

CAPÍTULO 4. DISEÑO CONCEPTUAL Y DE CONFIGURACIÓN

Para diseñar el SGE, lo primero que se necesita es plantear diferentes formas en las que se pueda resolver el problema para finalmente decidir cuál es la mejor opción.

Es por eso que en este capítulo se describirán las funciones que debe de realizar el SGE, las configuraciones con las cuales se cubrirán estos requerimientos y se realizará la selección final del mismo.

Para poder entender más a detalle el funcionamiento del SGE, se realizaron los siguientes diagramas con la finalidad de mostrar de forma clara el proceso de los mismos.

- CAJA NEGRA Y DIAGRAMA DE FUNCIONES

En el diagrama de la caja negra (Figura 4.1) se muestra de forma general lo que se pretende que realice el SGE, así como sus entradas y salidas.

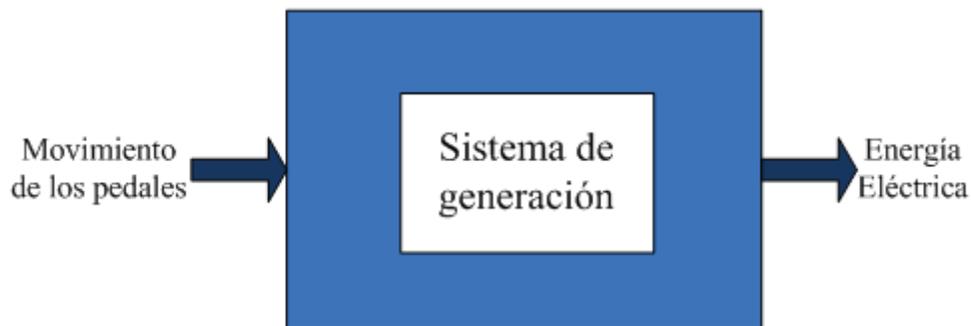


Figura 4.1. Caja Negra

Para facilitar la generación de conceptos y el análisis de funcionamiento del SGE, a continuación se muestra un diagrama de funciones y elementos que lo conforman (Figura 4.2).

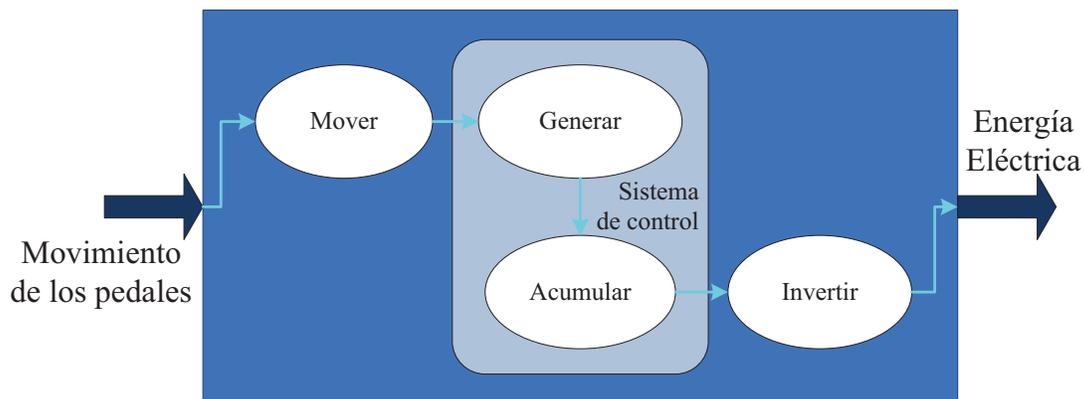


Figura 4.2. Diagrama de funciones

- DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES

Para la realización de las funciones mostradas en la figura 4.2, se definieron sistemas. Estos sistemas son explicados a continuación.

SISTEMA DE MOVIMIENTO

El sistema de movimiento se conforma de una bicicleta estacionaria, en donde una persona es el generador principal de energía mecánica, la cual se transforma y se utiliza como energía eléctrica. Al pedalear la persona transmite energía mecánica al volante de inercia de la bicicleta estacionaria, en donde se tendrá conectado un reductor, el cual estará acoplado a la flecha del motor generador.

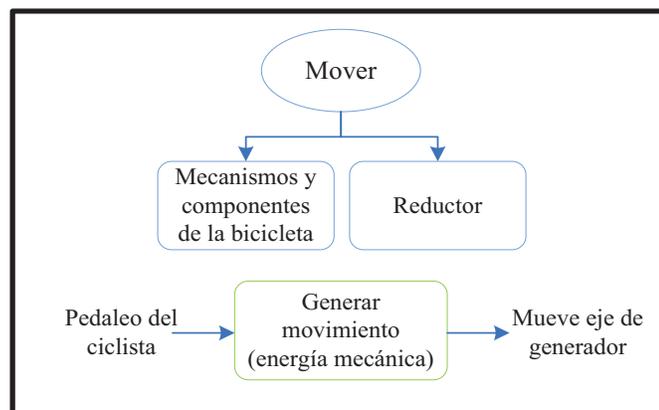


Figura 4.3. Diagrama del sistema de movimiento



SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Para la generación de energía eléctrica se pretende emplear un motor generador que tenga acoplado en su flecha un reductor, cuya función sea disminuir la velocidad que se obtiene del volante de inercia, para garantizar el buen funcionamiento del motor.

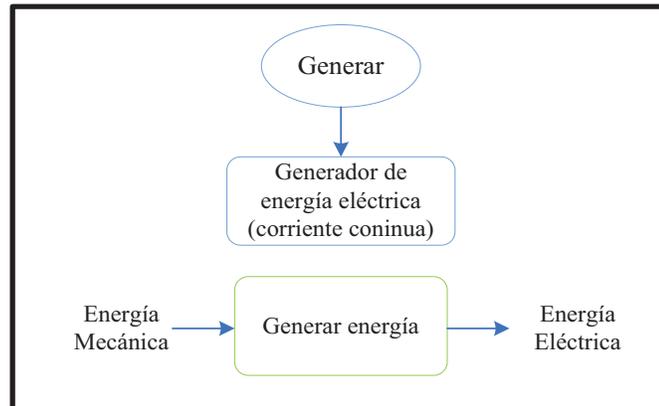


Figura 4.4. Diagrama del sistema de generación de energía eléctrica.

SISTEMA DE ACUMULACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La acumulación de energía se realizará mediante baterías que deben proporcionar un voltaje y una corriente constantes.

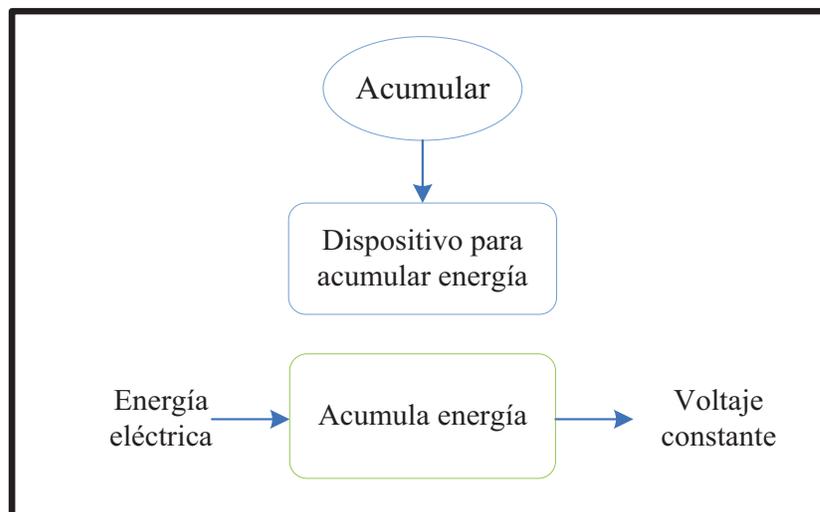


Figura 4.5. Diagrama del sistema de acumulación de energía eléctrica.

SISTEMA DE INVERSIÓN

El inversor es el encargado de transformar la corriente directa en corriente alterna, con la finalidad de utilizar cualquier aparato eléctrico.

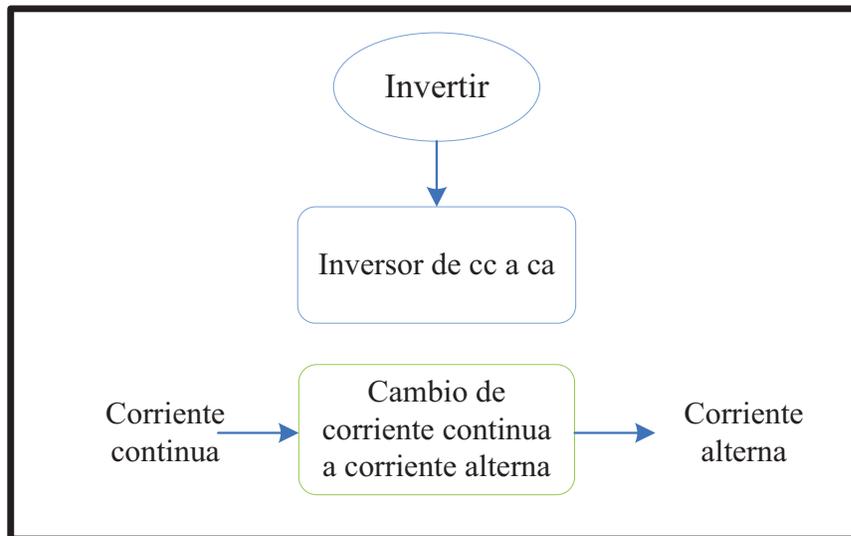


Figura 4.6. Diagrama del sistema de inversión.

4.1 DISEÑO CONCEPTUAL

Se realizará una descripción concisa sobre como satisfacer las especificaciones de diseño antes mencionadas.

El diseño conceptual del sistema se basa en dos ideas principales:

1. Generar conceptos que den soluciones a los requerimientos del SGE.
2. Evaluar dichas soluciones, para seleccionar los conceptos que satisfagan las especificaciones de diseño anteriormente citadas.

Conceptos generados

Una vez definidas las funciones que realizará el SGE, se analizaron las posibles opciones de solución que están disponibles para lograr el buen desempeño del mismo.

En la Tabla 4.1 se hace el arreglo matricial, planteando las funciones a realizar por el SGE y todas las posibles formas de efectuar esta función, siendo generada a través de una búsqueda de información y lluvia de ideas.



		Concepto				
		1	2	3	4	5
Subfunción						
Sistema de movimiento		 Bicicleta estacionaria	 Bicicleta	 Elíptica	 Corredora	 Escaladora
Sistema de transmisión		 Reductor	 Poleas y bandas	 Engranajes		
Sistema de generación		 Dinamo eléctrico	 Motor			
Sistema para acumulación		 Baterías	 Capacitor			
Sistema de inversión		 Inversor a red	 Inversor sinusoidal onda pura	 Inversor sinusoidal onda modificada		

Tabla 4.1. Conceptos generados



En principio se investigó, mediante encuestas aplicadas a distintos gimnasios (capítulo 3), que tipo de máquina de ejercicios cardiovasculares serviría de la manera más apropiada para generar energía eléctrica.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la corredora es la mejor opción, ya que la mayoría de las personas que asisten al gimnasio ocupan esta máquina. Sin embargo se encontraron algunas dificultades para poder implementar algún tipo de sistema generador a estas, debido a que una corredora ya tiene un motor que es ocupado para mover una banda con lo que el usuario realmente no está produciendo energía mecánica que se pueda aprovechar, además este tipo de máquinas utilizan un controlador para reducir o incrementar la velocidad a la que se está corriendo, esto complica el implementar el SGE; ya que se tiene que modificar el controlador y se tendrían dos motores, uno utilizado como motor que es el que la máquina trae por defecto y el otro utilizado como generador, que es el propuesto por parte de nuestro sistema.

Además debido a las dimensiones de las máquinas al intentar implementar otro motor el sistema aumentaría significativamente su tamaño y se tendrían que hacer algunos ajustes al equipo, por lo que si llegara a fallar el equipo, el fabricante argumentaría que el equipo ya no cuenta con garantía debido a que el defecto debe de ser de fabricación y no se debe de modificar en ninguna forma el producto. Debido a esto se decidió que las corredoras no son la mejor opción para generar energía eléctrica y se descartaron.

Al descartar la caminadora quedaron tres tipos de máquinas para ejercicios cardiovasculares, la elíptica, la bicicleta estacionaria y la escaladora; realizando una comparación entre estas máquinas se observó, que dos de estas, funcionaban de la misma manera (la elíptica y la bicicleta estacionaria), ya que ambas tienen un volante de inercia y son movidas debido a la energía mecánica que genera una persona.

Una de las ventajas que tiene la elíptica sobre la bicicleta estacionaria, es que esta es usada por una gran cantidad de personas que asisten a entrenar al gimnasio, sin embargo tiene una tapa protectora sobre el volante de inercia, lo que complica la manipulación del mismo, además la configuración de la elíptica y el propósito para el cual está diseñada, impide implementar el sistema en ésta y entregaría menos energía eléctrica que lo que aportaría una bicicleta estacionaria.



Para realizar una adecuada selección de la máquina, se utilizó una matriz de decisión, con el fin de comparar las ventajas y desventajas de cada una de ellas (Tabla 4.2).

Los conceptos se calificaron de acuerdo a la siguiente escala:

- 3 = Malo
- 6 = Regular
- 9 = Bueno

Estas escalas se multiplicaron posteriormente por un porcentaje (La suma da un total de 100%).

Estos criterios fueron tomados de acuerdo al libro “Ingeniería de Diseño”^[37].

En esta matriz se calificaron las máquinas cardiovasculares de acuerdo a los siguientes puntos:

- Preferencia de los usuarios por algún tipo de máquina.
- Facilidad de implementación del sistema en la máquina.
- Espacio designado para el uso de este tipo de máquinas.
- La producción de energía eléctrica que se puede llegar a conseguir con este tipo de máquinas.
- La necesidad de energía eléctrica para el funcionamiento de las máquinas.
- Las clases que se imparten con cada una de estas máquinas.

Finalmente basados en la matriz se pudo decidir que la bicicleta estacionaria es la mejor opción debido a que es la máquina que puede producir una mayor cantidad de energía eléctrica y no requiere de modificaciones en el equipo, por lo que se puede conservar la garantía de esta.

A continuación se muestra la tabla.



Máquinas	Preferencia del público		Facilidad de implementación		Espacio designado para su uso		Producción de energía		Sin necesidad de energía eléctrica		Clases impartidas especializadas		Puntuación total	Lugar
	Calif.	15%	Calif.	20%	Calif.	15%	Calif.	20%	Calif.	10%	Calif.	20%		
Bicicletas estacionaria	3	0,45	9	1,8	9	1,35	9	1,8	9	0,9	9	1,8	8,1	1
Elíptica	6	0,9	6	1,2	6	0,9	6	1,2	9	0,9	0	0	5,1	2
Corredora	9	1,35	3	0,6	3	0,45	6	1,2	3	0,3	0	0	3,9	4
Escaladora	3	0,45	3	0,6	6	0,9	6	1,2	9	0,9	0	0	4,1	3

Tabla 4.2. Matriz de decisión "Selección de Máquina"



Tomando en cuenta los requerimientos y los conceptos generados para cada función del SGE, se realizó una lluvia de ideas y se llegaron a las siguientes propuestas para realizarlo:

- SISTEMA 1 (S1)

El S1 consiste en utilizar una bicicleta estacionaria acoplada a un generador por medio del volante de inercia de la misma y un reductor de velocidad colocado en la flecha del motor generador. El generador será conectado por medio de cables a un inversor por el cual podremos ocupar la energía producida durante el pedaleo.

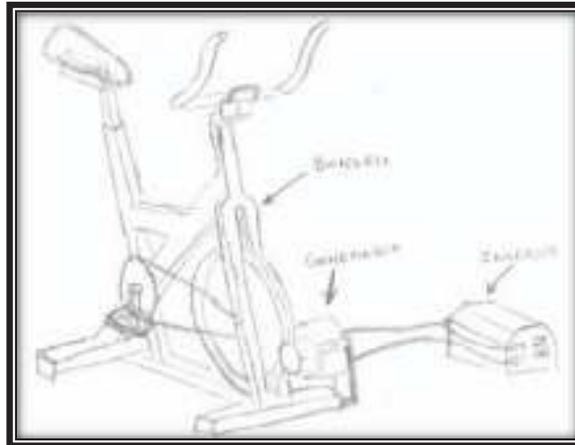


Figura 4.7. Sistema 1.

- SISTEMA 2 (S2)

El S2 consiste en utilizar una bicicleta estacionaria conectada a un generador por medio del volante de inercia de la misma y un reductor de velocidad colocado en la flecha del motor generador. El generador será conectado a una batería mediante cables, en la que se almacenará la energía producida al pedalear y finalmente se conectará la batería a un inversor para utilizar esa energía y alimentar cualquier aparato eléctrico.

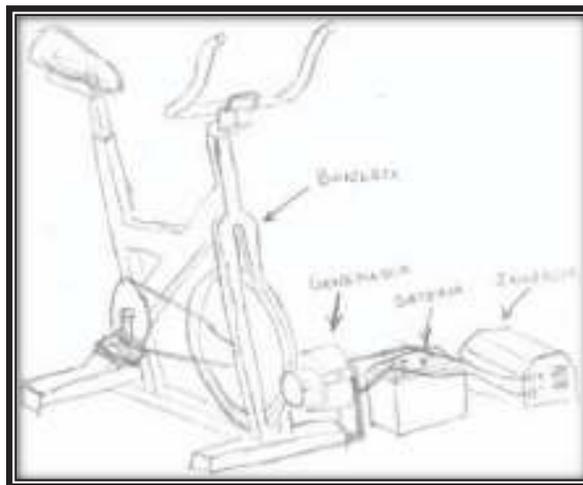


Figura 4.8. Sistema 2.

- SISTEMA 3 (S3)

El S3 consiste en utilizar una bicicleta estacionaria acoplada a un generador por medio de la rueda de inercia de la misma y un reductor de velocidad colocado en la flecha del motor generador. El generador será conectado a un inversor y éste a su vez estará conectado a un medidor bidireccional que medirá la energía que es producida por la persona al estar pedaleando y la energía que es utilizada diariamente de la red. La energía que sea entregada por el generador será transmitida a la red eléctrica. Al final del mes se hará una comparación entre la energía entregada y la utilizada.

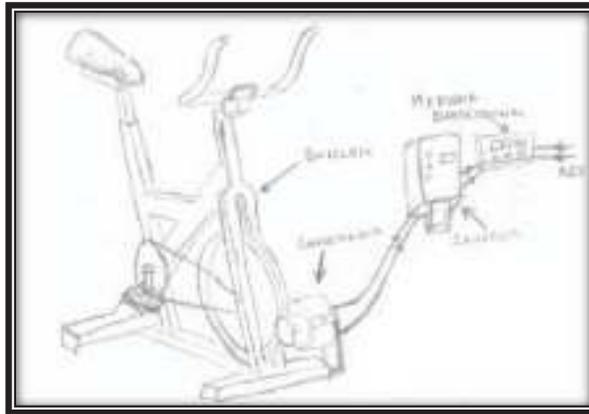


Figura 4.9. Sistema 3.

- SISTEMA 4 (S4)

El S4 consiste en utilizar una bicicleta estacionaria acoplada a un generador por medio de la rueda de inercia de la misma y un reductor de velocidad colocado en la flecha del motor generador. Además en este sistema se utilizarán celdas solares que en conjunto con el generador, se conectarán a un inversor y éste a su vez se conectará a un medidor bidireccional con el cual se medirá la energía que es producida por la persona al estar pedaleando, además de las celdas solares y la energía que es utilizada diariamente de la red. La energía que será entregada por el generador y las celdas solares será transmitida a la red eléctrica. Al final del mes se hará una comparación entre la energía entregada y la utilizada.

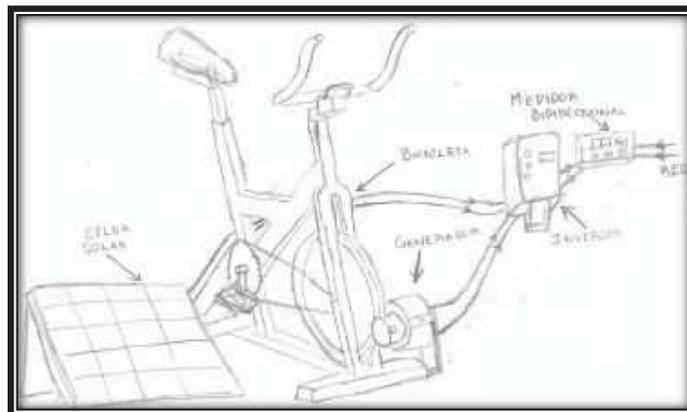


Figura 4.10. Sistema 4.



4.2 SELECCIÓN DE CONCEPTOS

En este apartado se define que sistema es más factible diseñar. Para realizar una adecuada selección del sistema a utilizar, se evaluó por medio de una matriz de decisión para comparar el cumplimiento de cada una de las especificaciones de diseño que anteriormente se definieron (Tabla 4.3).

El S1 se descartó de inmediato debido a que los inversores necesitan un suministro de corriente y voltaje estables, y el motor genera un voltaje variable dependiendo de la velocidad del pedaleo, siendo imposible armar un sistema que conecte únicamente al motor generador con el inversor.

El S4 también se descartó por qué no se contaba con las celdas solares y utilizar estas aumentaría el costo del producto, sin embargo, se quedó como una posibilidad dado que puede ser factible realizarlo si se cuenta con el capital necesario.

Los sistemas S2 y S3 reúnen la mayor parte de las características necesarias. El S2 es más económico que el S3 dado que los inversores de este último son especiales por lo que su costo es más elevado, sin embargo, el S2 plantea la utilización de baterías, las cuales constituyen una fuente de contaminación. Aún así la ventaja es que la energía se puede transportar a cualquier sitio.

Considerando que el mercado son los gimnasios, la mejor propuesta es el S3, sin embargo este implica un costo elevado, por lo que se optó por el S2 dado que tiene un costo menor.



Las características evaluadas para elegir el sistema más adecuado, se describen a continuación y se utilizan en la tabla 4.3.

- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

1. Resistencia al movimiento. El sistema no deberá de generar carga alguna al volante de inercia.
2. Condiciones de uso. El sistema podrá ser utilizado en cualquier lugar, sin importar el clima ó las personas que lo utilicen.
3. Tiempo de vida útil del sistema. Tendrá un tiempo de vida mínimo de 3 años, realizándole un adecuado mantenimiento.
4. Mantenimiento. El sistema requerirá revisiones periódicas, por lo menos 2 veces al año, para asegurar que todo esté funcionando correctamente.
5. Competencia. El sistema deberá de ser competitivo en el precio y el diseño del mismo.
6. Facilidad de Manufactura. Los procesos de manufactura que se realicen deberán de lograrse en un corto tiempo.
7. Tamaño. El tamaño del sistema deberá ser lo mas compacto posible para poder asegurar que no sea estorboso.
8. Peso. El peso del sistema (inversor y batería) no deberá de sobrepasar los 25Kg, y tendrá un carro como ayuda para poder transportarlo.
9. Estética y Apariencia final. La apariencia final del sistema deberá de ser agradable a la vista, con el fin de asegurar que las personas quieran utilizarlo o muestren interés por el mismo.
10. Materiales. Los materiales que se utilizarán deben de ser de fácil adquisición así como de un bajo costo.
11. Costo del producto. El producto debe de tener un costo no mayor a los \$25,000.00.
12. Tiempo de funcionamiento. El sistema deberá de funcionar por un intervalo corto de tiempo para poder recargar completamente las baterías.
13. Potencia de salida. La salida del sistema será de 800 Watts.



SISTEMA	Resistencia al movimiento		Condiciones de uso		Tiempo de vida		Mantenimiento		Competencia		Facilidad de manufactura		Tamaño		Peso		Estética y apariencia final		Materiales		Costo de producto		Tiempo en funcionamiento		Potencia de salida		Puntuación total	Lugar
	Cal	6	Cal	6	Cal	6	Cal	6	Cal	6	Cal	6	Cal	6	Cal	6	Cal	6	Cal	6	Cal	6	Cal	6	Cal	6		
SISTEMA 1	6	0.24	6	0.3	6	0.3	6	0.42	3	0.39	6	0.24	9	0.36	6	0.18	6	0.42	6	0.72	6	0.96	6	0.66	6	0.48	5.67	3
SISTEMA 2	6	0.24	6	0.3	6	0.3	6	0.42	6	0.78	6	0.24	6	0.24	6	0.18	9	0.63	9	1.08	6	0.96	6	0.66	9	0.72	6.73	2
SISTEMA 3	6	0.24	6	0.3	9	0.45	9	0.63	9	1.17	9	0.36	9	0.36	9	0.27	9	0.63	6	0.72	3	0.48	6	0.66	9	0.72	6.99	1
SISTEMA 4	3	0.12	6	0.3	6	0.3	6	0.42	3	0.39	6	0.14	6	0.24	3	0.09	6	0.42	6	0.72	3	0.48	9	0.99	9	0.72	5.43	4

Tabla 4.3. Matriz de decisión "Selección de sistema".

