



**INSTITUTO TECNÓLOGICO DE TUXTLA
GUTIÉRREZ**



Sistema Recolector Energético Por Tránsito Vehicular





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.

RESIDENCIA PROFESIONAL

"SISTEMA RECOLECTOR ENERGÉTICO POR TRÁNSITO VEHICULAR"

ASESOR INTERNO:

DR. ROBERTO CARLOS GARCÍA GÓMEZ

PRESENTADO POR:

COELLO JUÁREZ RUBIEL EDUARDO

ESPECIALIDAD:

INGENIERÍA MECÁNICA

TUXTLA GUTIÉRREZ CHIAPAS, A 31 DE MAYO DE 2013



	Pág.
Capítulo 1	
Introducción	6
Capítulo 2	
2.1 Objetivo principal.....	7
2.2 Objetivos particulares	7
2.3 Alcances	7
2.4 Limitaciones.....	7
2.6 Justificación.....	8
2.7 Metodología de trabajo.....	8
Capítulo 3	
Estado del arte	9
Capítulo 4	
Marco teórico	11
4.1 Electricidad	11
4.1.1 Producción de electricidad.....	11
4.1.2 Generadores electromecánicos	12
4.1.3 Generadores electroquímicos	13
4.1.4 Generadores fotovoltaicos	14
4.1.5 Otros generadores	14
4.1.6 Generadores de corriente continua	14
4.1.7 Generadores de corriente alterna (alternadores).....	16
4.1.8 Plantas generadoras	17
4.1.8.1 Hidroeléctrica	17
4.1.8.2 Termoeléctrica.....	17
4.1.8.3 Diesel.....	18
4.1.8.4 Nuclear.....	18
4.1.8.5 Eólica.....	18
4.1.8.6 Solar.....	18
4.1.9 Dinamo	18
4.1.10 Acumulador eléctrico.....	19
4.2 Maquinas	21
4.3 Mecanismo	21



4.3.1 Clasificación 22

4.3.2 Mecanismo plano 22

4.3.3 Mecanismo esférico 22

4.3.4 Mecanismo espacial..... 22

4.3.5 Grados de libertad..... 22

4.3.6 Movilidad de un mecanismo plano..... 23

4.3.7 Regla de Grashoff..... 23

4.4 Elementos Mecánicos..... 24

4.4.1 Resortes..... 24

4.4.1.1 Materiales para resortes 25

4.4.1.2 Resortes helicoidales de compresión..... 27

4.4.1.3 Efecto de la curvatura. 28

4.4.1.4 Deflexión..... 28

4.4.1.5 Condiciones de los extremos y longitud del resorte. 29

4.4.1.6 Energía de deformación..... 31

4.4.2 Válvula unidireccional..... 35

4.4.3 Pistón 35

4.4.4 Tubería para el transporte de aire comprimido..... 36

4.4.5 Deposito de aire comprimido 39

4.4.6 Compresores de desplazamiento positivo 39

4.5 Aire comprimido 41

4.5.1 Presión de aire..... 42

4.5.2 Temperatura..... 43

4.5.3 Humedad relativa 43

4.5.4 Capacidad 44

4.5.5 Aire libre..... 45

4.5.6 Compresión de aire 46

4.5.7 Métodos de compresión 46

4.5.8 Propiedades del aire 47

4.5.9 Composición del aire 48

Capitulo 5

Memoria de Cálculo..... 49

5.1 Determinación de la fuerza..... 49



5.2 Diseño del resorte	51
5.3 Calculo de velocidad del aire	53
5.4 Calculo de rpm para mover la dinamo o generador.....	54
Capitulo 6	
Diseño final y simulación	55
Capitulo 7	
7.1 Conclusión	60
7.2 Recomendaciones	61
Anexos.....	62



CAPITULO 1

Introducción

La energía eléctrica se puede obtener a partir de otro tipo de energía, por medio de máquinas o dispositivos que denominamos generadores.

La mayor parte de los equipos eléctricos requieren de grandes cantidades de corriente y de tensiones altas para poder funcionar. Por ejemplo, las luces eléctricas y los motores, requieren tensiones e intensidades de corriente mayores que las que puede suministrar una batería común para su normal funcionamiento.

Por esto se requieren fuentes de electricidad que no sean baterías para abastecer grandes cantidades de corriente. Estas grandes cantidades de corriente las suministran más máquinas eléctricas rotativas que reciben el nombre de "generadores dinamoeléctricos". Los generadores dinamoeléctricos pueden suministrar corriente continua y alterna indistintamente. El generador puede diseñarse para altas o bajas corrientes.

Si faltara la energía eléctrica que producen los generadores, el mundo actual quedaría prácticamente paralizado. Si miramos a nuestro alrededor nos daremos cuenta de la importancia. De la corriente eléctrica que producen los generadores. En nuestro mundo moderno, el sistema de alumbrado, nuestras fábricas y toda nuestra vida industrial está accionado por la corriente eléctrica que producen los generadores. Los generadores son tan importantes en la vida moderna, como el corazón en la vida de nuestro organismo.

La generación de energía a partir del paso de vehículos es una nueva opción energética que está tomando forma. La tecnología nos da las herramientas necesarias para poder aprovechar la energía cinética de los vehículos al momento de pasar sobre un dispositivo que la transforma en eléctrica.

El tope generador de energía eléctrica descenderá con el peso del auto creando energía mecánica que se amplificará con una transmisión que irá a un generador transformando la energía mecánica en eléctrica y será almacenada en acumuladores, para usos posteriores.



CAPITULO 2

2.1 Objetivo principal

Diseñar un dispositivo que sea capaz de transformar la energía cinética disipada en las bocacalles por los vehículos automotores, en energía eléctrica.

2.2 Objetivos particulares

- Almacenar la energía eléctrica producida en acumuladores para sus posteriores usos.
- Aliviar la red pública de energía eléctrica en los horarios pico.
- Disminuir el uso de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.
- Lograr un ahorro del presupuesto destinado para el alumbrado público.

2.3 Alcances

- La energía almacenada podrá ser utilizada en lugares donde no hay energía eléctrica.
- Energía eléctrica independiente del suministro público de electricidad.
- Fomentar la sustentabilidad al generar energía eléctrica.

2.4 Limitaciones

- Recursos económicos limitados para la construcción del prototipo
- Herramientas y equipo escasos para realizar el sistema.

2.5 Problema a resolver

- Emplear el flujo vehicular para accionar el sistema recolector de energía.
- Mantener la disponibilidad del sistema recolector de energía para no interrumpir la generación de energía eléctrica.
- La potencia eléctrica obtenida por el sistema recolector de energía sea suficiente para solventar las necesidades.



2.6 Justificación

- En la actualidad existe una gran demanda de energía eléctrica, la cual gran parte se obtiene de la quema de combustibles fósiles lo que favorece al incremento del efecto invernadero. Estamos conscientes que en ahora es necesario generar alternativas limpias para la generación de energía eléctrica.
- Se ha analizado que existen situaciones en las que dicha energía se puede recuperar e inclusive transformar a otra forma de energía, tal es el caso de la energía que se pierde durante el frenado de un automóvil, dicho tema será abordado por esta investigación.
- La idea de aprovechar la energía cinética sobrante de un vehículo, toma fuerza cuando pensamos en el tráfico existente de nuestra ciudad, en la actualidad existen algunos puntos donde los vehículos se ven obligados a frenar por algunos metros, si ocupamos parte de la energía que se disipa en el momento de dicho frenado podríamos emplearla para hacer funcionar dispositivos electrónicos. Luego entonces para recuperar una parte de la energía disipada en el frenado podríamos hacer uso de una superficie (rampa) en la cual controlaríamos su deformación. Dicha superficie es discreta, silenciosa, no causara molestias a los ocupantes de los vehículos automotores y su funcionamiento será totalmente seguro.

2.7 Metodología de trabajo

- Reconocimiento y recopilación de la información del área de trabajo
- Organización de la información obtenida.
- Análisis e interpretación de la información obtenida
- Diseño del sistema recolector energético
- Simulación del sistema recolector energético
- Verificación de cálculos
- Observaciones

CAPITULO 3

Estado del arte

Desde el descubrimiento de la energía eléctrica el hombre ha buscado varias formas de producirla, ya que en esta nueva era de avances tecnológicos y científicos esta energía es esencial para el funcionamiento de muchos de los aparatos que utilizamos diariamente.

La producción de esta energía ha ido avanzando con los años pero aun dependemos mucho de los combustibles fósiles para obtenerla y ello conlleva a la contaminación del planeta, aunque en los últimos años se han desarrollado tecnologías no contaminantes para la producción de energía eléctrica.

Debido al aumento considerable del parque vehicular que transita diariamente por las ciudades desde hace algunos años han surgido personajes quienes se han interesado por crear un sistema, el cual sea capaz de generar energía eléctrica a través del tráfico vehicular.

En septiembre de 2011 la pagina web www.RubiosNew.com hace una publicación en la que algunos alumnos crean un mecanismo capaz de generar energía eléctrica a través del flujo vehicular.

Ellos argumentan que el vehículo no va hacer nada lo único que necesitamos es su peso, el puro peso es una fuerza, y la fuerza podemos convertirla en energía. De esta forma se beneficiarían los hospitales y escuelas ya que con la energía eléctrica obtenida disminuirían los presupuestos destinados a dicho servicio. La idea, dicen ellos, es generar energía a base de un tope que va a ser instalado en las calles, este tope se flexionara de manera vertical el cual producirá energía mecánica y por medio de transmisiones y engranes, convertiremos esa energía mecánica mandándola a un generador, la energía eléctrica obtenida la almacenaremos en baterías.



Prototipo "Tope
Generador"

Figura 1



El científico Marcos Pinel, que en 1980 fue propuesto como premio Nobel de Física, ha inventado un sistema para la obtención de energía eléctrica o mecánica a través de la circulación de los vehículos.

El invento permite acumular la energía cinética que generan los carros en sus desplazamientos para utilizarla en el alumbrado público.

El invento de Pinel consiste en una placa alojada en la calzada que se balancea de adelante hacia atrás cuando el vehículo pasa sobre ella, sin que este lo note.

En el programa televisivo Iniciativa México, alumnos del Instituto Tecnológico de Nueva Ladera presentaron el proyecto “Tope Generado de Energía Eléctrica”, los estudiante lo describen como un tope que descenderá con el peso del auto, creando energía mecánica que se amplificara con una transmisión que irá a un generador transformando la energía mecánica en eléctrica y que será almacenada en acumuladores.

Afirmaron que podrá ser utilizada en alumbrado público y que también implementaran lámparas Led (de 36 watts) con la misma intensidad que lámparas de vapor sodio (de 400 watts).



CAPITULO 4

Marco teórico

4.1 Electricidad

Los fundamentos físicos de la electricidad se explican a partir del modelo atómico. La materia está compuesta por un conjunto de partículas elementales: electrones, protones y neutrones. Cuando un átomo tiene el mismo número de protones (cargas positivas) que de electrones (cargas negativas) es eléctricamente neutro. Es decir, la electricidad no se manifiesta, ya que las cargas de diferente signo se neutralizan.

Los electrones de las capas más alejadas del núcleo, sobre todo de los átomos metálicos, tienen cierta facilidad para desprenderse. Cuando un átomo pierde electrones queda cargado positivamente y si, por el contrario, captura electrones, entonces queda cargado negativamente. Este es el principio por el que algunos cuerpos adquieren carga negativa (hay más electrones que protones) o adquieren carga positiva (hay más protones que electrones). Un cuerpo con carga negativa tiene predisposición a ceder electrones y un cuerpo con carga positiva tiene tendencia a capturarlos. Por lo tanto, cuando se comunican dos cuerpos con cargas eléctricas distintas, mediante un material conductor de la electricidad, fluye una corriente eléctrica que no es otra cosa que la circulación de electrones. Por lo tanto, la corriente eléctrica circula desde el cuerpo cargado negativamente hacia el cuerpo positivo.

4.1.1 Producción de electricidad

Para que se produzca una corriente eléctrica es necesario que exista una diferencia de potencial o tensión eléctrica entre dos puntos. Dicha diferencia se puede conseguir por distintos procedimientos:

- *Por transformación química.* Al sumergir dos metales diferentes, o un metal y carbón, en una solución apropiada, se origina una diferencia de potencial entre los dos metales. Las pilas se basan en este hecho.

- *Por Inducción.* Si se desplaza un conductor eléctrico en el interior de un campo magnético, aparece una diferencia de potencial en los extremos del mismo. Los generadores industriales de electricidad están basados en esta propiedad electromagnética.



- *Por calentamiento.* Cuando se calienta una soldadura de dos metales distintos, aparece una tensión eléctrica. Esta tensión es muy pequeña, por lo que suele tener aplicaciones para la medida de temperaturas.

- *Por acción de la luz.* Al incidir los fotones de la luz sobre ciertos materiales aparece un flujo de corriente de cierta importancia. Las células fotovoltaicas aprovechan esta energía, tal como se ha visto en temas anteriores.

- *Por fricción.* Al frotar dos objetos entre sí puede producirse una diferencia de potencial entre ellos. Por ejemplo, la electricidad estática que suele acumular un coche está ligada al rozamiento del aire con la carrocería y al propio rozamiento de las ruedas. Igualmente, al frotar una varilla de vidrio o plástico con un trozo de lana aparece una acumulación de cargas de diferente signo en ambos objetos.

- *Por presión.* Algunos materiales tienen la propiedad de que, al serles aplicadas fuerzas de compresión o de tracción, aparecen tensiones eléctricas en sus superficies. Este fenómeno piezoeléctrico es característico de algunos cristales, principalmente cuarzo, y tiene diferentes aplicaciones para la producción de pequeñas corrientes: micrófono, reloj de cuarzo o mechero.

La energía eléctrica se puede obtener a partir de otro tipo de energía, por medio de máquinas o dispositivos que denominamos generadores. Por su incidencia industrial, o cantidad de electricidad producida, los más importantes son:

4.1.2 Generadores electromecánicos

En los que un motor de cualquier tipo (térmico alternativo, turbinas de vapor, o gas, hidráulico, eólico) mueve el eje de una máquina eléctrica basada en la ley de Lenz, o sea en las corrientes inducidas en los bobinados de la máquina, por los campos magnéticos que ella misma crea o existen en su interior.

La mayoría son alternadores trifásicos, que producen tensiones normalizadas en corriente alterna que pueden inyectarse a la red general por medio de transformadores, y su energía puede ser consumida incluso a miles de kilómetros.



Existen también generadores electromecánicos de corriente continua, llamados dinamos, pero su importancia actual es mínima, debido a la mayor eficiencia de la producción y sobre todo del transporte de la corriente alterna. También es debido al menor coste, simplicidad, y constancia de la velocidad de giro del motor asíncrono trifásico, el más importante en la mayoría de las aplicaciones industriales. Prácticamente la totalidad de la energía eléctrica del planeta es producida por estos alternadores.

Cuando se precisa corriente continua, (por ejemplo, para electrónica, o para almacenaje,) se rectifica la alterna. También, la facilidad de regulación vía electrónica por los semiconductores, de los motores industriales de alterna, está propiciando la desaparición de los motores y generadores de corriente continua para potencias grandes y medias.

Recordemos que la energía eólica, es energía cinética del viento que mueve un generador mecánico, la energía nuclear produce calor en los reactores, calor que vaporiza el agua que mueve las turbinas de vapor que a su vez mueven generadores electromecánicos. Análogamente con las centrales hidráulicas y mareomotrices, también mueven generadores electromecánicos.

4.1.3 Generadores electroquímicos

Son pilas o baterías recargables de acumuladores. Se basan en fenómenos electroquímicos, producidos por intercambios y trasiegos iónicos entre metales sumergidos en electrolitos. Las pilas desechables se usan en pequeñas aplicaciones eléctricas.

Los acumuladores eléctricos se utilizan para almacenar la corriente eléctrica producida por otros medios y utilizarla cuando sea preciso. Se utilizan cada vez más en tracción eléctrica, (carretillas, automoción).

Los más extendidos son de Pb-ácido y alcalinos de Ni-Cd y Ni-MeH. El gran peso y coste respecto a la pequeña energía almacenada son sus inconvenientes. Actualmente, no se conoce un método de almacenamiento masivo y rentable de energía eléctrica, y en su enorme mayoría debe consumirla a la velocidad que la produce.

Actualmente hay una corriente de investigación mundial tendente al almacenamiento de energía eléctrica vía producción de H₂, pero aun está en fase de I+D



4.1.4 Generadores fotovoltaicos

Por su creciente importancia como energía renovable y de bajo impacto ambiental y visual, ausencia de piezas móviles, y casi nulo mantenimiento, los paneles fotovoltaicos de silicio amorfo o mono cristalino, constituyen un medio de producción en constante desarrollo y creciente uso, sobre todo en zonas remotas, (ya que su coste de fabricación es aun relativamente alto, y no puede competir con la red eléctrica convencional donde ésta esté implantada).

Generan corriente eléctrica continua directamente de la energía radiante solar, por fenómenos fotovoltaicos en el silicio, que no son explicables intuitivamente y requieren modelos cuánticos para una mejor comprensión. Las energías renovables son dispersas (de baja concentración), y de flujo no constante, y requieren captadores relativamente extensos respecto a la potencia suministrada.

En la práctica se obtienen potencias máximas de unos 100 a 150 w por m² de panel captador (en latitudes próximas a Canarias) cuyo coste actual es del orden 600 € /m².

La energía de estos paneles se acumula en baterías, y de ellas o bien se usa directamente la corriente continua, o se transforma con facilidad en alterna por onduladores electrónicos.

4.1.5 Otros generadores

Existen otros medios de producir corriente eléctrica por otros principios físicos, como el par termoeléctrico, el efecto piezoeléctrico, o la magneto hidrodinámica, pero no se utilizan en producción continua de energía eléctrica por su escasa aportación energética, o por estar en vías de investigación. Nos remitimos a tratados de física para su estudio.

4.1.6 Generadores de corriente continúa

Si una armadura gira entre dos polos de campo fijos, la corriente en la armadura se mueve en una dirección durante la mitad de cada revolución, y en la otra dirección durante la otra mitad. Para producir un flujo constante de corriente en una dirección, o continua, en un aparato determinado, es necesario disponer de un medio para invertir el flujo de corriente fuera del generador una vez durante cada revolución. En las máquinas



antiguas esta inversión se llevaba a cabo mediante un conmutador, un anillo de metal partido montado sobre el eje de una armadura. Las dos mitades del anillo se aislaban entre sí y servían como bornes de la bobina. Las escobillas fijas de metal o de carbón se mantenían en contra del conmutador, que al girar conectaba eléctricamente la bobina a los cables externos. Cuando la armadura giraba, cada escobilla estaba en contacto de forma alternativa con las mitades del conmutador, cambiando la posición en el momento en el que la corriente invertía su dirección dentro de la bobina de la armadura. Así se producía un flujo de corriente de una dirección en el circuito exterior al que el generador estaba conectado. Los generadores de corriente continua funcionan normalmente a voltajes bastante bajos para evitar las chispas que se producen entre las escobillas y el conmutador a voltajes altos. El potencial más alto desarrollado para este tipo de generadores suele ser de 1.500 V. En algunas máquinas más modernas esta inversión se realiza usando aparatos de potencia electrónica, como por ejemplo rectificadores de diodo.

Los generadores modernos de corriente continua utilizan armaduras de tambor, que suelen estar formadas por un gran número de bobinas agrupadas en hendiduras longitudinales dentro del núcleo de la armadura y conectadas a los segmentos adecuados de un conmutador múltiple. Si una armadura tiene un solo circuito de cable, la corriente que se produce aumentará y disminuirá dependiendo de la parte del campo magnético a través del cual se esté moviendo el circuito. Un conmutador de varios segmentos usado con una armadura de tambor conecta siempre el circuito externo a uno de cable que se mueve a través de un área de alta intensidad del campo, y como resultado la corriente que suministran las bobinas de la armadura es prácticamente constante. Los campos de los generadores modernos se equipan con cuatro o más polos electromagnéticos que aumentan el tamaño y la resistencia del campo magnético. En algunos casos, se añaden interpolos más pequeños para compensar las distorsiones que causa el efecto magnético de la armadura en el flujo eléctrico del campo.

Los generadores de corriente continua se clasifican según el método que usan para proporcionar corriente de campo que excite los imanes del mismo. Un generador de excitado en serie tiene su campo en serie respecto a la armadura. Un generador de excitado en derivación, tiene su campo conectado en paralelo a la armadura. Un generador de excitado combinado tiene parte de sus campos conectados en serie y parte



en paralelo. Los dos últimos tipos de generadores tienen la ventaja de suministrar un voltaje relativamente constante, bajo cargas eléctricas variables. El de excitado en serie se usa sobre todo para suministrar una corriente constante a voltaje variable. Una magneto es un generador pequeño de corriente continua con un campo magnético permanente.

4.1.7 Generadores de corriente alterna (alternadores)

Como se decía antes, un generador simple sin conmutador producirá una corriente eléctrica que cambia de dirección a medida que gira la armadura. Este tipo de corriente alterna es ventajosa para la transmisión de potencia eléctrica, por lo que la mayoría de los generadores eléctricos son de este tipo. En su forma más simple, un generador de corriente alterna se diferencia de uno de corriente continua en sólo dos aspectos:

Los extremos de la bobina de su armadura están sacados a los anillos colectores sólidos sin segmentos del árbol del generador en lugar de los conmutadores, y las bobinas de campo se excitan mediante una fuente externa de corriente continua más que con el generador en sí. Los generadores de corriente alterna de baja velocidad se fabrican con hasta 100 polos, para mejorar su eficiencia y para lograr con más facilidad la frecuencia deseada. Los alternadores accionados por turbinas de alta velocidad, sin embargo, son a menudo máquinas de dos polos. La frecuencia de la corriente que suministra un generador de corriente alterna es igual a la mitad del producto del número de polos y el número de revoluciones por segundo de la armadura.

A veces, es preferible generar un voltaje tan alto como sea posible. Las armaduras rotatorias no son prácticas en este tipo de aplicaciones, debido a que pueden producirse chispas entre las escobillas y los anillos colectores, y a que pueden producirse fallos mecánicos que podrían causar cortocircuitos. Por tanto, los alternadores se construyen con una armadura fija en la que gira un rotor compuesto de un número de imanes de campo. El principio de funcionamiento es el mismo que el del generador de corriente alterna descrito con anterioridad, excepto en que el campo magnético (en lugar de los conductores de la armadura) está en movimiento.

La corriente que se genera mediante los alternadores descritos más arriba, aumenta hasta un pico, cae hasta cero, desciende hasta un pico negativo y sube otra vez a cero



varias veces por segundo, dependiendo de la frecuencia para la que esté diseñada la máquina. Este tipo de corriente se conoce como corriente alterna monofásica. Sin embargo, si la armadura la componen dos bobinas, montadas a 90° una de otra, y con conexiones externas separadas, se producirán dos ondas de corriente, una de las cuales estará en su máximo cuando la otra sea cero. Este tipo de corriente se denomina corriente alterna bifásica.

Si se agrupan tres bobinas de armadura en ángulos de 120° , se producirá corriente en forma de onda triple, conocida como corriente alterna trifásica. Se puede obtener un número mayor de fases incrementando el número de bobinas en la armadura, pero en la práctica de la ingeniería eléctrica moderna se usa sobre todo la corriente alterna trifásica, con el alternador trifásico, que es la máquina dinamoeléctrica que se emplea normalmente para generar potencia eléctrica.

4.1.8 Plantas generadoras

Existen diversos tipos de plantas generadoras de electricidad entre las que podemos mencionar:

4.1.8.1 Hidroeléctrica

La más económica de todas; a la larga, ya que requiere una inversión inicial muy elevada. Es necesario que existan saltos de agua y ríos de gran capacidad para poder construir una central de generación de este tipo.

¿Cómo Funciona? Se selecciona un lugar donde exista una cascada y entonces se almacena el agua en grandes lagos por medio de una inmensa pared de concreto o represa y progresivamente se va dejando pasar el agua hacia el otro extremo de la represa.

El agua que se va soltando se hace chocar contra las aspas (álabes) de una inmensa turbina, que forma parte del generador, para así moverla (entregarle energía mecánica) y éste a su vez producir electricidad.

4.1.8.2 Termoeléctrica



Produciendo electricidad a partir de la combustión de: Gas, Petróleo o Carbón. En este caso se quema el combustible para calentar grandes calderas de agua y producir vapor de agua, éste vapor a alta presión es disparado contra las aspas (álabes) de grandes generadores, moviéndolos y produciendo la energía mecánica necesaria para convertirla posteriormente en energía eléctrica.

4.1.8.3 Diesel

En este caso se quema combustible (gas, gasoil, gasolina, etc.), para hacer funcionar un motor de combustión interna (similar al de cualquier vehículo). Este motor se conecta a un generador para moverlo y entregarle la energía mecánica necesaria para que produzca electricidad.

4.1.8.4 Nuclear.

En este caso se utiliza el poder calorífico de la fusión nuclear para producir electricidad.

4.1.8.5 Eólica.

Es el viento en este caso quien mueve las aspas de una especie de molino y estas mueven (entregan energía mecánica) un generador para producir electricidad.

4.1.8.6 Solar.

Esta es producida a partir de la energía del sol, a través de grandes paneles solares.

4.1.9 Dinamo

Una dinamo o dínamo es un generador eléctrico destinado a la transformación de flujo magnético en electricidad mediante el fenómeno de la inducción electromagnética, generando una corriente continua.

Uno de los principales usos de la dinamo es la utilización de la energía hidroeléctrica, de esta forma el agua hace rotar las turbinas conectadas al eje de la dinamo, produciendo electricidad y aprovechando esta fuente de energía inagotable.

Han sido ampliamente utilizadas por los ciclistas durante años. Gracias a la dinamo, que genera energía eléctrica, los ciclistas han podido circular por las noches por la carretera con una mínima iluminación. En realidad, las denominadas dinamos de bicicleta, son



alternadores; ya que consisten en un imán, solidario al eje de giro, y una bobina estática, sin delgas, ni escobillas, que rectifican la corriente. La corriente así producida es alterna y no continua, a pesar de ello, tradicionalmente, se les ha llamado dinamos.

En las dinamos tradicionales, o de botella, el extremo del eje de la dinamo porta un cabezal que se apoya a voluntad en el neumático de una de las ruedas, de modo que al girar la rueda gira a su vez la dinamo. El sistema es bastante rudimentario y produce un apreciable rozamiento que obliga a pedalear con fuerza. Debido a esto este tipo de dinamos ha ido siendo sustituido por otros modelos sin fricción, como la dinamo de buje o la de oreja. Además, la aparición de nuevos métodos de iluminación con lámparas de Leds y de mejores baterías, con gran potencia y autonomía, ha reducido el uso de las dinamos en general.

4.1.10 Acumulador eléctrico

Se denomina batería, batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, al dispositivo que almacena energía eléctrica, usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad; este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces. Se trata de un generador eléctrico secundario; es decir, un generador que no puede funcionar sin que se le haya suministrado electricidad previamente, mediante lo que se denomina proceso de carga.

El principio de funcionamiento de un acumulador está basado esencialmente en un proceso reversible llamado reducción-oxidación (también conocida como redóx), un proceso en el cual uno de los componentes se oxida (pierde electrones) y el otro se reduce (gana electrones); es decir, un proceso cuyos componentes no resulten consumidos ni se pierdan, sino que meramente cambian su estado de oxidación y, que a su vez pueden retornar a su estado original en las circunstancias adecuadas. Estas circunstancias son, en el caso de los acumuladores, el cierre del circuito externo, durante el proceso de descarga, y la aplicación de una corriente, igualmente externa, durante la carga.

Resulta que procesos de este tipo son bastante comunes, por extraño que parezca, en las relaciones entre los elementos químicos y la electricidad durante el proceso denominado electrólisis, y en los generadores voltaicos o pilas. Los investigadores del siglo XIX



dedicaron numerosos esfuerzos a observar y a esclarecer este fenómeno, que recibió el nombre de polarización.

Un acumulador es, así, un dispositivo en el que la polarización se lleva a sus límites alcanzables, y consta, en general, de dos electrodos, del mismo o de distinto material, sumergidos en un electrolito.



Acumulador

Figura 2



4.2 Maquinas

Existen numerosas definiciones de *máquina*, por ejemplo:

- a).- Es una combinación de cuerpos resistentes, de tal manera que por medio de ellos las fuerzas mecánicas de la naturaleza se pueden encausar para realizar un trabajo acompañado de movimientos predeterminados.
- b).- Es una disposición de partes para efectuar un trabajo.
- c).- Es un dispositivo para aplicar potencia.
- d).- Es un arreglo de elementos cuyos movimientos son definidos y su objetivo es transformar energía.

4.3 Mecanismo

De igual manera que en el caso anterior existen muchas definiciones de mecanismo:

- a).- Es un sistema formado por cuerpos resistentes dispuestos de tal forma que puedan transmitir un movimiento en forma predeterminada.
- b).- Es un arreglo de los movimientos de una máquina y cuya representación se hace en forma esquemática.

Podemos decir entonces que los mecanismos sirven para estudiar el movimiento de las máquinas.

No existe una línea divisoria bien definida entre mecanismos y máquinas. Difieren en grado más que en clase. Si las fuerzas y los niveles de energía son significativos, éste se considera una máquina; si no es así, se considera un mecanismo.



4.3.1 Clasificación

Los mecanismos se pueden clasificar de acuerdo a las características del movimiento de los eslabones en:

- Planos.
- Esféricos.
- Espaciales.

4.3.2 Mecanismo plano

Es aquel en el que todas las partículas describen curvas planas en el espacio y todas estas se encuentran en planos paralelos; es decir, los lugares geométricos que describen dichas partículas son curvas planas paralelas a un solo plano común.

4.3.3 Mecanismo esférico

Es aquel en el que cada eslabón tiene algún punto que se mantiene estacionario conforme al movimiento del eslabonamiento, y en el que los puntos estacionarios de todos los eslabones están en una ubicación común; o bien, el lugar geométrico que describen las partículas es una curva contenida dentro de una superficie esférica y las superficies definidas por varios puntos arbitrariamente elegidos son concéntricas

4.3.4 Mecanismo espacial

Es aquel que no incluye restricción alguna en los movimientos relativos de las partículas. La transformación del movimiento no es necesariamente coplanar ni es preciso que sea concéntrica. Un mecanismo espacial puede poseer partículas que describen lugares geométricos de doble curvatura.

4.3.5 Grados de libertad

El grado de libertad de un eslabón es el número de coordenadas independientes que se requieren para describir su movimiento.



4.3.6 Movilidad de un mecanismo plano

La movilidad de un mecanismo o sistema mecánico, es el número de grados de libertad de dicho sistema, o sea, el número de parámetros de entrada que se deben controlar de manera independiente, con el fin de que el sistema sea colocado en una posición en particular.

4.3.7 Regla de Grashoff

La regla o condición de *Grashoff* es una relación muy simple que pronostica un comportamiento de rotación o rotabilidad de las inversiones de un eslabonamiento de cuatro barras con base sólo en las longitudes de los eslabones.

Sean:

- S = Longitud del eslabón más corto
- L = longitud del eslabón más largo
- P = longitud de un eslabón restante
- Q = Longitud de otro eslabón restante

Luego si $S + L \leq P + Q$ el eslabonamiento es de *Grashoff* y por lo menos un eslabón podrá realizar una revolución completa con respecto al plano de fijación. A ésta se le llama cadena cinemática de clase I. Si ésta desigualdad no es cierta, entonces el eslabonamiento es no *Grashoff* y ningún eslabón podrá realizar una revolución completa relativa con respecto al plano de fijación. Esta es una cadena cinemática de clase II.

Los movimientos posibles a partir de un eslabonamiento de cuatro barras dependerán de la condición de *Grashoff* y de la inversión elegida. Las inversiones se definirán en relación con el eslabón más corto. Los movimientos son:

Clase I: $S + L < P + Q$

Si se fija uno u otro eslabón adyacente al más corto, se obtiene una manivela-balancín, en el cual el eslabón más corto girará completamente y el otro eslabón oscilará pivotado a la fijación.

Si se fija el eslabón más corto se logrará una doble-manivela, en la que tanto el acoplador como los eslabones pivotados a la fijación realizan revoluciones completas.



Si se fija el eslabón opuesto al más corto se obtendrá un doble-balancín de *Grashoff* en el que oscilan los dos eslabones fijos pivotados a la fijación y solo el acoplador realiza una revolución completa.

Clase II: $S + L > P + Q$

Todas las inversiones serán triples-balancines, en las cuales ningún eslabón puede girar completamente.

Clase III: $S + L = P + Q$

Todas las inversiones serán dobles-manivelas, o manivelas-balancín, pero tendrán “puntos de cambio” dos veces por revolución de la manivela de entrada, cuando todos los eslabones quedan colineales. En estos puntos de cambio el comportamiento de salida se volverá a indeterminar.

4.4 Elementos Mecánicos

4.4.1 Resortes

Los resortes son elementos flexibles que se utilizan en las máquinas con el objeto de ejercer fuerzas, proporcionar flexibilidad y almacenar o absorber energía.

Los resortes se clasifican de manera general en:

- a).- Helicoidales.
- b).- Planos.
- c).- Formas especiales.

Los helicoidales incluyen los resortes de sección circular o cuadrada, los cuales se fabrican para resistir cargas de tensión, compresión o torsión. Dentro de los resortes planos se tienen los tipos en voladizo y elípticos.

Algunas formas especiales son usadas en maquinarias de reloj, y los cónicos en forma de rondana denominados arandelas o muelles de *Belleville*.



4.4.1.1 Materiales para resortes

La resistencia es una de las características más importantes que se debe considerar cuando se selecciona el material de un resorte.

Los resortes comerciales provienen del grupo de materiales de alta resistencia y bajo coeficiente de pérdida el cual se define como la fracción de energía que se disipa en un ciclo esfuerzo-deformación unitario. En estos materiales se incluyen el acero al alto carbono; el acero inoxidable laminado en frío endurecido por precipitación; las aleaciones no ferrosas y algunos no metálicos especiales como la fibra de vidrio laminada.

Los resortes se fabrican mediante procesos de trabajo en frío o en caliente, dependiendo del tamaño del material, de la relación D/d y de las propiedades deseadas. En general, el alambre preendurecido no se deberá usar si $D/d < 4$ o si $d > 1/4$ pul.

La resistencia a la rotura del material de un resorte varía significativamente con el tamaño del alambre, de manera que la resistencia a la rotura no se puede especificar a menos que se conozca el tamaño. El material y su procesamiento también tienen un efecto en la resistencia a la tensión. Resultados de pruebas extensivas señalan que la gráfica semilogarítmica de la resistencia del alambre contra el diámetro del mismo es casi siempre una línea recta para algunos materiales.

La información para cinco materiales se puede ajustar cercanamente por la forma exponencial siguiente:

$$S_{ut} = \frac{A}{d^m} \text{ ----- (4.1)}$$

En donde d = diámetro del alambre.

A Y m son valores que se obtienen de la tabla (4.1)



Material	Rango del tamaño		Exponente <i>m</i>	Constante, <i>A</i> kpsi (Mpa)
	<i>pul</i>	<i>mm</i>		
Alambre de piano	0.004-0.250	0.10-6.5	0.146	196 (2170)
Revenido en aceite	0.020-0.500	0.50-12	0.186	149 (1880)
Alambre estirado duro	0.028-0.500	0.70-12	0.192	136 (1750)
Cromo-vanadio	0.032-0.437	0.80-12	0.167	169 (2000)
Cromo-silicio	0.063-0.375	1.60-10	0.112	202 (2000)

Tabla (4.1).- Coeficientes usados en la ecuación (4.1) para cinco materiales de resorte.
(Ver Referencia 3)

En el diseño de resortes el esfuerzo permisible es la resistencia a la fluencia por torsión en vez de la resistencia a la rotura. Una vez que se conoce la resistencia a la rotura por medio de la ecuación (4.1), el esfuerzo a la fluencia por cortante (esfuerzo cortante permisible) se obtiene mediante las siguientes relaciones:

$$S_{sy} = \tau_{perm} = 0.40S_{ut} \quad (\text{Acero al carbono estirado en frío})$$

$$S_{sy} = \tau_{perm} = 0.50S_{ut} \quad (\text{Acero al carbono templado y revenido, y acero de baja aleación})$$

$$S_{sy} = \tau_{perm} = 0.35S_{ut} \quad (\text{Acero inoxidable austenítico y aleaciones no ferrosas})$$

$$S_{sy} = \tau_{perm} \approx 0.56S_{ut} \quad (\text{Para aceros de alta resistencia})$$

4.4.1.2 Resortes helicoidales de compresión.

La figura siguiente muestra un resorte helicoidal de compresión hecho de alambre redondo sometido a una carga axial F .

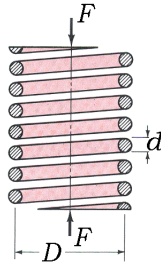


Figura (4.1).- Resorte helicoidal con carga axial.

Si seccionamos el resorte anterior se observa lo siguiente:

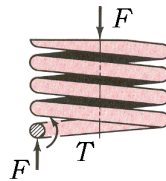


Figura (4.2).- Diagrama de cuerpo libre del resorte helicoidal.

Podemos observar dos tipos de esfuerzos cortantes:

a).- Por carga: $\tau_1 = \frac{F}{A} = \frac{4F}{\pi d^2}$

b).- Por torsión: $\tau_2 = \frac{Tr}{J} = \frac{8FD}{\pi d^3}$

El esfuerzo cortante máximo es la suma de los esfuerzos cortantes anteriores:

$$\tau = \frac{8FD}{\pi d^3} + \frac{4F}{\pi d^2} \text{----- (4.2)}$$



Si introducimos el término “índice del resorte” $C = D/d$, y sustituyéndolo en la ecuación (4.2) se obtiene lo siguiente:

$$\tau = \frac{8FD}{\pi d^3} \left(1 + \frac{d}{2D}\right) = \frac{8FD}{\pi d^3} \left(1 + \frac{1}{2C}\right) \therefore \boxed{\tau = K_s \frac{8FD}{\pi d^3}} \text{----- (4.3)}$$

$$\boxed{K_s = 1 + \frac{1}{2C}} \text{----- (4.4)}$$

K_s = Factor de corrección de esfuerzo cortante (solo se utiliza para condiciones estáticas).

4.4.1.3 Efecto de la curvatura.

La curvatura del alambre intensifica el esfuerzo en la parte interna del resorte, pero lo reduce ligeramente en el exterior.

Tomando en cuenta el efecto de la curvatura, la ecuación (4.3 se reemplaza por la expresión

$$\boxed{\tau_{m\acute{a}x} = K_w \frac{8FD}{\pi d^3}} \text{----- (4.5)}$$

$$\boxed{K_w = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0.615}{C}} \text{----- (4.6) \quad (“Factor de Wahl”)}$$

La ecuación (4.5) se deberá usar para carga cíclica (esfuerzos por fatiga).

4.4.1.4 Deflexión.

La relación fuerza deformación en un resorte helicoidal se puede obtener a partir del teorema de *Castigliano* el cual nos dice que: la deflexión en un resorte es igual con la derivada parcial de la energía de deformación con respecto a la fuerza aplicada.

Si la energía de deformación es: $U = \frac{T^2L}{2GJ} + \frac{F^2L}{2AG}$, en donde $T = FD/2$, $L = \pi DN$, $J = \frac{\pi d^4}{32}$,

y $A = \frac{\pi d^2}{4}$; por lo que: $U = \frac{4F^2D^3N}{d^4G} + \frac{2F^2DN}{d^2G}$ -----(a)

Aplicando el teorema de *Castigliano* se tiene: $\delta = \frac{\partial U}{\partial F} = \frac{8FD^3N}{d^4G} + \frac{4FDN}{d^2G}$ ----- (b)

En donde $N = N_a$ = número de espiras activas.

Puesto que $C = D/d$, la ecuación (b) puede ordenarse de tal forma que:

$$\delta = \frac{8FD^3N_a}{d^4G} \left(1 + \frac{1}{2C^2}\right) = \frac{8FD^3N_a}{d^4G} \left(1 + \frac{0.5}{C^2}\right) \quad \text{----- (4.7)}$$

La constante del resorte es $k = F/\delta$, por lo que:

$$k = \frac{d^4G}{8D^3N_a \left(1 + \frac{0.5}{C^2}\right)} = \frac{Gd}{8C^3N_a \left(1 + \frac{0.5}{C^2}\right)} \quad \text{----- (4.8)}$$

4.4.1.5 Condiciones de los extremos y longitud del resorte.

En la siguiente figura se presentan cuatro tipos de extremos usados comúnmente en los resortes de compresión:

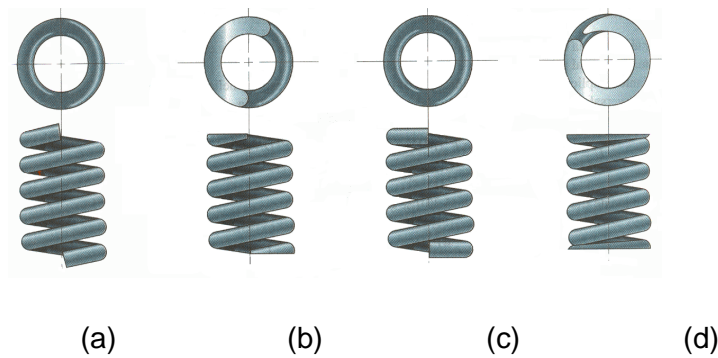


Figura (4.3).- Tipos de extremos usados en los resortes de compresión:

- a) Simple; b) Simple y aplanado; c) A escuadra; d) A escuadra y aplanados.

En la tabla siguiente se indican fórmulas útiles para el paso, longitud y número de espiras de resortes de compresión para las cuatro condiciones de los extremos descritos en la figura anterior.

Tipos de extremos				
Término	Simple	Simple y rectificado	A escuadra o cerrado	A escuadra y rectificado
Número de espiras en los extremos, N_e	0	1	2	2
Número total de espiras, N_t	N_a	$N_a + 1$	$N_a + 2$	$N_a + 2$
Longitud libre, L_o	$pN_a + d$	$p(N_a + 1)$	$pN_a + 3d$	$pN_a + 2d$
Longitud sólida, L_s	$d(N_t + 1)$	dN_t	$d(N_t + 1)$	dN_t
Paso, p	$\frac{(L_o - d)}{N_a}$	$\frac{L_o}{N_a + 1}$	$\frac{(L_o - 3d)}{N_a}$	$\frac{(L_o - 2d)}{N_a}$

Tabla (4.2).- Fórmulas para calcular las dimensiones de resortes de compresión. (Ver Referencia 3)

Dos términos importantes usados en resortes son:

a).- Longitud sólida L_s .

b).- Longitud libre L_o .

Longitud sólida (L_s).- Es la longitud del resorte cuando todas las espiras adyacentes están en contacto metal con metal.



Longitud libre (L_0).- Es la longitud del resorte cuando no se aplican fuerzas externas sobre él.

Se conoce como resorte o muelle a un operador elástico capaz de almacenar energía y desprenderse de ella sin sufrir de formación permanente cuando cesan las fuerzas o la tensión a las que es sometido, en la mecánica es conocido erróneamente como "la muelle" varían así de la región o cultura. Son fabricados con materiales muy diversos, tales como acero al carbono, acero inoxidable, acero al cromo-silicio, cromo-vanadio, bronces, plástico, entre otros, que presentan propiedades elásticas y con una gran diversidad de formas y dimensiones.

Se les emplean en una gran cantidad de aplicaciones, desde cables de conexión hasta disquetes, productos de uso cotidiano, herramientas especiales o suspensiones de vehículos. Su propósito, con frecuencia, se adapta a las situaciones en las que se requiere aplicar una fuerza y que esta sea retornada en forma de energía. Siempre están diseñados para ofrecer resistencia o amortiguar las sollicitaciones externas.

4.4.1.6 Energía de deformación.

La manera más sencilla de analizar un resorte físicamente es mediante su modelo ideal global y bajo la suposición de que éste obedece la Ley de Hooke. Se establece así la ecuación del resorte, donde se relaciona la fuerza F ejercida sobre el mismo con el alargamiento/contracción o elongación x producida, del siguiente modo:

$$F = -kx \dots\dots\dots(4.9)$$

Siendo: $k = \frac{AE}{L} \dots\dots\dots(4.10)$

Donde k es la constante elástica del resorte, x la elongación (alargamiento producido), A la sección del cilindro imaginario que envuelve al muelle y E el módulo de elasticidad del muelle (no confundir con el módulo de elasticidad del material).

La energía de deformación o energía potencial elástica U_k asociada al estiramiento o acortamiento un muelle lineal viene dada por la integración de trabajo realizado en cada cambio infinitesimal dx de su longitud:



$$U_k = - \int_0^x F(x) dx = - \int_0^x -k(x)x dx = \frac{1}{2}kx^2 \dots\dots\dots(4.11)$$

Si el muelle no es lineal entonces la rigidez del muelle es dependiente de su deformación y en ese caso se tiene una formula algo más general:

$$U_k = \int_0^x k(x) \cdot x dx \dots\dots\dots(4.12)$$

Ecuación diferencial y ecuación de ondas

Definiremos ahora una constante intrínseca del resorte independiente de la longitud de este y estableceremos así la ley diferencial constitutiva de un muelle. Multiplicando k por la longitud total, y llamando al producto k_i o k intrínseca, se tiene:

$$k_i = AE \dots\dots\dots(4.13)$$

Donde: $k = \frac{k_i}{L} \dots\dots\dots(4.14)$

Llamaremos $F(x)$ a la tensión en una sección del muelle situada a una distancia x de uno de sus extremos, que consideraremos fijo y que tomaremos como origen de coordenadas, $k_{\Delta x}$ a la constante de un pequeño trozo de muelle de longitud Δx a la misma distancia y $\delta_{\Delta x}$ al alargamiento de ese pequeño trozo en virtud de la aplicación de la fuerza $F(x)$. Por la ley del muelle completo:

$$F(x) = -k_{\Delta x}\delta_{\Delta x} = k_i \frac{\delta_{\Delta x}}{\Delta x} \dots\dots\dots(4.15)$$

Tomando el límite:

$$F(x) = -k_i \frac{\delta_{dx}}{dx} \dots\dots\dots(4.16)$$

Que por el principio de superposición resulta:

$$F(x) = -k_i \frac{d\delta}{dx} = -AE \frac{d\delta}{dx} \dots\dots\dots(4.17)$$



Si además suponemos que tanto la sección como el módulo de elasticidad pueden variar con la distancia al origen, la ecuación queda:

$$F(x) = -k_i(x) \frac{d\delta}{dx} = -A(x) E(x) \frac{d\delta}{dx} \dots\dots\dots(4.18)$$

Que es la ecuación diferencial completa del muelle. Si se integra para todo x, se obtiene como resultado el valor del alargamiento unitario total. Normalmente puede considerarse F(x) constante e igual a la fuerza total aplicada. Cuando F(x) no es constante y se incluye en el razonamiento la inercia de éste, se llega a la ecuación de onda unidimensional que describe los fenómenos ondulatorios.

Supongamos, por simplicidad, que tanto la sección del resorte, como su densidad (entendiendo densidad como la masa de un tramo de muelle dividida por el volumen del cilindro imaginario envolvente) y su módulo de elasticidad son constantes a lo largo del mismo y que el resorte es cilíndrico. Llamemos $\Psi(x)$ al desplazamiento de una sección de muelle. Ahora tomemos un tramo diferencial de muelle de longitud (dx). La masa de esa porción vendrá dada por:

$$dm = \rho A dx \dots\dots\dots(4.19)$$

Aplicando la segunda ley de Newton a ese tramo:

$$F(x) - F(x + dx) = -dm \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = -\rho A dx \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} \dots\dots\dots(4.20)$$

Es decir:

$$\frac{\partial F}{\partial x} dx = -\rho A dx \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} \rightarrow \frac{\partial F}{\partial x} = -\rho A \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} \dots\dots\dots(4.21)$$

Por otro lado es sencillo deducir que

$$d\delta = \Psi(x + dx) - \Psi(x) = \frac{\partial \Psi}{\partial x} dx \dots\dots\dots(4.22)$$



Al introducir, por tanto, esta expresión en la ecuación diferencial del muelle antes deducida, se llega a:

$$F(x) = -AE \frac{\partial \Psi}{\partial d} \dots\dots\dots(4.23)$$

Derivando esta expresión respecto a x se obtiene:

$$\frac{\partial F}{\partial x} = -AE \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} \dots\dots\dots(4.24)$$

Juntando la expresión temporal con la expresión espacial se deduce finalmente la ecuación general de un muelle cilíndrico de sección, densidad y elasticidad constantes, que coincide exactamente con la ecuación de onda longitudinal:

$$\frac{\partial^2 \Psi(x, t)}{\partial t^2} = \frac{E}{\rho} \times \frac{\partial^2 \Psi(x, t)}{\partial x^2} \dots\dots\dots(4.25)$$

De la que se deduce la velocidad de propagación de perturbaciones en un muelle ideal como:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \dots\dots\dots(4.26)$$

Muelle con una masa suspendida

Para el caso de un muelle con una masa suspendida,

$$\begin{cases} F = -kx \Rightarrow m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx \\ \frac{dx(0)}{dt} = v_0 \end{cases} \dots\dots\dots(4.27)$$

Cuya solución es $x = (v_0/\omega) \sin \omega t$, es decir, la masa realiza un movimiento armónico simple de amplitud $A_0 = v_0/\omega$ y frecuencia angular ω . Derivando y sustituyendo:

$$-\omega^2 \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t = -\frac{k}{m} \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t \dots\dots\dots(4.28)$$

Simplificando:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \dots\dots\dots(4.29)$$

Esta ecuación relaciona la frecuencia natural con la rigidez del muelle y la masa suspendida

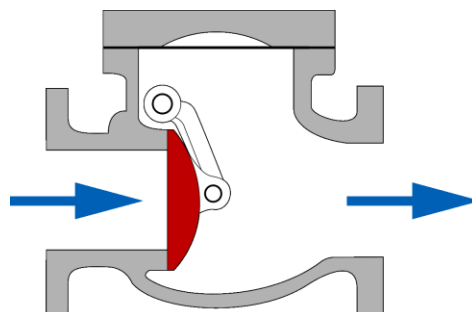
4.4.2 Válvula unidireccional

Las válvulas antirretorno, también llamadas válvulas de retención, válvulas uniflujo o válvulas "check", tienen por objetivo cerrar por completo el paso del fluido en circulación - bien sea gaseoso o líquido- en un sentido y dejarlo libre en el contrario. Tiene la ventaja de un recorrido mínimo del disco u obturador a la posición de apertura total.

Se utilizan cuando se pretende mantener a presión una tubería en servicio y poner en descarga la alimentación. El flujo del fluido que se dirige desde el orificio de entrada hacia el de utilización tiene el paso libre, mientras que en el sentido opuesto se encuentra bloqueado. También se las suele llamar válvulas unidireccionales.

Las válvulas antirretorno son ampliamente utilizadas en tuberías conectadas a sistemas de bombeo para evitar golpes de ariete, principalmente en la línea de descarga de la bomba.

4.4.3 Pistón

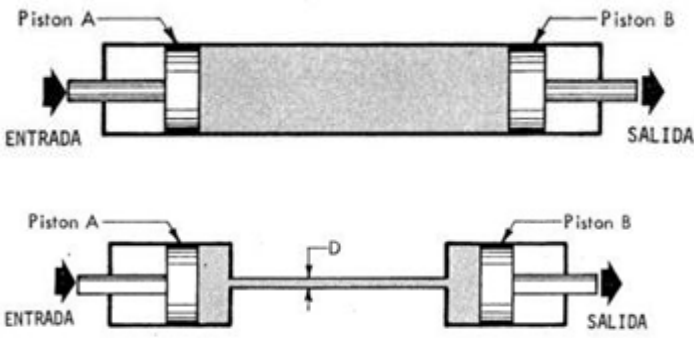


Se denomina pistón se trata de un embolo que se ajusta al interior de las paredes del cilindro mediante aros flexibles llamados segmentos. Efectúa un movimiento alternativo, obligando al fluido que ocupa el cilindro a modificar su presión y volumen o transformando en movimiento el cambio de presión y volumen del fluido. En todas las aplicaciones que se emplea, el pistón recibe o transmite fuerzas en forma de presión de un líquido o de un gas.

Transmisión de potencia:

Una fuerza mecánica, trabajo o potencia es aplicada en el pistón A. La presión interna desarrollada en el fluido por su densidad ejerciendo una fuerza de empuje en el pistón B

Según la ley de pascal la presión desarrollada en el fluido es igual en todos los puntos por la que la fuerza desarrollada en el pistón B es igual a la fuerza ejercida en el fluido por el pistón A, asumiendo que los diámetros de A y de B son iguales y sin importar el ancho o largo de la distancia entre pistones, es decir por donde transitara el fluido desde el pistón A hasta llegar al pistón B.



4.4.4 Tubería para el transporte de aire comprimido

Tuberías principales



Para la elección de los materiales brutos, tenemos diversas posibilidades:

Cobre Tubo de acero negro

Latón Tubo de acero galvanizado

Acero fino Plástico

Las tuberías deben poderse desarmar fácilmente, ser resistentes a la corrosión y de precio módico.

Las tuberías que se instalen de modo permanente se montan preferentemente con uniones soldadas. Estas tuberías así unidas son estancas y, además de precio económico. El inconveniente de estas uniones consiste en que al soldar se producen cascarillas que deben retirarse de las tuberías. De la costura de soldadura se desprenden también fragmentos de oxidación; por eso, conviene y es necesario incorporar una unidad de mantenimiento.

En las tuberías de acero galvanizado, los empalmes de rosca no siempre son totalmente herméticos. La resistencia a la corrosión de estas tuberías de acero no es mucho mejor que la del tubo negro. Los lugares desnudos (roscas) también se oxidan, por lo que también en este caso es importante emplear unidades de mantenimiento. Para casos especiales se montan tuberías de cobre o plástico.

Derivaciones hacia los receptores

Los tubos flexibles de goma solamente han de emplearse en aquellos casos en que se exija una flexibilidad en la tubería y no sea posible instalar tuberías de plástico



por los esfuerzos mecánicos existentes. Son más caros y no son tan manipulables como las tuberías de plástico.

Las tuberías de polietileno y poliamida se utilizan cada vez más en la actualidad para unir equipos de maquinaria. Con racores rápidos se pueden tender de forma rápida, sencilla y económica.

Tubos y enchufes para redes de aire comprimido.

El sistema PVR de aleación de PVC y el concepto de aluminio ALR ofrecen simplicidad, modularidad en la instalación de las redes de aire comprimido con tubos. Válvulas, uniones para tubo, reducciones, adaptadores, tubos flexibles y en espiral permiten realizar el conjunto de montajes y adaptar la red a los diferentes usos.

Tubos en espiral

Poliuretano y enchufe rotativo "libertad de movimiento asegurada":

- Tubos en espiral de poliuretano con enchufe fijo y rotativo.
- Tubos en espiral de poliamida.
- Enchufes para tubos en espiral de poliuretano.
- Enchufes para tubos de poliamida.

Tubos flexibles y prolongadores de tubo

- Tubos en rollo.
- Prolongadores de tubo provistos de enchufes rápidos.

Esquemas de redes de aire comprimido

El diseño de una red de circulación de aire comprimido depende de la configuración del taller y del volumen de aire comprimido que utilicen los operadores.

A la hora de realizar este estudio, es necesario tener en cuenta las reglas generales que garantizan:

La seguridad del personal, la continuidad de la producción, una larga duración del equipo y un mantenimiento sencillo y económico.

4.4.5 Depósito de aire comprimido

Los depósitos, también llamados calderines, tienen por función recibir y almacenar el aire procedente de los equipos de compresión. Suelen tener forma cilíndrica con fondos de sector esféricos. Es habitual que tengan una altura del orden 2 a 3 veces el diámetro.

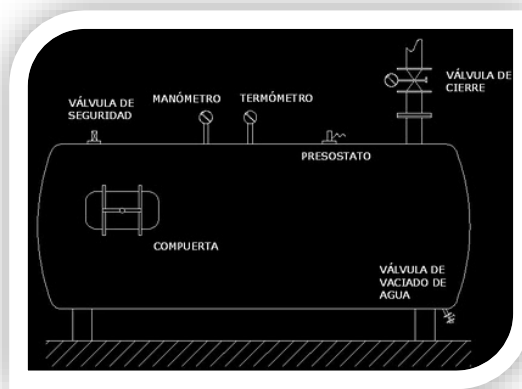
Los depósitos aportan a la instalación varios efectos beneficiosos:

- Compensa las oscilaciones de presión en la red, más acusadas en el caso de los compresores de embolo.
- Permiten tiempo de descanso en el compresor, mejorando su equilibrio térmico y su vida útil.
- Facilita el enfriamiento de aire procedente del compresor. Su tamaño influye en ese enfriamiento y con ello en la cantidad de agua retenida.
- Retiene impurezas procedentes del compresor, por lo que puede ser considerado un primer filtro de línea.

Todo depósito destinado a almacenar aire a presión debería ir equipado con:

- Válvula de seguridad.
- Presostato de máxima-mínima presión para el control del compresor.
- Manómetro (Termómetro opcional).
- Válvula de cierre.
- Grifo de purga para eliminar el agua.
- Compuerta de limpieza.

4.4.6



Compresores de desplazamiento



positivo

Compresores de pistón

El compresor de pistón es uno de los diseños más antiguos de compresores, pero sigue siendo en la actualidad el más versátil y eficaz. Este tipo de compresor funciona mediante el desplazamiento de un pistón por interior de un cilindro accionado por una varilla de conexión o biela y un cigüeñal.

En los compresores de aire de pistón, el aire es comprimido en una cámara definida por la pared de un cilindro y un pistón, la posición del pistón, conectado a la biela, está controlado por el cigüeñal. Cuando el cigüeñal gira, el pistón se mueve hacia abajo, aumentando el tamaño de la cámara, por lo que a través de una válvula de aspiración llena de aire el interior de la cámara. Cuando el pistón alcanza su posición más baja en el cilindro, invierte su dirección y se mueve hacia arriba, reduciendo el tamaño de la cámara a la vez que aumenta la presión del aire en su interior. Cuando el pistón alcanza su posición máxima en el cilindro, el aire comprimido es descargado a través de la válvula de descarga hacia el depósito de acumulación.

La versatilidad de los compresores a pistón es muy extensa, permite comprimir tanto aire como gases, con muy pocas modificaciones. El compresor de pistón es el único diseño capaz de comprimir aire y gas a altas presiones.

Otra opción en los compresores de pistón es la emplear más de un pistón por lo que la compresión se realiza en varias etapas alcanzando mayores niveles de compresión. Después de cada etapa de compresión el aire se enfría antes de pasar a la siguiente etapa alta, con lo que se mejora la eficiencia del proceso.

Por su diseño, los compresores de aire de pistón logran producir altas presiones en volúmenes relativamente pequeños, por lo que tiene mucha aplicación en actividades domesticas e industrias ligeras.



4.5 Aire comprimido

Dentro de las aplicaciones industriales, los componentes que utilizan fluidos a presión van tomando una gran preponderancia y su aceptación se universaliza cada vez más a medida que se van desarrollando nuevas aplicaciones. Es por esta razón que el aire comprimido se ha convertido en la segunda fuente de energía utilizada en la industria, después de la energía eléctrica, ahora otra gran fuente es el gas.

Si se pregunta por qué el aire comprimido, la respuesta es por su velocidad y su rapidez de respuesta de trabajo. Su acción no es tan rápida como la eléctrica, pero si es notablemente más rápida que la hidráulica. Por otra parte podemos pensar que la energía neumática tiene como materia prima el aire atmosférico el cual se puede tomar en la cantidad necesaria, totalmente gratuito, para comprimirlo y transformarlo como fuente de energía.

El aire atmosférico es un gas incoloro, insaboro e inoloro, compuesto por una mezcla de gases, que posee todos los elementos de la tabla periódica, y también vapor de agua.

La presión atmosférica es entonces la fuerza que ejercen los once Kilómetros de estos gases atmosféricos, sobre el aire de la superficie terrestre.

Se definen algunos términos claves con los que se trabaja e identificaran los parámetros de operación.

4.5.1 Presión de aire

La presión se define como la fuerza que actúa sobre unidad de superficie.

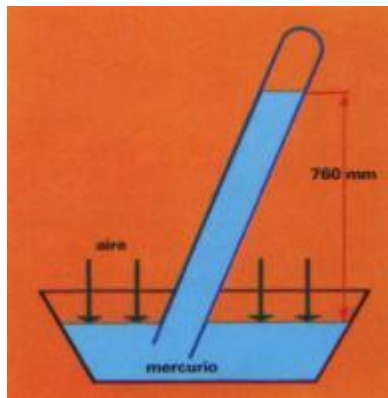
$$P = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (4.5)$$

Donde P para el sistema inglés (lbf/in²) y para el sistema internacional (kgf/cm²).

Al confinar un gas en un recipiente, el choque de las moléculas entre sí y con las paredes del recipiente es lo que origina la presión. Al comprimir el gas paulatinamente se aumentará el choque de las partículas, por tener menos área de acción, aumentando por ende la presión. La presión es usualmente medida por un manómetro que registra la diferencia entre la presión en un recipiente y la presión atmosférica. La presión tomada en el manómetro no es la presión verdadera, para obtener la presión verdadera es necesario adicionar la presión manométrica.

Presión barométrica o atmosférica:

Es la presión atmosférica absoluta existente en la superficie de la tierra, varía con la altitud y con el contenido de vapor de agua. A nivel del mar es 14.69 PSI.



Presión manométrica o relativa:

La presión relativa es la medida de presión sobre la presión atmosférica, es la que se indica en los manómetros PSIG (Pound Square Inche Gauge).

Presión absoluta:

La presión absoluta es la medida de presión sobre el cero absoluto o vacío absoluto.

Vacio:

Es la presión resultante por debajo de la presión atmosférica, es la presión negativa.

Normalmente la presión de vacío se expresa en pulgadas de agua o de mercurio.



4.5.2 Temperatura

Por estar en continuo movimiento, las moléculas poseen energía cinética que es la verdadera indicación de temperatura, por ende el calor es la energía cinética de las moléculas.

Por lo anterior se concluye que cuando las moléculas quedan inmóviles tendrían temperatura de cero absoluto, el cual es el punto de partida para las escalas termodinámicas o absolutas de temperatura.

Cero absoluto = $-273.15^{\circ}\text{C} = -460^{\circ}\text{F}$

A recordar las escalas absolutas son: grados Rankine ($^{\circ}\text{R}$) o grados Kelvin (K).

De otra forma el cero absoluto es aquella temperatura que se presentaría en el caso de que todo el calor se remueva del material (energía cinética a cero) o la temperatura, a la cual teóricamente el volumen del gas sería cero.

4.5.3 Humedad relativa

La humedad relativa normalmente se considera cuando se trata del aire atmosférico, para efectos de cálculos es la relación entre la presión parcial de vapor actual en la mezcla aire-vapor y la presión de vapor saturada a la temperatura de bulbo seco en la mezcla, igualmente se expresa en porcentaje.

Para hacer las correcciones necesarias por humedad relativa se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{H.R} = (\text{Presión parcial de vapor}) / (\text{Presión de vapor saturado})$$

La presión de vapor saturada se obtiene dependiendo de la temperatura ambiente.



4.5.4 Capacidad

La capacidad es el parámetro básico para la especificación de los compresores, y es la cantidad de aire en la unidad de tiempo que suministra el compresor entre las presiones de trabajo.

Las unidades que se maneja generalmente entre los fabricantes de equipos son:

Sistema Ingles: CFM (Cubic Feet per Minute)

Sistema internacional: Nm³/ min. (Normal Cubic Meter Per Minute)

En los catálogos de fabricantes se encuentran las siguientes especificaciones.

CFM: Pies cúbicos por minutos

Esta especificación es utilizada únicamente para referirse al desplazamiento teórico del pistón, esto es para compresores recíprocos o de pistón, es el volumen físico del cilindro. Nunca debe usarse para especificar un equipo y que solo indica el volumen por tiempo, pero no indica que condiciones.

SCFM: Pies cúbicos por minuto estándar

Se refiere al aire atmosférico a condiciones estándar que son:

-14.696 PSIA ó 1.01 Bar

- 60° F ó 16° C

- 0% Humedad relativa (H.R)

NCFM: Pies cúbicos por minuto normal

Se utiliza para referirse a las condiciones normales de aire atmosférico, a saber.

- 14.696 Psia ó 1.01 Bar

- 68° F ó 20° C

- 36% Humedad relativa (H.R)

ACFM: Pies cúbicos por minuto actual

Referido para indicar el aire realmente entregado a las condiciones de admisión del compresor, o sea a las condiciones del sitio de funcionamiento del equipo, tomando antes del filtro de admisión.

ICFM: Pies cúbicos por minuto a la admisión

Se refiere al aire atmosférico suministrado por el equipo, tomado en la admisión, o sea después del filtro.



En conclusión, dependiendo del prefijo que denote la unidad de caudal se establecen las condiciones del cálculo:

S: Condiciones estándar (Norma América)

N: Condiciones normales (Norma Europea)

A: Condiciones actuales (Medio ambiente en el sitio de instalación del compresor)

I: Condiciones a la admisión (en la brida de la admisión)

4.5.5 Aire libre

Las cantidades en SCFM ó Nm³/ min que se dan generalmente en los catálogos para el consumo de aire por las herramientas neumáticas o equipos. Se refieren al aire libre por minutos (aire atmosférico a la presión y a la temperatura estándar o normal).

El dato sobre la capacidad del compresor que da el fabricante debe estar también referido el aire libre, con el objeto que exista una correspondencia entre consumo y capacidad. Como no es posible medir el aire a la admisión los fabricantes toman el aire libre a la salida del compresor y mediante fórmulas lo llevan a la admisión y es así como especifican la capacidad del compresor. A veces se presenta errores porque se selecciona un equipo basado en aire libre, por ejemplo, se mide el volumen de un cilindro neumático, pero este volumen ya va a estar comprimido entonces habría que llevarlo a aire libre; para hacer esta relación se tiene la siguiente expresión.

$$V_r = V_r \times \frac{P_0}{P_1} \dots\dots\dots(4.30)$$

Donde,

V_r = volumen real de aire libre

P_1 = Presión atmosférica del lugar

P_0 = Presión atmosférica estándar /normal

Para obtener el aire estándar o normal a las condiciones actuales se utiliza la fórmula:

$$ACFM = \frac{Q_0 \times P_0}{P_1 \times (H.R \times P_v)} \times \frac{T_1}{T_0} \dots\dots\dots(4.31)$$



Donde,

$Q_0 =$ Caudal en condiciones estándar o normal

$P_0 =$ Presión atmosférica estándar/normal

$P_1 =$ Presión atmosférica del lugar de trabajo

$H.R. =$ Humedad relativa del lugar

$P_v =$ Presión de vapor

$T_1 =$ Temperatura del sitio de trabajo, en K ó R

$T_0 =$ Temperatura estadar o normal, en K ó R

4.5.6 Compresión de aire

La compresión de aire tiene un propósito básico que es el de suministrar un gas a una presión más alta del que originalmente existía. El incremento de presión puede variar de unas cuantas onzas a miles de libras por pulgada cuadrada (PSI) y los volúmenes manejados de unos pocos pies cúbicos por minuto (CFM) a cientos de miles.

La compresión tiene variedad de propósitos:

- Transmitir potencia para herramienta neumática.
- Aumentar procesos de combustión.
- Transportar y distribuir gas.
- Hacer circular un gas en un proceso o sistema.
- Acelerar reacciones químicas.

4.5.7 Métodos de compresión

Se usan cuatro métodos para comprimir un gas. Dos están en la clase intermitente y los otros dos en la clase de flujo continuo, estos métodos son:

1. Atrapar cantidades consecutivas de gas en algún tipo de encerramiento, reducir el volumen incrementando la presión para después desalojar el gas del encerramiento.
2. Atrapar cantidades consecutivas de gas en algún tipo de encerramiento, trasladarlo sin cambio de volumen a la descarga y comprimirlo por contra flujo.



3. Comprimir el gas por la acción mecánica de un impulsor o un motor con paletas en rápida rotación, que imparten velocidad y presión al gas que esta fluyendo.

4. Alimentar el gas en un chorro de alta velocidad del mismo o diferente gas y convertir la alta velocidad de la mezcla a presión en un difusor.

Los compresores que usan los métodos 1 y 2 son de la clase intermitente y se conocen como compresores de desplazamiento positivo. Aquellos que usan el método 3 se conocen como compresores dinámicos y los empleados en el método cuatro se denominan eyectores.

4.5.8 Propiedades del aire

Según la altitud, la temperatura y la composición del aire, la atmósfera terrestre se divide en cuatro capas: troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera. A mayor altitud disminuyen la presión y el peso del aire.

Las porciones más importantes para análisis de la contaminación atmosférica son las dos capas cercanas a la Tierra: la troposfera y la estratosfera. El aire de la troposfera interviene en la respiración. Por volumen está compuesto, aproximadamente, por 78,08% de nitrógeno (N₂), 20,94% de oxígeno (O₂), 0,035% de dióxido de carbono (CO₂) y 0,93% de gases inertes, como argón y neón.

En esta capa, de 7 km de altura en los polos y 16 km en los trópicos, se encuentran las nubes y casi todo el vapor de agua. En ella se generan todos los fenómenos atmosféricos que originan el clima. Más arriba, aproximadamente a 25 kilómetros de altura, en la estratosfera, se encuentra la capa de ozono, que protege a la Tierra de los rayos ultravioleta (UV).

En relación con esto vale la pena recordar que, en términos generales, un contaminante es una substancia que está «fuera de lugar», y que un buen ejemplo de ello puede ser el caso del ozono (O₃).

Cuando este gas se encuentra en el aire que se respira, es decir bajo los 25 kilómetros de altura habituales, es contaminante y constituye un poderoso antiséptico que ejerce un



efecto dañino para la salud, por lo cual en esas circunstancias se le conoce como ozono troposférico u ozono malo.

Sin embargo, el mismo gas, cuando está en la estratosfera, forma la capa que protege de los rayos ultravioleta del Sol a todos los seres vivientes (vida) de la Tierra, por lo cual se le identifica como ozono bueno.

4.5.9 Composición del aire

El aire está compuesto principalmente por nitrógeno, oxígeno y argón. El resto de los componentes, entre los cuales se encuentran los gases de efecto invernadero, son vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, ozono, entre otros. En pequeñas cantidades pueden existir sustancias de otro tipo: polvo, polen, esporas y ceniza volcánica. También son detectables gases vertidos a la atmósfera en calidad de contaminantes, como cloro y sus compuestos, flúor, mercurio y compuestos de azufre.

Capítulo 5

Memoria de Cálculo

En la figura 5.1 podemos observar el prototipo propuesto para el Sistema Recolector Energético el cual está compuesto por una rampa, pistones, válvula unidireccional, resortes y el cilindro de almacenamiento de aire.

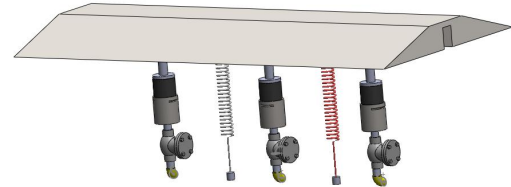


Figura 5.1

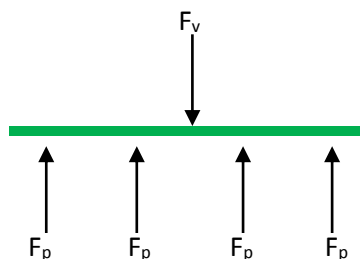
A continuación una breve descripción de funcionamiento.

El sistema será accionado por el paso de un vehículo automotor, por lo que es preciso determinar el peso y la fuerza que incidirá sobre la rampa gracias a la velocidad con que el vehículo pase sobre el, en base a la determinación y las referencias que se propongan se realizarán los demás cálculos correspondientes, tales como, la velocidad del aire comprimido para su almacenamiento.

Se ha determinado en base a observación que el vehículo pasará sobre el sistema a una velocidad de 20 km/hr. El vehículo deberá pesar como mínimo 1000 kg para accionar al sistema y obtener la compresión necesaria y suficiente del aire para su posterior almacenamiento.

5.1 Determinación de la fuerza

Diagrama de cuerpo libre.

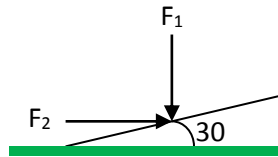


Donde:

F_v = Fuerza ejercida por el vehículo

F_p = Fuerza ejercida por el resorte

Para la fuerza F_v



Donde:

$F_1 =$ Fuerza vertical ejercida por el vehículo

$F_2 =$ Fuerza horizontal ejercida por el vehículo

$$F_1 = mg$$

$$F_2 = am$$

Donde:

$m =$ masa del automotor

$g =$ Fuerza gravitacional

$a =$ aceleración del automotor

Datos:

$$m = 1500 \text{ Kg}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$a = ?$$

$$a = \frac{V_a}{t}$$

Donde:

$V_a =$ velocidad del automotor

$t =$ tiempo

$a =$ aceleración del automotor

Datos:

$$V_a = 20 \text{ km/h} = 5.56 \text{ m/s}$$

$$t = 2 \text{ s}$$



$$\begin{aligned}\therefore a &= \frac{5.56 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 2.78 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \rightarrow \\ \therefore F_1 &= 1500 \text{ kg} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 14\,715 \text{ N} \downarrow \\ F_2 &= 1500 \text{ kg} \times 2.78 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 4\,170 \text{ N} \rightarrow\end{aligned}$$

Como la fuerza F_2 incide sobre la rampa de manera horizontal es necesario descomponer dicha fuerza para luego obtener la fuerza vertical resultante.

$$\begin{aligned}F_{2v} &= F_2 \sin 30 \\ F_{2v} &= 4170 \text{ N} \times \sin 30 \\ F_{2v} &= 2085 \text{ N}\end{aligned}$$

∴ La fuerza resultante vertical que incide sobre la rampa

$$\begin{aligned}F_v &= F_{2v} + F_1 \\ F_v &= (2085 + 14715) \\ F_v &= 16800 \text{ N}\end{aligned}$$

5.2 Diseño del resorte

Para dimensionar el resorte tenemos que elegir el tipo de extremos con que contara nuestro resorte.

De la [Tabla 4.3](#) seleccionamos que el resorte tendrá extremos a escuadra y rectificado por lo tanto tomaremos las siguientes ecuaciones:

$$N_e = 2$$

$$N_t = N_a + 2$$

$$L_0 = pN_a + 2d$$

$$L_s = dN_t$$

$$P = \frac{L_0 - 2d}{N_a}$$



Asignando parámetros de acuerdo a las necesidades del sistema:

$$L_0 = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$$

$$L_s = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$$

$$\delta = L_0 - L_s = 25 \text{ cm}$$

$$\delta = 0.25 \text{ m}$$

$$d = 11 \text{ mm} = 0.011 \text{ m}$$

$$\therefore N_t = \frac{L_s}{d} = \frac{15}{1}$$

$$N_t = \mathbf{15 \text{ Espiras totales}}$$

$$N_a = N_t - 2$$

$$N_a = 15 - 2 = \mathbf{13 \text{ Espiras activas}}$$

Material para el resorte

Acero inoxidable A313

$$G = 69 \text{ Gpa}$$

Calculo de la rigidez del resorte

$$D = D_i + d = 7 \text{ cm} + 1 \text{ cm}$$

$$D = 8 \text{ cm} = 0.08 \text{ m}$$

$$\therefore C = \frac{D}{d} = \frac{8}{1.1} = 7.2727$$

$$k = \frac{d^4 G}{8D^3 N_a \left(1 + \frac{0.5}{C^2}\right)} = \frac{Gd}{8C^3 N_a \left(1 + \frac{0.5}{C^2}\right)}$$

$$\therefore k = \frac{(29 \times 10^9) \times 0.011}{8 \times 7.2727^3 \times 13 \times \left(1 + \frac{0.5}{7.2727^2}\right)}$$



$$k = 18794.69271 \frac{N}{m}$$

Calculo de la fuerza que proporcionara el resorte

$$F_R = K \times \delta$$

Donde:

$F_R =$ Fuerza del resorte

$k =$ Rigidez del resorte

$\delta =$ Deformacion del resorte

$$\therefore F_R = 18794.69271 \times 0.25$$

$$F_R = 4698.6732 N$$

\therefore le resorte a seleccionar sera de acero inoxidable A313 con una longitud de 40 cm y con 15 espiras con extremos a escuadra y rectificado.

5.3Calculo de velocidad del aire

$$Q = AV$$

Donde:

$Q =$ Caudal

$A =$ Area transversal donde pasa el aire

$V =$ Velocidad del aire

Datos:

$$v = \text{volumen} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times l$$

Donde:

$D =$ Diámetro del cilindro

$l =$ longitud de carrera del piston



Datos:

$$D = 0.15 \text{ m}$$

$$l = 0.15 \text{ m}$$

$$\therefore v = \frac{\pi \times 0.15^2}{4} \times 0.15$$

$$v = 2.6507 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Para el caudal

$$Q = \frac{v}{t}$$

El tiempo en que se comprimirá todo el volumen de aire es aproximado a 0.5 segundos

$$\therefore Q = \frac{2.6507 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0.5 \text{ s}}$$

$$Q = 5.3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\therefore V = \frac{Q}{A} = \frac{5.3 \times 10^{-3}}{\frac{\pi \times 0.0254^2}{4}}$$

$$V = 10.459 \text{ m/s}$$

5.4 Calculo de rpm para mover la dinamo o generador

$$\omega = V \times r$$

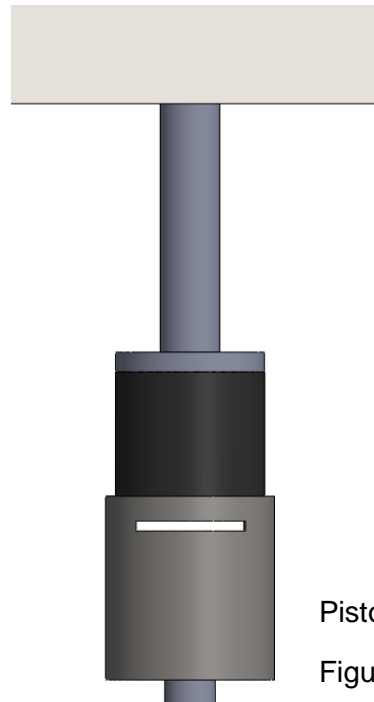
$$\omega = 10.459 \times 0.1$$

$$\omega = 1.0459 \frac{\text{radianes}}{\text{segundo}}$$

$$\omega = 3595 \text{ rpm}$$

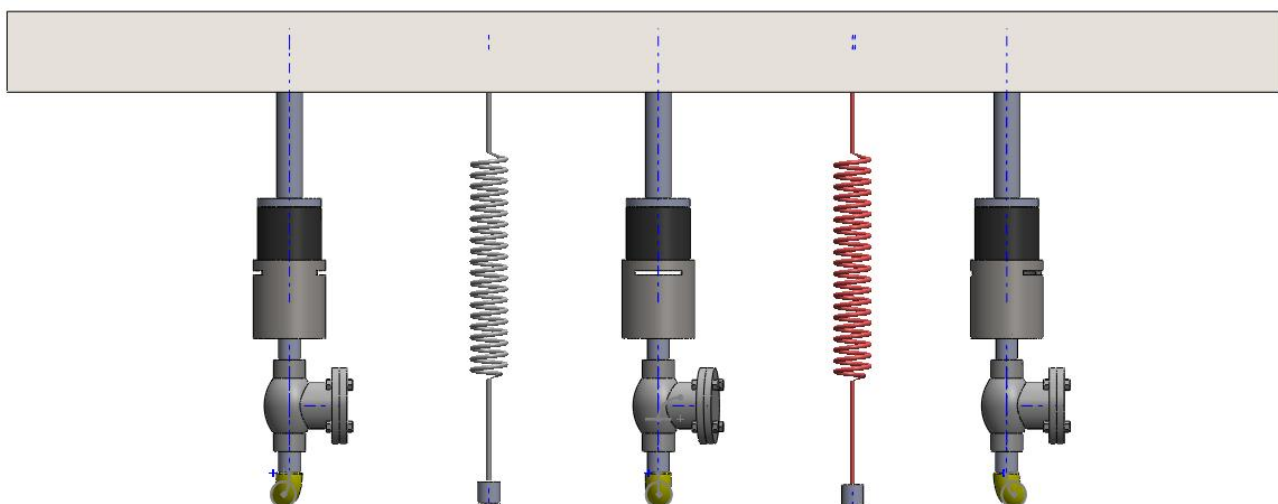
Capítulo 6

Diseño final y simulación



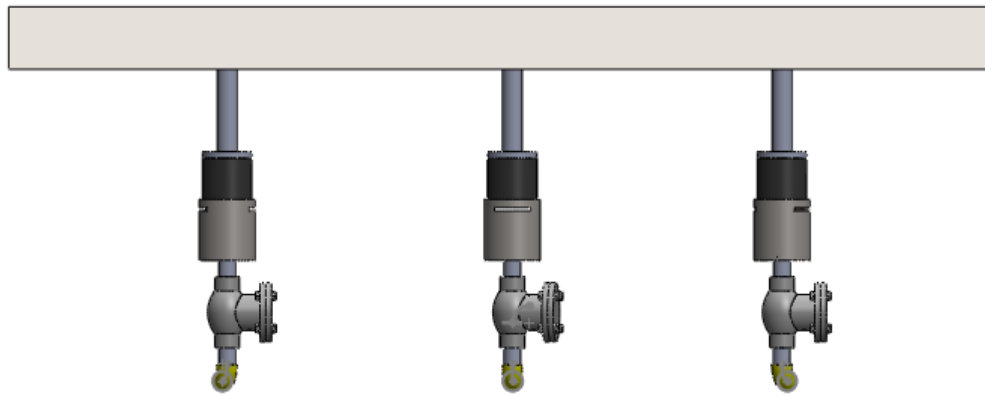
Pistón

Figura 6.1



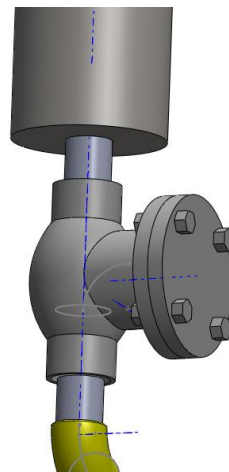
Sistema Recolector Energético

Figura 6.2



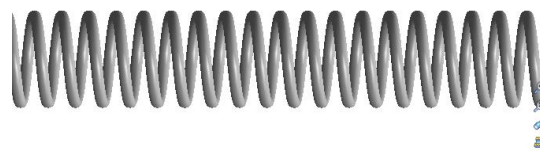
Sistema de Compresión

Figura 6.3



Válvula unidireccional

Figura 6.4



Resorte a compresión con
extremos a escuadras

Figura 6.5

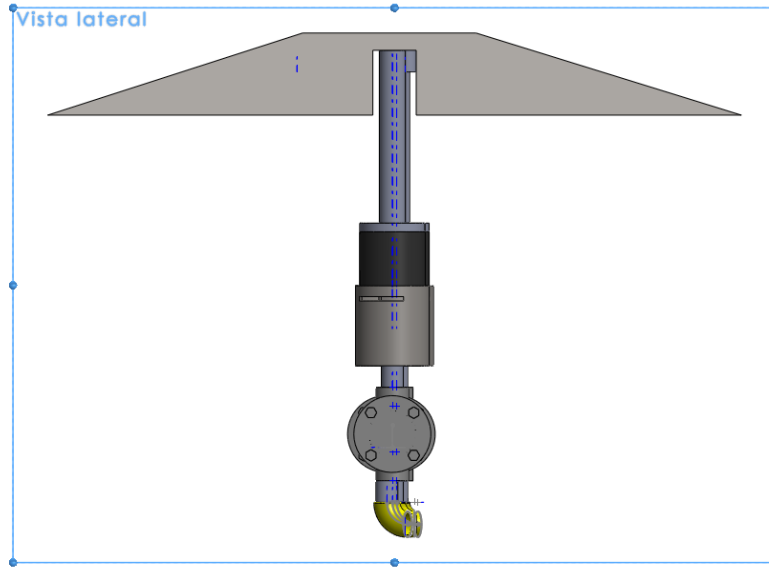


Figura 6.6

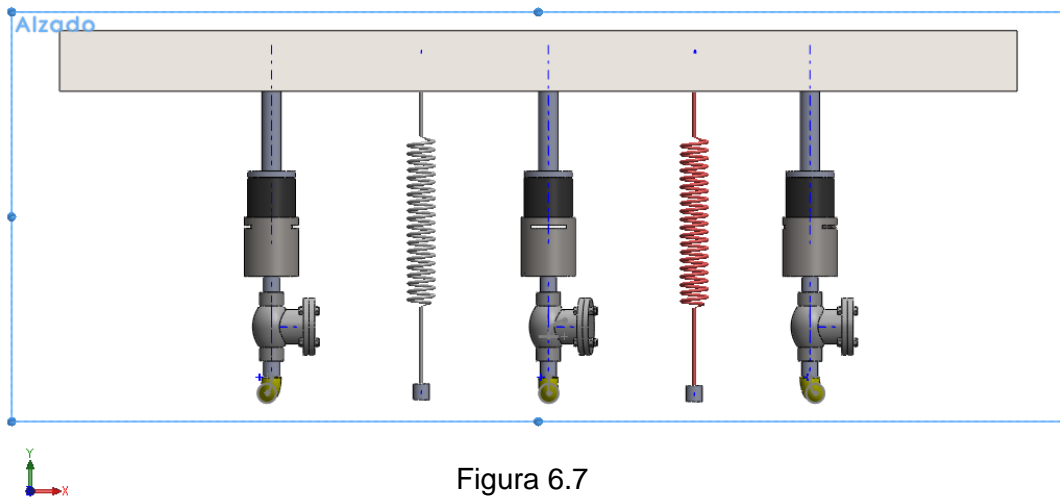
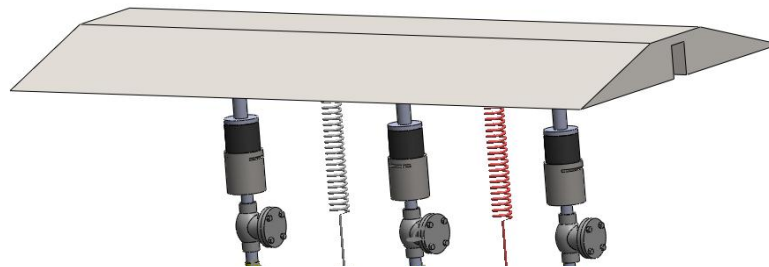
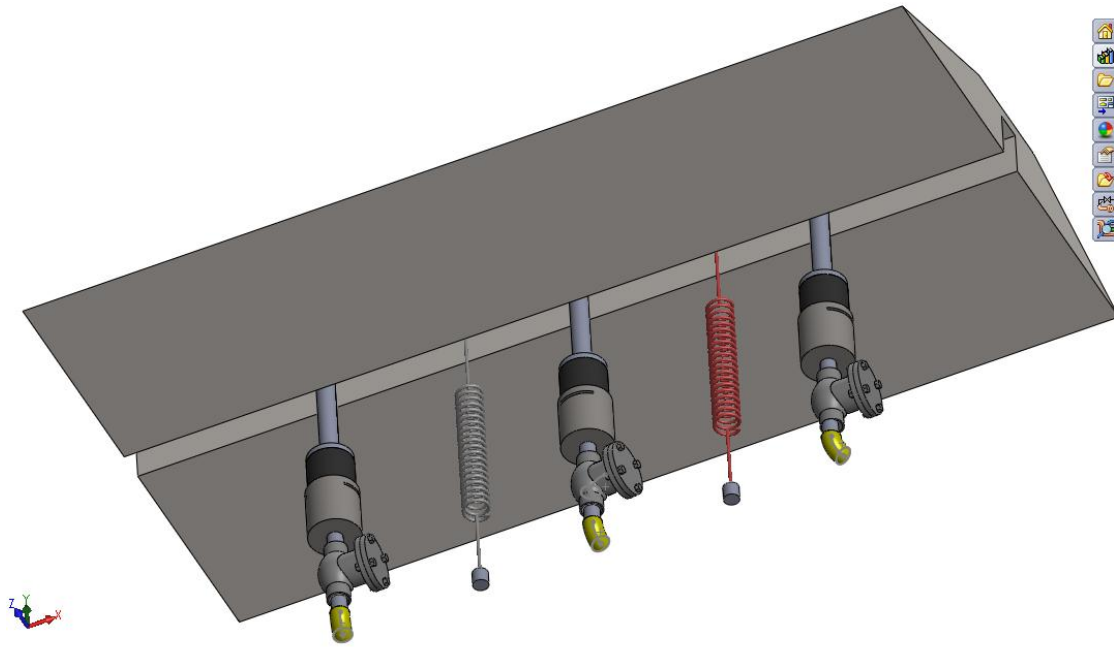


Figura 6.7



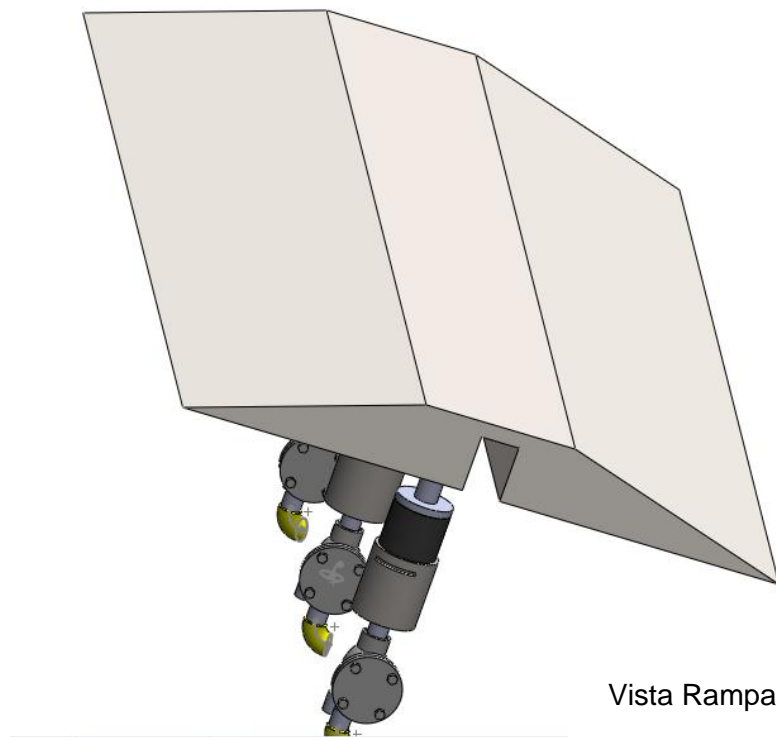
Rampa, Resorte, Sistema de compresión

Figura 6.8



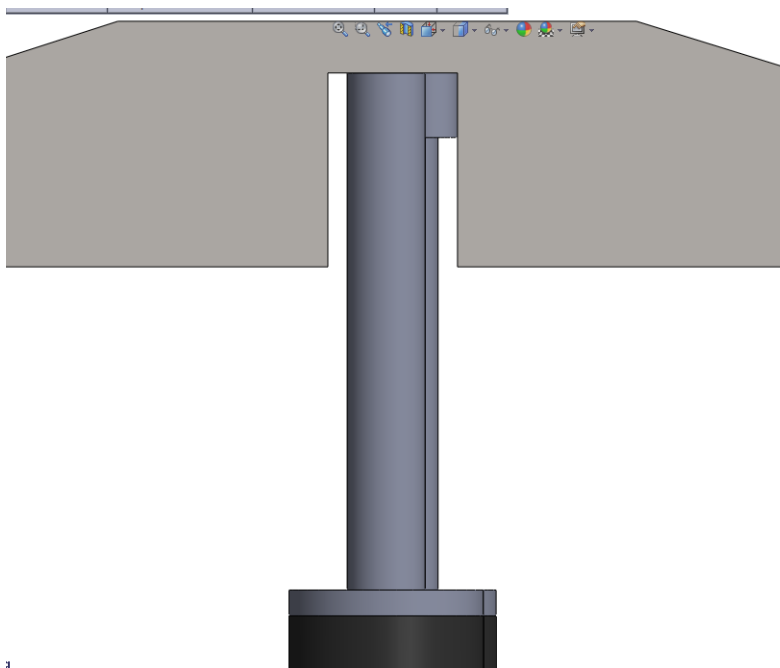
Vista Inferior del Sistema

Figura 6.9



Vista Rampa Recolector

Figura 6.10



Vista Lateral

Figura 6.11



Tanque o acumulador
para el aire

Figura 6.12



Capítulo 7

7.1 Conclusión

Como resultado del diseño del sistema recolector energético por tránsito vehicular se pudo crear un mecanismo capaz de aprovechar la energía cinética que los vehículos automotores disipan al pasar por un tope.

Para poder lograr la producción de energía por medio de este sistema es necesario tener siempre en consideración factores como el flujo vehicular, la velocidad del automotor, el tiempo que transcurre en pasar el vehículo sobre la rampa, ya que todos estos parámetros están estrechamente vinculados.

El sistema es el encargado del accionamiento de una dinamo para que posteriormente la energía generada sea bien ocupada o almacenada y de esta manera cubrir con los propósitos secundarios del proyecto.

El sistema consiste en aprovechar la energía cinética como ya se menciona pero también en el aprovechamiento de un recurso natural que no tiene costo, el aire, ya que la energía cinética y el peso del vehículo nos proporcionan una fuerza la cual será ejercida sobre un pistón para poder comprimir el aire que se encontrara en el cilindro o en la cámara de compresión, partiendo de la idea básica que si se tiene un tubo a la atmosfera y lo oprimimos en uno de sus extremos notamos con claridad que es expulsado cierta cantidad de aire por el otro extremo, ya que como ejercimos una fuerza al presionar sobre el tubo la velocidad del aire contenido aumenta, es el mismo efecto que ocurre en el sistema energético por tránsito vehicular propuesto en este trabajo.

En cuanto al almacenamiento del aire lo que se busca es que exista una generación de energía eléctrica constante por determinados lapsos de tiempo, ya que ocupara cierto tiempo para que el depósito alcance la presión que se requiere y así obtener la velocidad del aire comprimido propuesta necesaria para mover las aspas que estarán instaladas en el generador.

Con esta propuesta del sistema recolector energético por tránsito vehicular en su implementación se verán grandes beneficios aunque cabe mencionar que todavía hay que realizar algunos estudios para óptimo desarrollo.



7.2 Recomendaciones

Las recomendaciones son en base a los cálculos y el ensamble durante el desarrollo del proyecto.

- Se recomienda la elaboración de un manual para el mantenimiento del sistema propuesto ya que estará expuesto al medio ambiente.
- El material a ocupar en la toda la estructura de la rampa del sistema se recomienda que sea acero estructural y los pistones así como la fluxeria de acero inoxidable.
- El sistema este expuesto al medio ambiente.
- Se recomienda que en la etapa de compresión del aire sea totalmente hermético.

Anexos

NUMERO DE PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	CANTIDADE
1	RAMPA	1
2	CILINDRO DE COMPRESION	3
3	PISTON	3
4	FLUXERIA	3 RAMOS
5	VALVULA CHECK	3

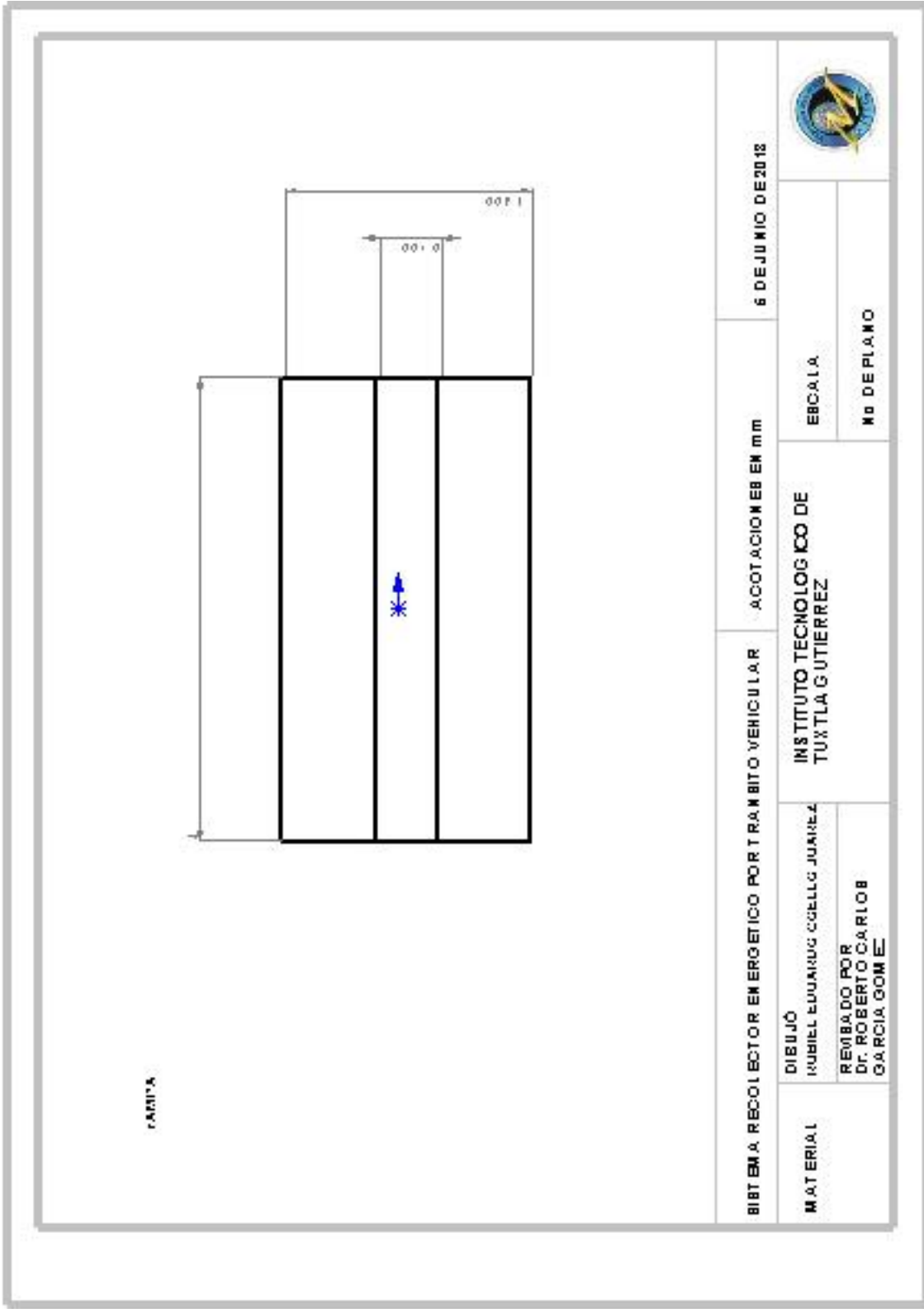
SISTEMA RECOLECTOR ENERGETICO POR TRANSITO VEHICULAR

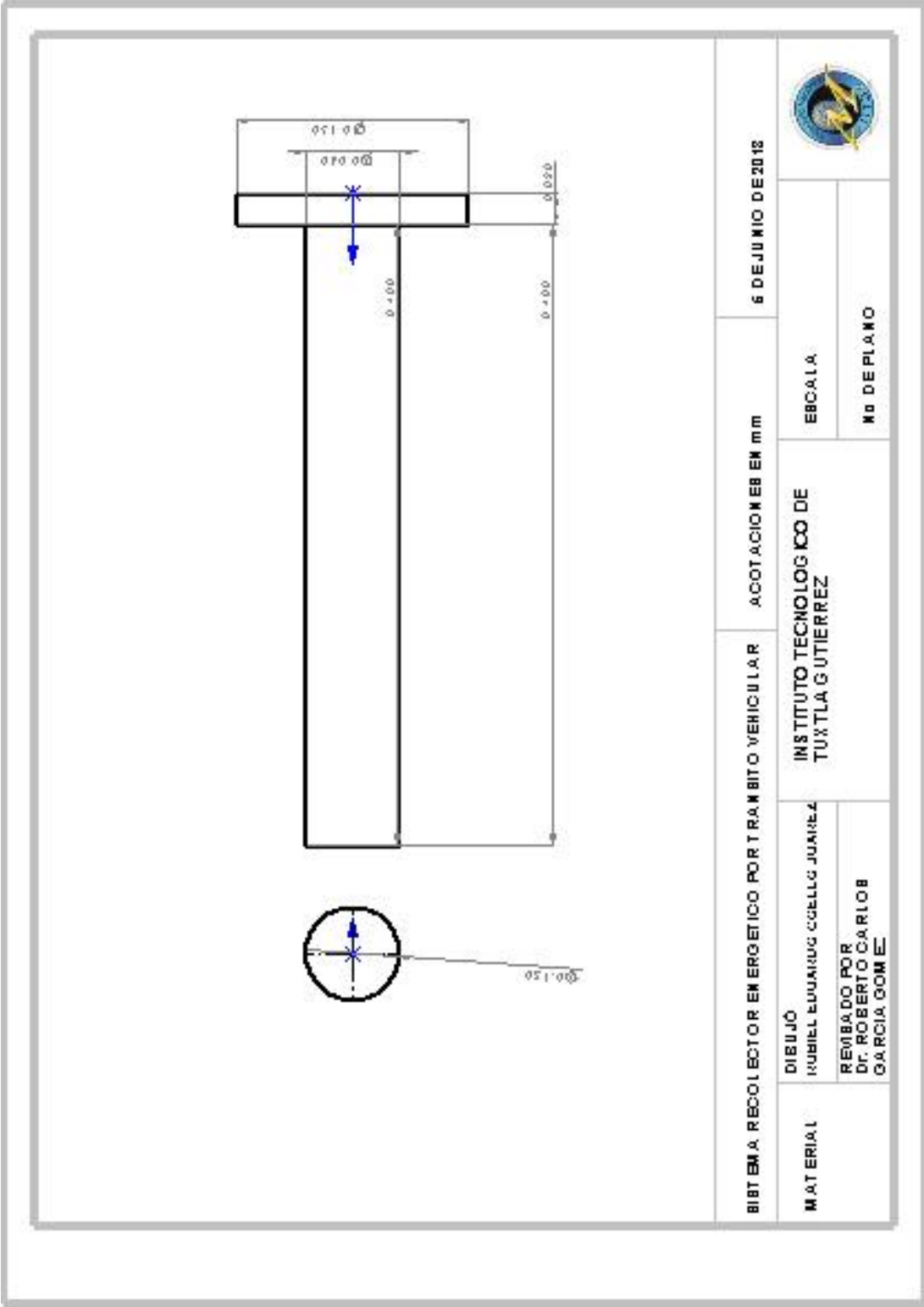
MATERIAL
RUBIEL EDUARDO COELLO JUAREZ
REVISADO POR
DR. ROBERTO CARLOS GARCIA GOMEZ

ACOTACIONES EN MM

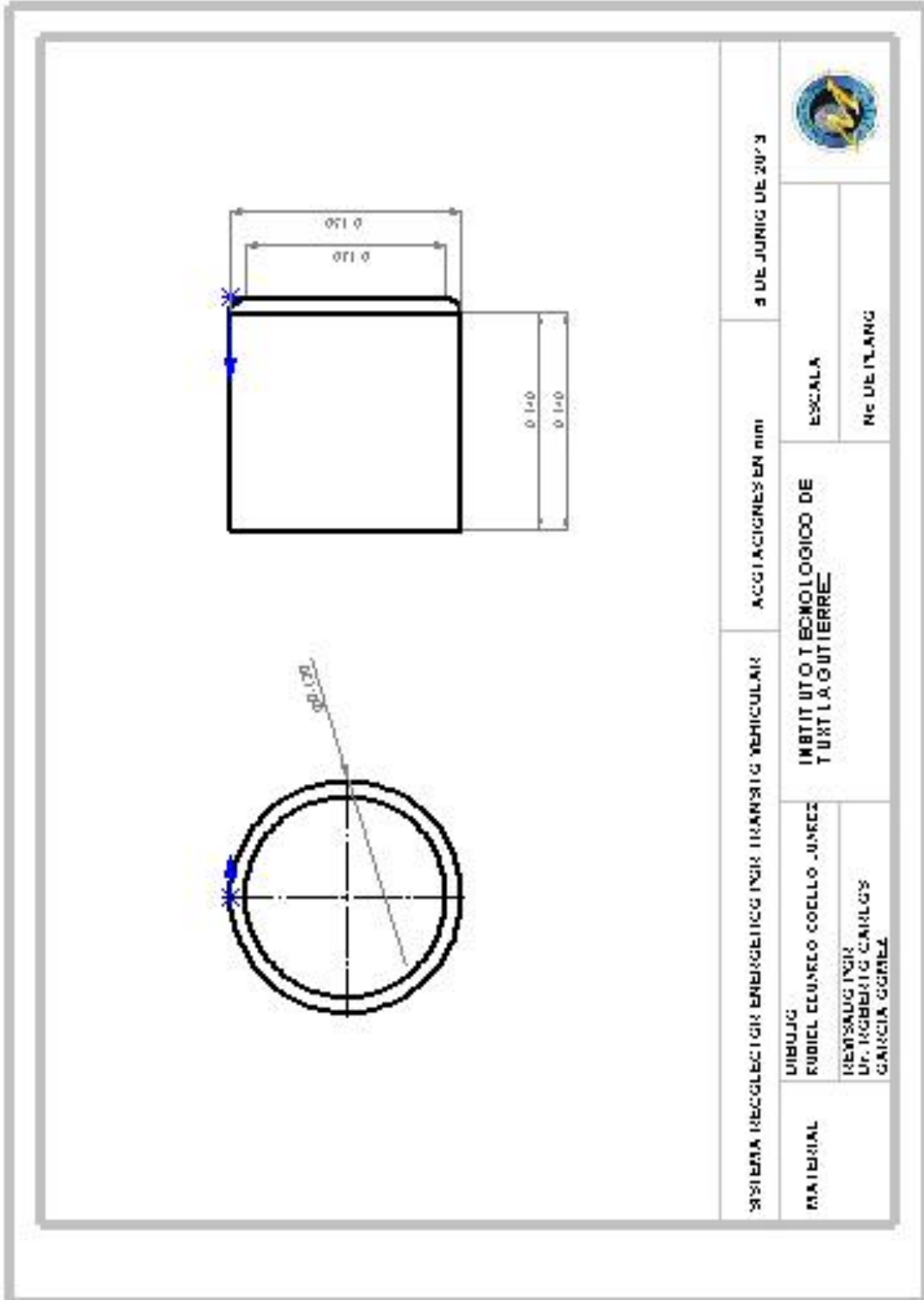
5 DE JUNIO DE 2013

ESCALA
No DE PLANO





SISTEMA RECOLECTOR ENERGÉTICO POR TRÁNSITO VEHICULAR		ACOTACIONES EN MM		6 DE JUNIO DE 2018	
MATERIAL	DIBUJO KIBIEL EDUARDO CEBELLO JUAREZ		INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ		
	REVISADO POR DR. ROBERTO CARLOS GARCÍA GOMEZ		ESCALA	Nº DE PLANO	



		ACOTACIONES EN mm		6 DE JUNIO DE 2018	
		INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ		ESCALA No DE PLANO	
DIBUJO RUBIEL EDUARDO GELLY JUAREZ		BIBIEMBA RECOLECTOR ENERGÉTICO POR TRÁNSITO VEHICULAR			
REMBALDO POR DR. ROBERTO CARLOS GARCÍA GOMEZ		MATERIAL			



Referencias

[1] Apuntes de clase-diseño I y II

Lorenzo Marciano Vázquez – Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

[2] Diseño de Máquinas - Schaum

McGraw Hill

3ra edición

[3] Shigley´s Mechanical Engineering Design

Budynas-Nisbett

Octava Edición

Editorial McGraw-Hill

[4] Hambrock Bernard J - Elementos De Maquinas.

Primera edición

Editorial McGraw-Hill

[5] Aventajan alumnos del tecnológico en iniciativa México

www.iniciativamexico.org/ideas

[6] 101 investigaciones

101investigaciones.blogspot.mx/2008/02/recolector-de-energia-electrica-por.html

[7] innovación energética de interés

www.barrixe.com

[8] Ferdinand p. beer mecánica vectorial para ingenieros

Octava edición

Editorial McGraw-Hil

[9] www.teleobjetivo.org

[10] [www, generadoreselectricos.org](http://www.generadoreselectricos.org)