5.8	5	
GP 12340	6	0.9	9	0.9	3	0.45	3	0.45	6	0.9	9	0.9	3	0.3	6	0.6	5.4	7	
GP 12400	6	0.9	9	0.9	3	0.45	3	0.45	3	0.45	9	0.9	6	0.6	6	0.6	5.2	8	
UB12180	6	0.9	6	0.6	3	0.45	6	0.9	9	1.35	9	0.9	6	0.6	3	0.3	6	4	
Trojan 24TMAX	6	0.9	9	0.9	3	0.45	3	0.45	3	0.45	3	0.3	9	0.9	6	0.6	4.9	9	

Tabla 5.10. Matriz de decisión "Selección del acumulador".



Teniendo todos los componentes seleccionados, sólo faltaba el acomodarlos de forma tal que no fueran estorbosos y pudieran transportarse fácilmente, siempre tomando en cuenta la parte el diseño y la estética.

Por lo que el paso siguiente fue modelar en CAD los componentes: la batería el motor generador y el inversor, con esto se determinaron las dimensiones reales de cada uno de estos componentes y el siguiente paso fue el conjuntar los componentes del SGE.

Con lo que se decidió que el SGE será dividido en dos partes, en la primer parte se tiene al motor generador acoplado a la bicicleta estacionaria por medio del reductor y apoyado en una base que no afecta en nada a la bicicleta y asegura que el motor no tenga un movimiento significativo, estando contenido en una cubierta para poder dar un acabado estético. La segunda parte contendrá la batería y el inversor sobre un carro transportador para poder tener movilidad y estética.

A continuación se muestra como se conformó el SGE.



Figura 5.14. SGE



Como ya se mencionó, la primera parte del SGE consta de un reductor, una base y un motor. Las dimensiones y las hojas de especificaciones del motor se pueden ver detalladamente en los Anexos F y G.

A continuación se puede observar la base, la cual está conformada por tres tipos diferentes de perfiles.



Figura 5.15. Base

Para su construcción, se investigaron los precios de diferentes tipos de perfiles.

La primera cotización que se hizo fue la del Aluminio T6.

Soportes de Aluminio T6			
Tipo de Barra	Medida	Medida	Precio
Barra cuadrada	1 1/4"	10 cm	\$22.50
	1"	20 cm	\$29.00
Barra redonda	1 1/4"	10 cm	\$17.50
	1"	20 cm	\$22.50

Tabla 5.11. Cotización de Soportes Aluminio

También se cotizaron perfiles en Acero Inoxidable.

Soportes de Acero Inoxidable			
Tipo de Barra	Medida	Medida	Precio
Barra redonda	1 1/4"	10 cm	\$57.50
	1"	20 cm	\$74.00

Tabla 5.12. Cotización de Soportes Acero

Y finalmente en la tabla 5.13 se proporcionan los precios que tiene el Nylamid dependiendo del color y la medida que se requieran, así como la cantidad mínima de material que se vende. En todos los precios mostrados el IVA ya se encuentra incluido.

En esta Tabla 5.13, se manejan los colores según el fabricante:

M – Blanco

SL – Negro

Nylamid				
Tipo	Color	Medida	Medida	Precio
Barra redonda	M	1"	61 cm	\$95.00
		1 1/4"	61 cm	\$150.00
	SL	1"	-	\$183.00
		1 1/4"	-	\$231.00
Barra cuadrada	M	1"	-	\$120.00
		1 1/4"	-	\$171.00
	SL	1"	-	\$121.50
		1 1/4"	-	\$173.00
Placa TS	M		61 cm	\$2072.00
	SL	1"	61 cm	\$2115.00

Tabla 5.13. Cotización de material Nylamid



Para decidir que material será el óptimo para la base, se compararon el Aluminio con el Acero y el Nylamid. De acuerdo a sus propiedades y su precio se pudo tomar una decisión.

Para construirla se utilizarán los perfiles cuadrado y redondo de aluminio, sin embargo la base del motor será de Nylamid. La base a su vez estará sujeta por la parte inferior de la estructura de la bicicleta.

Las hojas de especificaciones de estos materiales se pueden consultar en el Anexo G. Finalmente la base con el motor quedará como se muestra en la Figura 5.16.



Figura 5.16. Base con motor

La siguiente Figura 5.17, muestra el diseño propuesto para el reductor.

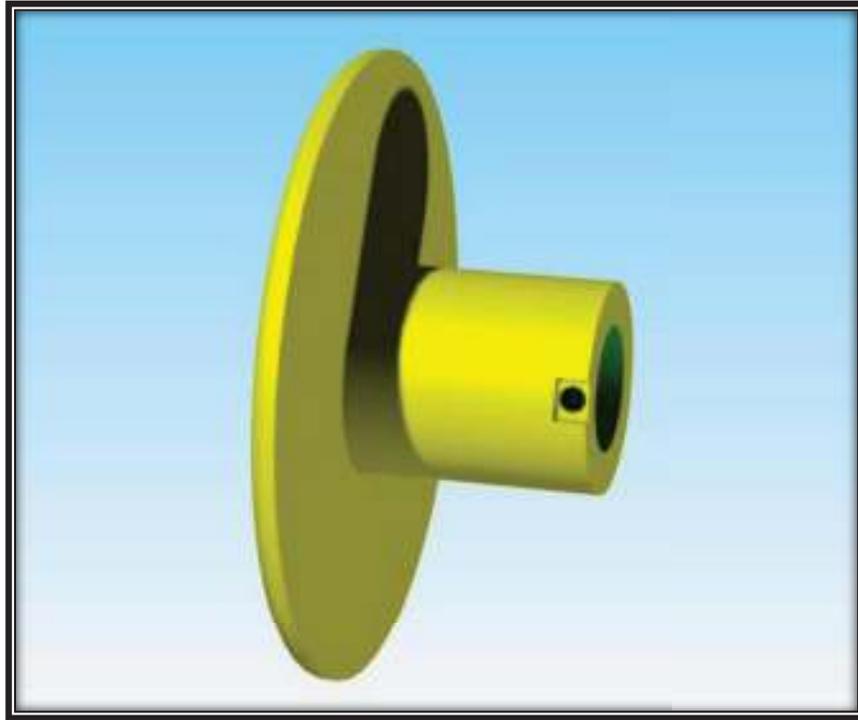


Figura 5.17. Reductor de velocidad.

Los costos de fabricación de este reductor son aproximadamente de \$700.00 si es fabricado en aluminio ó \$1000.00 pesos si se realiza en material plástico, ya que 1cm^3 tiene un valor de \$10.00 pesos utilizando una maquina de prototipos rápidos (Anexo G).

El reductor de velocidad lleva un recubrimiento con el propósito de aumentar el contacto entre la superficie de la rueda de inercia y el reductor. Los precios que manejan para este tipo de recubrimiento son de \$220.00 el metro o \$55.00 el cuarto.

Finalmente el reductor quedaría de la siguiente manera, figura 5.18.



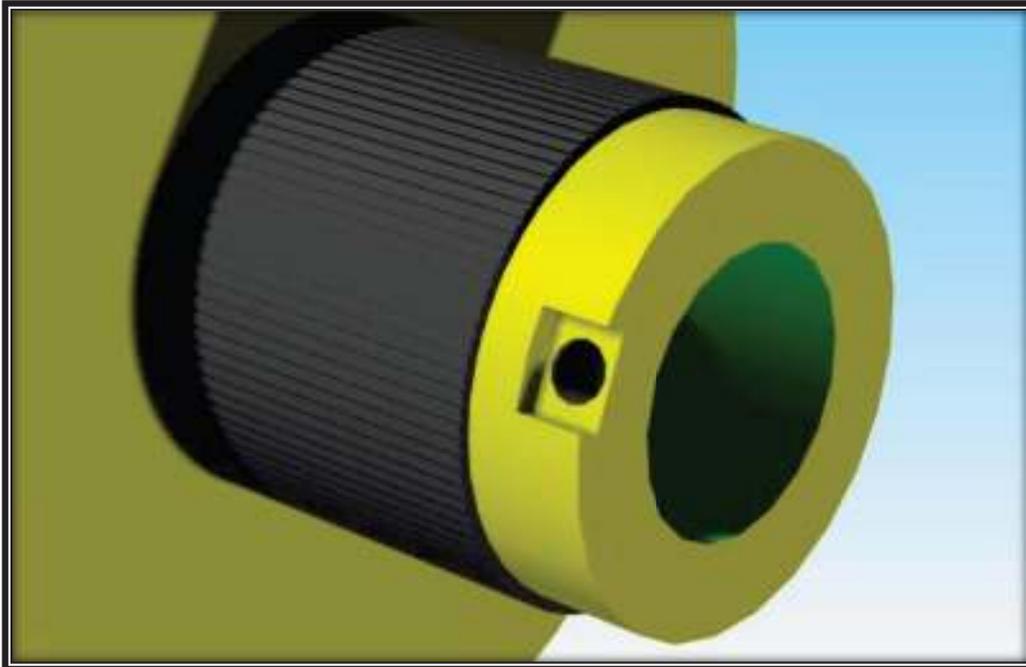


Figura 5.18. Reductor de velocidad con recubrimiento.

Finalmente el acoplamiento del motor sobre la base y el reductor quedarán de la siguiente manera.

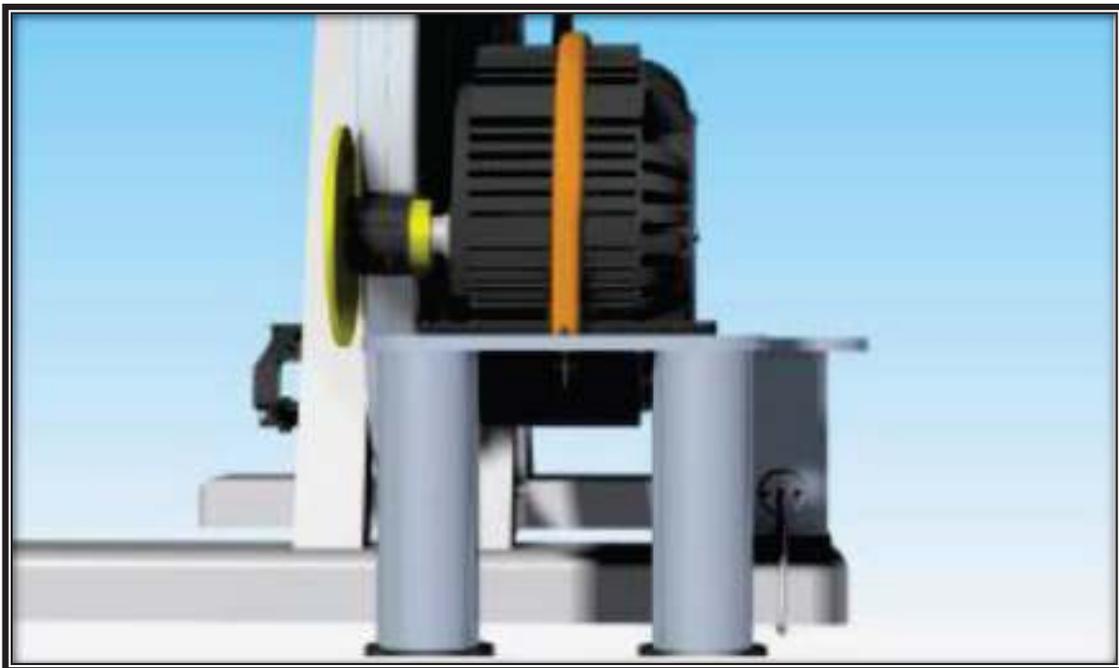


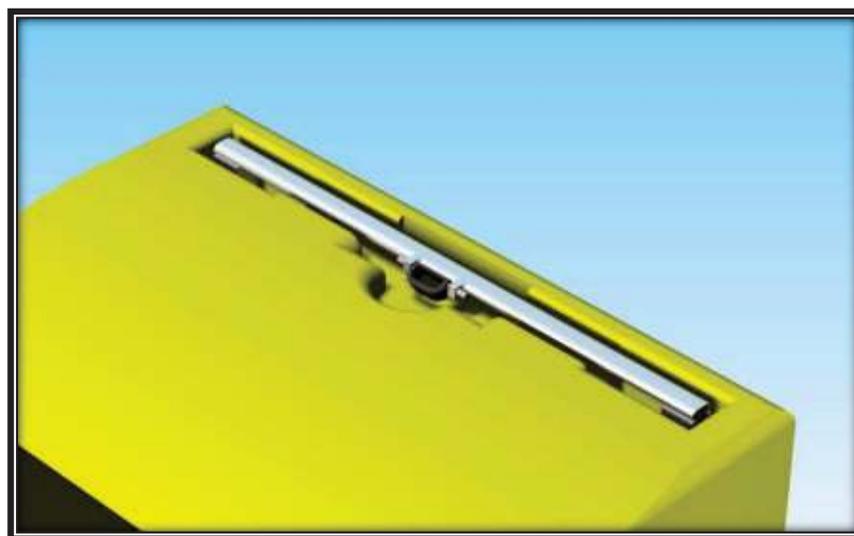
Figura 5.19. Reductor de velocidad con recubrimiento, base y motor.

La segunda parte del sistema, consta del carro transportador, la batería y el inversor. El carro transportador será de fibra de vidrio, debido al diseño que se quiere realizar y al precio del mismo.



Figura 5.20. Carro transportador.

Para facilitar el movimiento del carro transportador y disminuir el espacio que este requiera, se propuso que tuviera una agarradera retráctil. Lo que se debe de hacer para sacar la agarradera es levantar el seguro y después jalar. Este proceso se muestra con las siguientes imágenes.



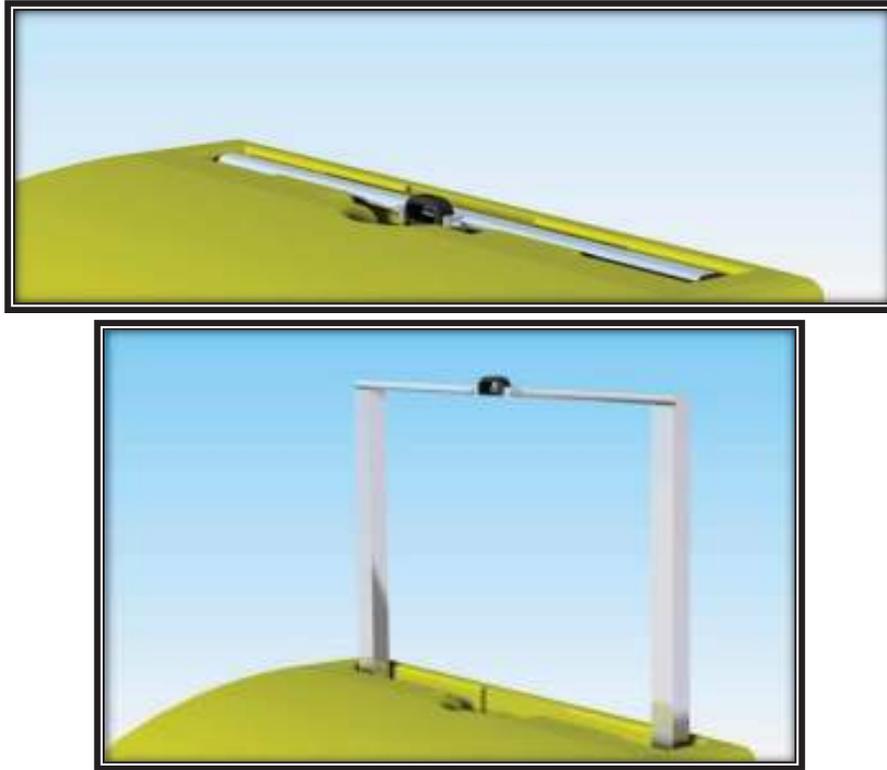


Figura 5.21. Funcionamiento de la agarradera.

Las medidas y planos se pueden consultar en el Anexo F.

Finalmente se mostrará una tabla con los costos del SGE, los precios que se manejan en dólares están calculados con el tipo de cambio del día 24 de Noviembre de 2010.

1 Dollar = 12.41 Pesos Mexicanos.

Costos de componentes del Sistema	
Componentes del Sistema	Precio
Motor generador	\$4,293.86
Batería	\$8,128.55
Inversor	\$4,290.00
Reductor de velocidad	\$1000.00
Base	\$2,230.00
Carrito	\$1,500.00
Abrazaderas	\$300.00
Recubrimiento	\$220.00
Cables	\$500.00
Conectores	\$250.00
TOTAL	\$22,712.41

SGE final mostrado a continuación.



Figura 5.22. Sistema Terminado.

