



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO.
SEDE LATACUNGA.

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO PREVIO A OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MECÁNICA
AUTOMOTRIZ

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BANCO
DE PRUEBAS PARA LA COMPROBACIÓN DEL
SISTEMA DE FRENOS EN UN VEHÍCULO
AUTOMOTOR”

CHRISTIAN DAVID ENRIQUEZ SIGUENCIA.

MANUEL HORACIO HIDROVO MACÍAS.

LATACUNGA-ECUADOR

DICIEMBRE - 2007

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los señores: **Manuel Horacio Hidrovo Macías y Christian David Enríquez Siguencia** bajo nuestra dirección:

Ing. Juan Castro
Director de Tesis

Ing. Julio Acosta
Codirector de Tesis

DEDICATORIA

Este proyecto, lo dedico principalmente a mi DIOS, ya que por su infinito amor, me demostró lo hermoso de la vida y la compañía perfecta que me brinda, por su protección por las promesas en mi vida y su constante bendición, han permitido culminar un sueño, con sacrificio y esfuerzo.

A mis padres Ramiro y Ruth, por todo el apoyo, por sus bendiciones, por su aliento, por todo el apoyo otorgado y principalmente por sus oraciones, que han hecho de mí una persona más fuerte capaz de soportar toda prueba y llegar con éxito a la culminación de mis estudios.

A mis hermanos por su apoyo incondicional y aliento, que gracias a su don de ser siempre lograron alentarme en los momentos difíciles de mi sueño.

A el amor de mi vida, la más grande bendición que mi Dios puso en mi vida, Gaby mi esposa querida que supo comprenderme, esperarme, ayudarme, siempre estando a mi lado, con su apoyo constante, y luz que ha brindado siempre en mi vida.

Para todos ellos va dedicado este proyecto, con la bendición de mi Dios, que siempre sigan estando a mi lado.

Christian David Enríquez Sigüencia.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a todas aquellas personas que son importantes para mí.

A mi Mama y Papa a ellos le ofrezco este trabajo hecho con el esfuerzo enorme de todos, un trabajo realizado con el apoyo de ellos, hacen ahora una realidad en la visión futura de mi carrera profesional. Una entrega incondicional de cariño.

A Anel, también le dedico este proyecto por ser mi inspiración en la culminación de mi carrera, y sin lugar a dudas esto es de ella también.

Manuel Horacio.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a mi Dios, por la fuerza y la luz demostrada en mi vida por nunca dejarme, por siempre estar a mi lado en todo lado, en todo lugar. Por ayudarme a cumplir con mi meta en la Universidad.

A mis padres, hermanos, mi hogar, por su apoyo económico y sobre todo espiritual, ya que esto fortaleció mi vida para culminar mis metas.

A mi esposa, por todas sus oraciones y apoyo siempre junto a mí.

A mis amigos por respeto a todo ellos no puedo poner nombres ya que la memoria es frágil y sería injusto con ellos, a todos ellos por hacer cada día diferente.

A la ciudad de la Latacunga y la Universidad por haberme alojado brindando albergue y conocimiento hasta culminar mi carrera.

A todos ellos agradezco por su infinito amor, apoyo fundamental en mi vida.

Christian David Enríquez Sigüencia.

AGRADECIMIENTO

Hablar de gratitud es probablemente una teoría inconclusa, porque pueden faltar aquellos detalles convertidos en personas, pero ante todo debo decir gracias a Dios, por haberlo sentido siempre a mi lado con aquel apoyo invisible forjados en bases de fe; Gracias a mi madre y a mi padre por ese apoyo incondicional, que va hasta donde sólo se llega amando, un decir gracias muy especial a mi novia Anel, sin lugar a dudas, fundamento de este logro, apoyo en todos los requerimientos y sonrisas a distancias que me hacían sentir cerca.

Agradezco a aquellos amigos sinceros, familia provisional para crear una amistad sin conectora de tiempo.

Gracias a aquellas personas ayudantes de mi andar, comparto este logro también con ellos.

Manuel Horacio.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA LA COMPROBACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS EN UN VEHÍCULO AUTOMOTOR”

Certificación.....	i
Dedicatorias.....	ii
Agradecimientos.....	iv

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	1
----------------------------------	----------

Introducción.....	5
Antecedentes.....	5
Justificación.....	7
Objetivo general.....	8
Objetivo específico.....	8
Alcances y metas.....	8

I. PRINCIPIO DEL SISTEMA DE FRENOS	9
---	----------

1.1	GENERALIDADES.....	10
1.2	COMPOSICIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS.....	12
1.2.1	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE FRENOS..	12

1.2.1.1	LÍQUIDO DE FRENOS.....	14
1.2.2	CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA DE FRENO HIDRAULICO.....	15
1.2.2.1	FRENOS DE TAMBOR.....	15
1.2.2.2	FRENOS DE DISCO	16
1.2.2.3	FRENOS MIXTOS.....	17
1.2.3	FUNCIONAMIENTO MECÁNICO.....	18
1.3	PRINCIPIO DE FUERZAS (ACCIÓN Y REACCIÓN).....	18
1.3.1	PRINCIPIO DE INERCIA.....	19
1.3.2	ACCIÓN Y REACCIÓN.....	19
1.3.3	ADHERENCIA.....	19
1.4	ELEMENTOS ELECTRÓNICOS.....	22
1.4.1	COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENOS ABS.....	24
1.4.2	FUNCIONAMIENTO.....	25
II.	DISEÑO DE ESTRUCTURA Y ELEMENTOS MECÁNICOS.....	27
2.1	DISEÑOS MECÁNICOS.....	27
2.1.1	PARAMETROS DE DISEÑO.....	27
2.1.1.1	FUERZAS EMPLEADAS.....	28
2.1.1.2	TRABAJO Y POTENCIA.....	29
2.1.1.3	ENERGÍA EN EL AUTOMOVIL.....	30
2.1.2	DESARROLLO DE LOS PARÁMETROS.....	33
2.1.3	CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS.....	38
2.1.3.1	RODILLOS.....	38

2.1.3.2	CÁLCULO DE RESISTENCIA DE MATERIAL DEL EJE.....	41
2.1.3.3	DISEÑO DE LOS ENGRANAJES.....	51
2.1.3.4	CUÑAS DE UNIÓN.....	56
2.1.3.5	CADENA.....	57
2.1.3.6	ESTRUCTURA.....	61
2.2	ARMADO Y MONTADO.....	63
2.2.1	ESTRUCTURA DE PERFIL DE ACERO.....	63
2.2.2	CANASTILLAS.....	64
2.2.3	FIJACIÓN DE CHUMACERAS A LA ESTRUCTURA.....	65
2.2.4	UBICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EJES DE LOS RODILLOS....	65
2.2.5	COLOCACIÓN DE ENGRANAJES.....	66
III.	DISEÑO ELECTRÓNICO PARA LECTURA DE DATOS.....	68
3.1	ADQUISICIÓN DE DATOS.....	69
3.1.1	SENSORES DE TIPO MAGNÉTICO.....	69
3.1.1.1	UBICACIÓN DE LOS IMANES Y SENSORES.....	71
3.1.2	TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....	72
3.1.2.1	TARJETA DE ADQUISICIÓN 6008.....	73
3.2	PROGRAMACIÓN DE DATOS.....	80
3.2.1	CONFIGURACIÓN DE ENTRADA DE ONDAS.....	80
IV	PRUEBAS Y UTILIZACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.....	85
4.1	PROCESOS DE UTILIZACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.....	85

4.2	PRUEBAS Y DATOS ADQUIRIDOS.....	87
4.2.1	CHEVROLET SUPER CARRY.....	88
4.2.1.1	FRENADO EJE TRASERO.....	88
4.2.1.2	FRENO EJE DELANTERO.....	88
4.2.1.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS EJE POSTERIOR.....	89
4.2.1.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS EJE DELANTERO.....	90
4.2.2	CHEVROLET VITARA.....	90
4.2.2.1	EJE DELANTERO.....	90
4.2.2.2	EJE POSTERIOR.....	91
4.2.2.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS EJE DELANTERO.....	91
4.2.2.4	ANÁLISIS DE RESULTADO EJE POSTERIOR.....	92
4.2.3	CONCLUSIONES.....	92
4.2.4	RECOMENDACIONES.....	93
4.3	CONCLUSIONES.....	93
4.4	RECOMENDACIONES.....	96
	BIBLIOGRAFÍA.....	98
	ANEXOS.....	99
	PLANOS DEL DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBAS.....	100

INTRODUCCIÓN

El mencionado “FRENOMETRO” es utilizado para la verificación preventiva del sistema de frenos, con la utilización de este elemento ahorramos tiempo, mano de obra.

Este sistema es creado bajo el principio de acción y reacción, observando los parámetros y lecturas emitidas, para poder dar un diagnostico de lo que ocurre en el vehículo.

Desarrollado con implementos mecánicos y eléctricos para poder tener la mayor eficacia y seguridad tanto del operario como del vehículo y del banco de pruebas.

Esto nos permitirá optimizar el diagnostico con eficacia acorde a los avances tecnológicos y el crecimiento del parque automotor.

ANTECEDENTES

En el país tenemos un incremento del parque automotor en un cinco a diez por ciento debido a muchos factores. En vista a este significativo incremento,

se ha provisto de muchos talleres con o sin equipos acorde al avance tecnológico, que vayan acorde con el vehículo sin tomar en cuenta el tiempo que se encuentre en el taller, hoy en día es necesario de un instrumento que nos ayude a minimizar los tiempos y nos de las lecturas lo mas exactas en cuanto a frenos ya sea de reacción y potencia de frenado.

Las medidas o servicio en cuanto a este tiene un tiempo de revisión y de regulación con el equipo propuesto nos ayudará a dar un diagnóstico inicial para la ejecución de la revisión y reacción del sistema.

JUSTIFICACIÓN

En vista al desarrollo de la automatización como son máquinas y equipos a permitido el avance en el desarrollo de la mecánica automotriz.

En nuestro país estamos sujetos a cambios, en nuestro campo orientado al sistema de frenos, es necesario automatizar y perfeccionar el campo de regulación tiempo de reacción del freno, reajuste de tiempos de control.

Actualmente es necesaria la incorporación de este sistema para ahorramos tiempo y una revisión eficaz, esto en empresa, talleres, etc.

Debido al alto grado de accidentes a nivel nacional nuestro país ocupa el segundo lugar a nivel de Latinoamérica en siniestros automotrices, sin tomar en cuenta que por la misma razón en el país los accidentes de tránsito

ocupan el segundo lugar en la tas de mortalidad de los Ecuatorianos, es esta una de las razones fundamentales por las cuales nosotros consideramos al importancia de mantener el vehículo en optimas condiciones y en nuestro caso, el sistema de frenos, así contribuiremos a las sociedad con la disminución de hechos lamentables en nuestras carreteras.

OBJETIVO GENERAL

“Diseñar y construir un banco de pruebas de diagnóstico del sistema de frenos de vehículos para asegurar el funcionamiento óptimo del sistema.”

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y seleccionar elementos eléctricos y mecánicos para construir el equipo.
- Implementar el sistema de medición que permitan conocer características de vehículos.
- Diagnosticar el estado mecánico del sistema de frenos y medir los tiempos de reacción del mismo.
- Diseñar y construir un mecanismo adecuado para la operación del banco.

- Construir un banco mecánico, capaz de emitir señales y datos correspondientes al sistema de frenos de vehículo de cuatro ruedas.

METAS Y ALCANCES.

- Diagnosticar con un porcentaje del 90% de certeza el estado del funcionamiento del sistema de frenos.
- Realizar un dispositivo provisto de rodillos y sensores para la lectura de señales emitidas.
- Implementar y promocionar su uso en talleres de las especialidades.

I. PRINCIPIO DEL SISTEMA DE FRENOS

Los frenos son, tal vez, el componente más importante del automóvil, pues disminuye la velocidad o detiene el vehículo a voluntad del conductor. La seguridad de los pasajeros depende de la eficiencia y correcto funcionamiento del sistema de frenos, que se basa en las pérdidas de energía por rozamiento de los elementos frenantes entre sí (tambor, zapatas).

Por tal razón el correcto funcionamiento de estos componentes son el fundamento para una seguridad adecuada dentro de las condiciones de manejo, ya que los frenos como principio general es una fuerza contraria a la del automotor, para de esta forma detenerlo o reducir su velocidad, ya sea en forma paulatina o brusca dependiendo de su requerimiento y emergencia.

Mas adelante veremos sus principales componentes, aunque eso esta designado como un sólo capítulo, ya que nuestro tema se dedica a la construcción de un banco de pruebas, el cual tiene como objetivo principal colaborar en la seguridad con respecto a los frenos.

Todo el principio teórico de funcionamiento tiene como principal concepto la tercera ley de Newton de acción y reacción, (“todo cuerpo que se somete a una acción tiene una fuerza contraria denominada reacción”)

Entonces con este principio de funcionamiento, trabajaremos en la construcción basados en necesidades.

El principio también lo podemos completar con la facilidad de maniobrar de acuerdo a nuestras necesidades el automotor.

1.1 GENERALIDADES

El sistema de frenos está diseñado para que a través del funcionamiento de sus componentes se pueda detener el vehículo a voluntad del conductor. La base del funcionamiento del sistema principal de frenos es la transmisión de fuerza a través de un fluido que amplía la presión ejercida por el conductor, para conseguir detener el coche con el mínimo esfuerzo posible.

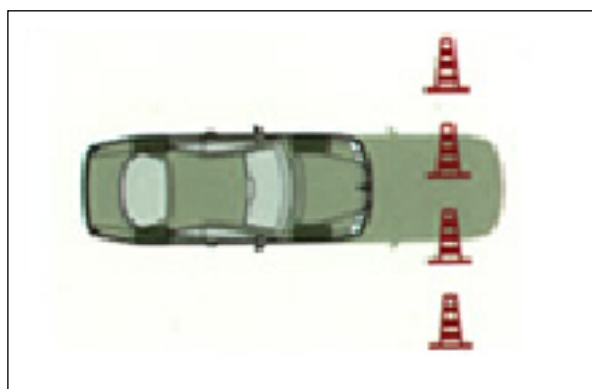


Figura 1.1 Aplicación de frenos

Un vehículo en marcha no se puede parar inmediatamente cuando el motor se desconecta del tren de fuerza, debido a la inercia (la tendencia de un objeto en movimiento a continuar moviéndose). Esta inercia se tiene que reducir para conseguir la parada del vehículo.

El motor convierte la energía térmica en energía cinética (energía de movimiento) para impulsar el vehículo. Contrariamente, los frenos cambian la energía de esta moción (energía cinética) en energía térmica para el vehículo.

La ley de conservación de la energía: “la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma”. La energía cinética y la calorífica son sólo dos de los diferentes tipos de energía, la primera es aquella energía que tienen los cuerpos al estar en movimiento y la segunda es la energía que toman o desprenden los cuerpos en forma de calor.

Cuando un vehículo se encuentra en movimiento tiene una cierta energía cinética y si queremos detenerlo tenemos que transformar esa energía en alguna de otro tipo de energía que no involucre el movimiento del vehículo como la energía calorífica. Esto se logra mediante la fricción, que es la fuerza que se opone a algún movimiento

Al aplicar los frenos de un auto provocamos una fricción en el disco o tambor (según el tipo) que genera calor. Es decir, transformamos la energía cinética (velocidad) en energía calorífica (calor) y entre más calor pueda desprender el sistema de frenos más velocidad va a disminuir el vehículo. Este

principio básico nos permite determinar que el sistema de frenos más efectivo va a ser aquel que pueda disipar más calor. Entre más velocidad y peso tenga un vehículo más energía cinética va a poseer y más difícil resulta detenerlo, lo cual se debe compensar con una mayor presión y una mayor área de frenado para generar más fricción y disipar más calor.

1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENOS

El sistema de frenos se constituye por dos sistemas:

- El sistema que se encarga de frenar el vehículo durante su funcionamiento normal (funcionamiento hidráulico).
- El sistema auxiliar o de emergencia que se utilizará en caso de inmovilización o de fallo del sistema principal (funcionamiento mecánico).

1.2.1 Funcionamiento Hidráulico del sistema de frenos.

Se trata del sistema de frenado utilizado prácticamente en todos los automóviles.

El freno hidráulico esta constituido por un cuerpo de bomba principal que lleva el pistón unido al pedal de freno. Su cilindro de mando está sumergido en un líquido especial (a base de aceite o de alcohol y aceite o de glicerina), que contiene un depósito al efecto.

Del cilindro sale una tubería que se ramifica a cada una de las ruedas. En los platos del freno de cada rueda hay unos cuerpos de bomba de émbolo doble, unidos a cada uno de los extremos libres de las zapatas. Las partes más importantes son pues: depósito de líquido, bomba de émbolos y cilindro de mando

Su funcionamiento consiste en que al accionar el pedal del freno, el émbolo de la bomba principal comprime el líquido y la presión ejercida se transmite al existente en las conducciones y por él, a los cilindros de los frenos separando sus émbolos que, al ir unidos a las zapatas, producen su separación ejerciéndose fuerza sobre el tambor del freno.

Al dejar de pisar el pedal del freno cesa la presión del líquido y zapatas, recuperándose la situación inicial.

Las principales características de este sistema es la uniformidad de presión o fuerza que se ejerce en todas las ruedas, incluso con posibles deficiencias por desgaste de alguna zapata, pues su émbolo tendrá más recorrido haciendo que el contacto zapata-tambor sea el mismo en ambas zapatas.

El sistema de frenos hidráulicos tiene la ventaja de que su acción sobre las cuatro ruedas es perfectamente equilibrada, pero también tiene la desventaja de que si pierde líquido frena mal o nada.

Si se observa debilidad en el freno hidráulico, puede suceder que la causa sea generalmente por la presencia de aire en las canalizaciones por donde tiene que pasar el líquido de frenos

La acción de extraer el aire de las canalizaciones recibe el nombre de purgado de frenos.

1.2.1.1 Líquido de frenos.

En las instalaciones de frenos hidráulicos se utilizan generalmente líquidos obtenidos por síntesis que corresponden a normas específicas de fabricación SAE, ISO, que las clasifican en DOT (3,4,5) con el fin de reglamentar el punto de ebullición, entre las características del líquido podemos citar: absorben la humedad del aire, evita la condensación del líquido, punto de ebullición elevado, larga durabilidad del mismo, garantiza neutralidad (pieza metal , pieza goma).

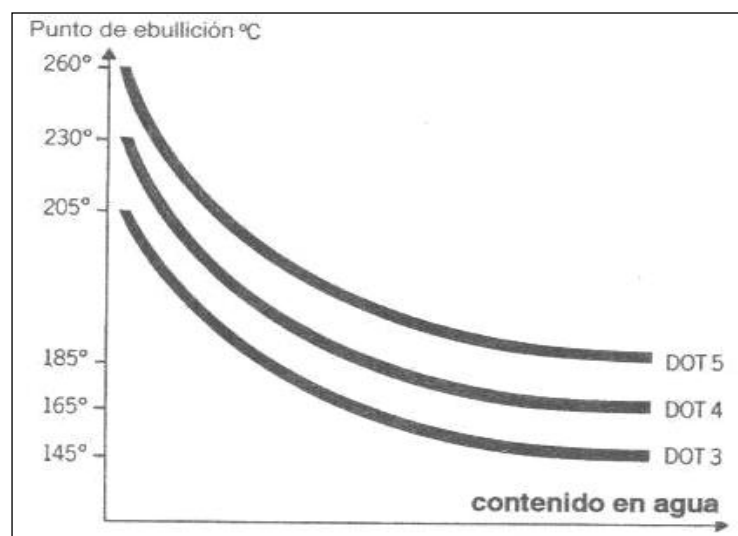


Figura 1.2 Variación del punto de ebullición en °C en función del contenido de agua.¹

1.2.2 Clasificación del sistema de freno hidráulico.

En la actualidad, los dos grandes sistemas que se utilizan en los conjuntos de frenado son: frenos de disco (contracción externa) y frenos de tambor (expansión interna).

Todos los conjuntos de frenado sean de disco o de tambor tienen sus elementos fijos sobre la mangueta del vehículo, a excepción de los elementos que le dan nombre y que son sobre los que realizamos el esfuerzo de frenado (estos elementos son solidarios a los conjuntos de rueda a través de pernos o tornillos).

1.2.2.1 Frenos de tambor:

Este tipo de frenos se utiliza en las ruedas traseras de algunos vehículos. Presenta la ventaja de poseer una gran superficie frenante; sin embargo, disipa muy mal el calor generado por la frenada.

¹ ED CULTURAL S.A. MANUAL DEL AUTOMOVIL

Los frenos de tambor están constituidos por los siguientes elementos: Tambor unido al buje del cual recibe movimiento, plato porta freno donde se alojan las zapatas que rozan con dicho tambor para frenar la rueda, sistema de ajuste automático, actuador hidráulico, muelles de recuperación de las zapatas.

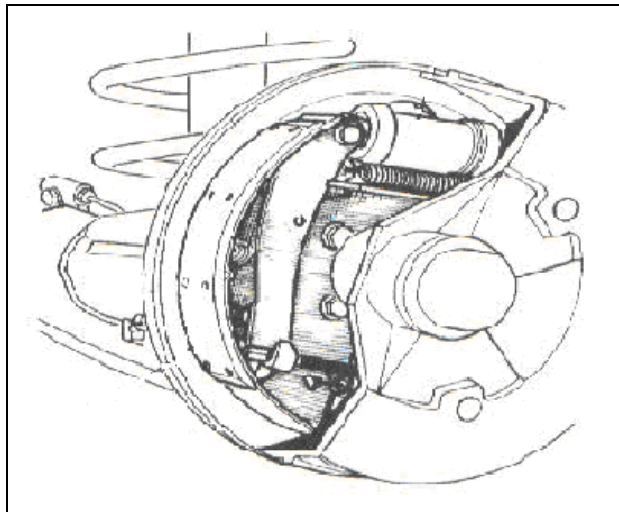


Figura 1.3 Demostración de frenos de tambor.

1.2.2.2 Frenos de disco.

Utilizado normalmente en las ruedas delanteras y en muchos casos también en las traseras. Se compone de: un disco solidario al buje del cual toma movimiento, pudiendo ser ventilados o normales, fijos o flotantes y de compuestos especiales, pinza de freno sujeta al porta pinzas, en cuyo interior se aloja el bombín o actuador

hidráulico y las pastillas de freno sujetas de forma flotante o fija. Asistencias al freno (servofreno), estos elementos se montan en el sistema de frenado para reducir el esfuerzo del conductor al realizar la frenada. La asistencia al freno que funciona por depresión y que se monta en la mayoría de los vehículos se sitúa entre el pedal del freno y la bomba. Es un receptáculo en cuyo interior se haya una membrana que separa dos cámaras. La cámara delantera (más próxima a la bomba) está sometida a la depresión que se genera en el colector de admisión (motor gasolina) o algún generador de vacío (depresiones en Diesel)

La conexión entre la cámara delantera y el elemento de vacío se haya controlada por una válvula antiretorno cuya dirección de funcionamiento es siempre hacia la asistencia. En la cámara posterior (más cercana al pedal), reina la presión atmosférica estando conectada directamente con el exterior.

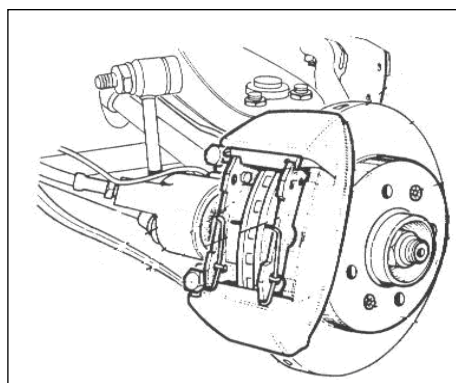


Figura 1.4 Frenos de disco.

1.2.2.3 frenos mixtos

Son la combinación de disco y tambor con las características indicadas anteriormente.

1.2.3 Funcionamiento mecánico.

Freno de mano o de estacionamiento. Son los conjuntos que bloquean el vehículo cuando esta parado o que permiten una frenada de emergencia en caso de fallo en el sistema de frenado normal.

Su funcionamiento es habitualmente mecánico, teniendo que realizar un esfuerzo sobre una palanca para el tensado del cable que bloquea las ruedas.

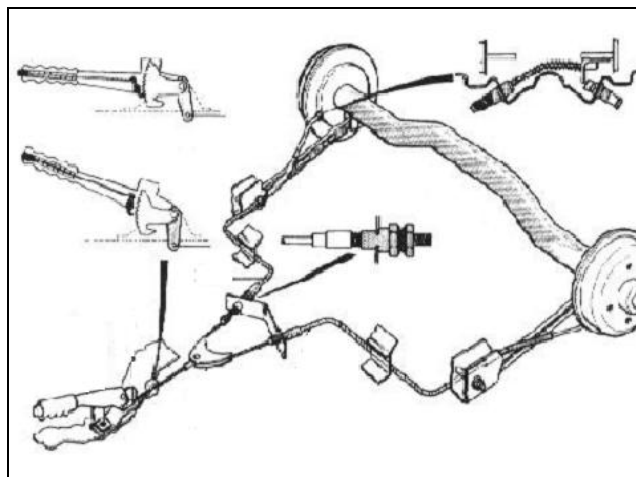


Figura 1.5 Esquema de funcionamiento mecánico.

1.3 PRINCIPIO DE FUERZAS (ACCION Y REACCION)

Generalmente, los frenos de los vehículos actúan haciendo que un objeto fijo haga presión contra un objeto de rotación. El efecto de frenado se obtiene de la fricción que se genera entre dos objetos.

1.3.1 Principio de Inercia

Todo cuerpo es incapaz de ponerse en movimiento por si mismo o, estando en movimiento, de modificar la velocidad o dirección, este movimiento de una causa que llamaremos fuerza.

Una fuerza es pues toda acción susceptible de producir el movimiento o bien de modificarlo, y puede ser motriz o resistente, las fuerzas resistentes normales son debidas a la resistencia del rodamiento, a una pendiente ascendente, a la resistencia del aire y al a resistencia interna del vehiculo. La fuerza motriz es dada por el motor o por una pendiente descendiente.

1.3.2 Acción y Reacción

Cualquier fuerza motriz o de resistencia únicamente puede tener acción sobre el movimiento del vehículo cuando se puede desarrollar una reacción al contacto de los neumáticos sobre el suelo.

1.3.3 Adherencia.

Consideremos un cuerpo de peso P en contacto con la superficie, y una fuerza N que equilibra el mismo; apliquemos a este cuerpo.

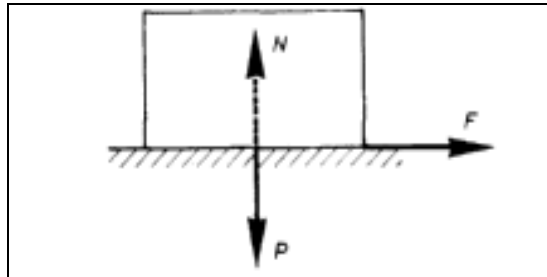


Figura 1.6 Fuerzas incidentes en los frenos.

$f = F/P$ Es el coeficiente de adherencia estática.

$f' = F'/P$ Es el coeficiente de adherencia dinámica.

Las leyes de Coulomb estipula que coeficiente de adherencia es independiente de la carga total, de la presión, de la velocidad y temperatura; sabiendo que coeficiente de adherencia estática es superior al coeficiente de adherencia dinámica.

Entre el caucho y cada aspereza del suelo se desarrollan unas presiones normales en cada punto de la superficie y otras muy elevadas

debidas a las deformaciones de la superficie de contacto, y que la energía de compresión es superior a la de dilatación.

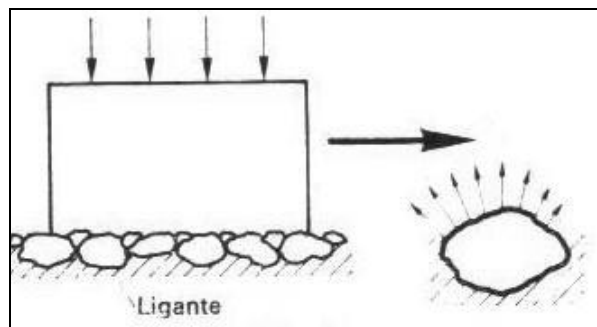


Figura 1.7 Coeficiente de fricción.

En la figura 7.1 para desplazar horizontalmente con respecto a el suelo, no solamente hay que vencer la resistencia a el deslizamiento F_1 si no también la resultante horizontal F_2 de las fuerzas de compresión y descompresión.

El coeficiente de adherencia es igual a:

$$f_1 + f_2 \text{ Con } f_1 = \frac{F_1}{P} \text{ y } f_2 = \frac{F_2}{P}$$

La adherencia es la interpenetración de las superficies en contacto y de otra parte a un fenómeno de atracción molecular.

Tabla I.- Coeficiente de fricción para distintas superficies.

	Seco	Húmedo	
		Limpio	Grasiento
Cemento, adoquines de granito	0,7	0,6	0,4
Alquitranado	0,6	0,5	0,3
Asfalto	0,6	0,5	0,25
Adoquines de piedras azules	0,55	0,3	0,1 a 0,2
Nieve	0,2	0,1	
Escarcha	0,1	0,01 a 0,1	

ED MIR MOSCU, FUNDAMENTOS DE TEORÍA Y CÁLCULO DE TRACTORES Y AUTOMOVILES

1.4 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

En la actualidad es muy común escuchar que algunos vehículos están equipados con frenos ABS, de hecho, se ha convertido en una muy buena herramienta de venta para los distribuidores de automóviles. Sin embargo,

existen muchas personas que desconocen el funcionamiento de los frenos ABS o peor aún no saben como utilizarlos.

El concepto de los frenos ABS parte del simple hecho que si la superficie del neumático se está deslizando sobre el pavimento entonces se tiene menos tracción. Esto es muy evidente en situaciones de lodo o hielo en donde podemos observar que si hacemos que los neumáticos de nuestro vehículo se deslicen notamos que perdemos tracción. Los frenos ABS precisamente evitan que las llantas se detengan totalmente y se deslicen en la superficie lo cual genera dos ventajas importantes: la distancia de frenado es menor debido a la mayor tracción y es posible seguir dirigiendo el vehículo con el volante mientras se frena.

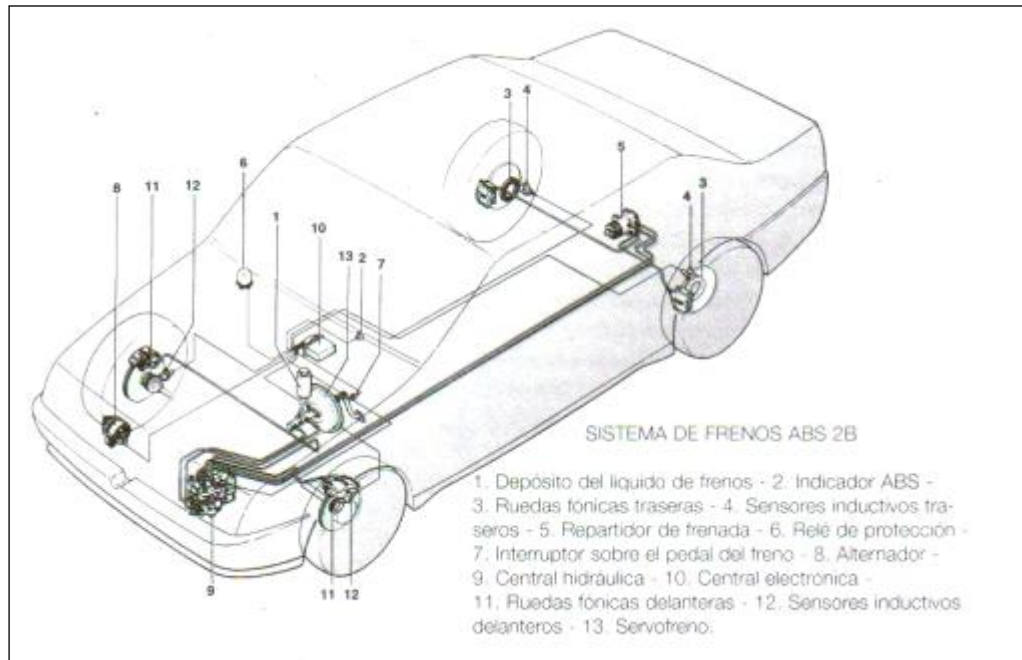


Figura 1.8 Sistema de frenos ABS²

1.4.1 Componentes des sistema de frenos ABS

Se requieren de cuatro componentes para el funcionamiento de un sistema ABS:

- Sensor de velocidad: Cada rueda del coche o bien el diferencial cuenta con un sensor de velocidad que determina cuando la rueda está a punto de bloquearse (detenerse totalmente).

² ED CULTURAL S.A. MANUAL DEL AUTOMOVIL TOMO II

- Válvulas: Existe una válvula en cada línea de líquido de frenos para cada freno controlado por el ABS. Estas permiten presurizar o bien liberar presión en cada una de las ruedas según los requerimientos.
- Bomba: Cuando se libera presión en los frenos mediante las válvulas, la bomba tiene la función de recuperar la presión.
- Controlador: El controlador es una computadora que recibe señales de los sensores de velocidad de las ruedas y con esta información opera las válvulas. Los algoritmos de control de los frenos ABS pueden variar, sin embargo.

1.4.2 Funcionamiento.

El controlador recibe información de los sensores de velocidad de las ruedas todo el tiempo. Cuando se detecta una desaceleración extraordinaria en alguna de las ruedas, el controlador evita que esta rueda se detenga totalmente al liberar presión en el freno de esa rueda hasta que detecte una aceleración y entonces levanta presión en ese freno y así sucesivamente. El sistema puede hacer estos movimientos muy rápido (15 veces por

segundo) de manera que la velocidad real de la rueda no varíe significativamente. El resultado de esta operación es que el vehículo se detenga en una menor distancia maximizando el poder de frenado.

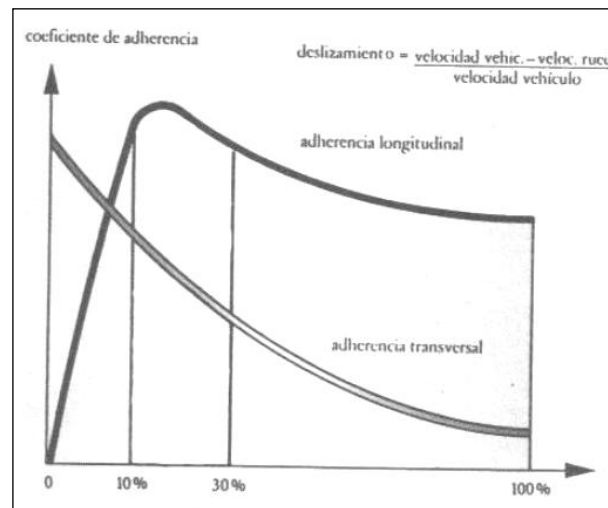


Figura 1.9 Tabla de coeficiente de adherencia ³

Antes de que existieran los frenos ABS se le enseñaba a los conductores a frenar en superficies resbaladizas pisando y soltando el pedal del freno constantemente para evitar que el vehículo se derrapara. Con los frenos ABS no es necesario realizar esta operación, de hecho, en cualquier situación de emergencia con frenos ABS sólo se requiere pisar el pedal a fondo y prepararse para maniobrar el vehículo con el freno, al entrar el sistema ABS en funcionamiento se sienten unas leves pulsaciones en el pedal que son totalmente normales.

³ ED CULTURAL S.A. MANUAL DEL AUTOMOVIL TOMO II

II. DISEÑO DE ESTRUCTURA Y ELEMENTOS MECÁNICOS.

Para el desarrollo en el diseño de la estructura y el mecanismo de nuestro banco de pruebas, debemos considerar teorías físicas y mecánicas, es por tal razón que vamos a entrar en algunas de estas para aplicarlas en los cálculos del diseño.

De igual manera en su respectiva secuencia se va ha considerar toda la selección de los elementos electrónicos y eléctricos necesarios en nuestro de diseño para el buen funcionamiento del banco.

2.1 DISEÑOS MECÁNICOS.

Para aplicar las teorías hablaremos de conceptos y fórmulas que se desarrollaran en el orden necesario para los cálculos que seguirán a continuación de estas.

2.1.1 Parámetros de diseño.

Vamos a considerar puntualmente la fuerza porque necesitamos saber las condiciones para selección de materiales y las distancias a emplear, por consiguiente la potencia, trabajo y energía para determinar luego las fuerzas flexionantes y momentos para las columnas y ejes de rodillos lo cual se explicara detalladamente tomando en cuenta que el orden en que los presentamos van con el proceso de la construcción y selección.

2.1.1.1 Fuerzas empleadas.

Como ya tenemos a consideración en a una velocidad constante la sumatoria de las fuerzas es igual a cero ya que no existe una aceleración por lo tanto analizaremos esta sumatoria de fuerzas en función de nuestra necesidad. Entonces tenemos que la fuerza de un automóvil es:

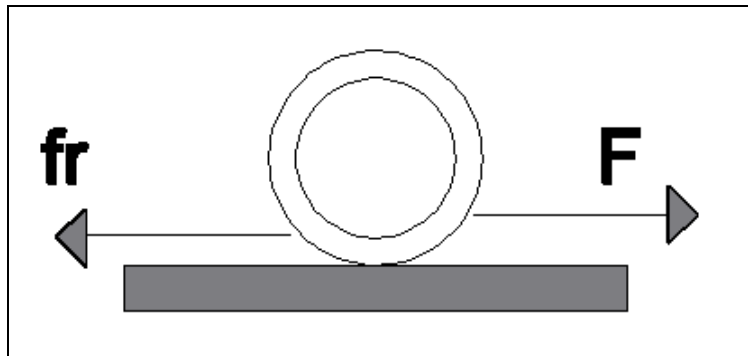


Figura 2.1 Fuerzas principales

$$F - f_r = 0 \quad (2.1)$$

Donde F es la fuerza aplicada en el automóvil en condiciones iniciales y f_r la fuerza de fricción siendo esta la reacción donde:

$$f_r = uN \quad (2.2)$$

Es u la representación del coeficiente fricción entre los neumáticos y el asfalto; y N la fuerza normal, equivalente al peso del vehículo.

2.1.1.2 Trabajo y Potencia.

El trabajo W efectuado por un agente que ejerce una fuerza constante es el producto de la componente de la fuerza F en la dirección d de desplazamiento (en nuestro caso sin ángulo) y la magnitud del desplazamiento de la fuerza, esto se traduce a:

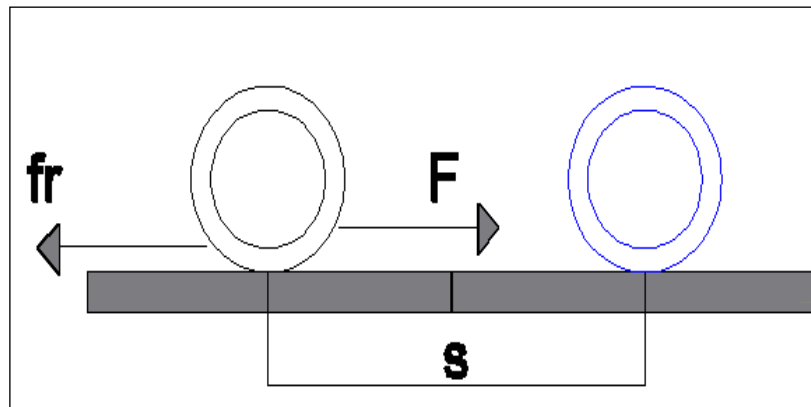


Figura 2.2 Diagrama del trabajo

$$W = Fd \quad (2.3)$$

Desde el punto de vista práctico, es interesante conocer no solo el trabajo realizado sobre el vehículo sino también el tiempo durante el cual se efectúa el trabajo, esta tasa de tiempo en la cual se realiza un trabajo se conoce como *Potencia*.

$$P = \frac{W}{t} \quad (2.4)$$

También conocemos que la velocidad angular ω es el resultado de dividir la potencia para el trabajo, por lo tanto tenemos:

$$\omega = \frac{P}{W} \quad (2.5)$$

2.1.1.3 Energía en el automóvil.

Los automóviles impulsados con motores de combustión interna son máquinas muy eficientes, en especial en los motores a gasolina, donde menos del 15% de la energía del combustible se emplea para impulsar el automotor. La situación no es de mejor manera en la ciudad ya que hay que detenerse y avanzar de un momento a otro, es ahí donde radicamos la importancia de poner en práctica nuestro banco de pruebas para la comprobación del correcto funcionamiento del sistema de frenos en nuestros coches.

Como ya conocemos que el trabajo es el producto de una fuerza aplicada por una distancia y una vez ejercida una fuerza para activar el freno (mayor o igual a la obtenida en velocidad constante) consideraremos la desaceleración, entonces:

$$W = Fd = (ma)s \quad (2.6)$$

Y como sabemos por movimiento lineal acelerado que;

$$S = \frac{1}{2}(V_o + V_f)t \quad a = \frac{V_f - V_o}{t}$$

Remplazando en la ecuación tendremos un valor de energía que lo vamos a representar con la letra K , obtenemos:

$$W = m \left(\frac{V_f - V_o}{t} \right) \frac{1}{2} (V_o + V_f)t$$

$$W = \frac{1}{2} m V_f^2 - \frac{1}{2} m V_o^2$$

$$K = \frac{1}{2} m V^2 \quad (2.7)$$

Consideremos ahora el efecto de la fuerza resistiva que produce el aire a pesar de estar nuestro banco de pruebas dentro de un habitáculo ya que consideramos una ligera influencia de esta, dada por la ecuación:

$$f_a = \frac{1}{2}DA\rho V^2 \quad (2.8)$$

Donde f_a es la fuerza resistiva producida por el aire, D el coeficiente de arrastre que debido a no haber viento lo consideramos como 1, $\rho = 1.293 \text{ kg/m}^3$, que es la densidad del aire y $A \approx 2\text{m}^2$ representando al área incluida de los neumáticos y todo el vehículo.

Entonces para calcular una fuerza total sumaremos la producida por la fricción y la del arrastre del aire, por lo tanto:

$$F = f + f_a \quad (2.9)$$

2.1.2 Desarrollo de los Parámetros.

A continuación daremos ciertos parámetros tomados en cuenta para la construcción y análisis de fuerzas, este cuadro nos ayudara a la mejor estructuración de los cálculos.

Tabla II.1 Parámetros iniciales

	CONDICIONES INICIALES
Velocidad inicial V_0	1.94 m/s
Masa del vehiculo m	1450 kg
Coefficiente del fricción u	0,16

TOMADO DE MEDICIONES INICIALES.

Tomando en cuenta estos datos remplazamos en la ecuación 2.1:

$$F - f_r = 0$$

$$F = uN = (0.16)(14200N)$$

$$F = 2272N$$

Examinaremos la potencia necesaria para superar la fricción del camino y el arrastre del aire. El coeficiente de fricción por rodamiento u entre las llantas y el camino es aproximadamente de 0.0 16. Para un auto

de 1450 kg, el peso es 14200 N y la fuerza de fricción por rodamiento es de 2272 N. A medida que la velocidad del auto aumenta, hay una pequeña reducción en la fuerza normal como resultado de una reducción en la presión del aire conforme éste fluye sobre la parte superior del vehículo. Esto produce una ligera reducción en la fuerza de fricción por rodamiento f_r , con velocidades crecientes.

Consideremos ahora el efecto de la fuerza resistiva que produce el aire que pasa por las diversas superficies del auto. En el caso de grandes objetos, la fuerza resistiva asociada con la fricción del aire es proporcional al cuadrado de la velocidad y está dada por la ecuación 2.7, donde reemplazando tenemos obtenemos:

$$f_a = \frac{1}{2}(0.5)(1.293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(2\text{m}^2)(4.27 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$$

$$f_a = 11.78 \text{ N}$$

$$f_t = f_r + f_a = 2272 \text{ N} + 11.78 \text{ N}$$

$$f_t = 2283.78$$

La fricción por rodamiento puede reducirse al disminuir el encorvamiento de las llantas (aumentando la presión del aire ligeramente arriba de los valores recomendados) y empleando llantas radiales. El arrastre del aire puede reducirse si se emplea un área de sección transversal del auto más pequeña y haciéndolo más aerodinámico. Si bien

es cierto que al conducir un auto con las ventanas abiertas se genera más arrastre del aire, lo que produce una reducción del 3% en el consumo de combustible, conducir con las ventanas cerradas y con el aire acondicionado funcionando reduce en 12% el rendimiento del combustible.

La potencia total necesaria para mantener una velocidad constante v es $f_t v$, y esta es la potencia que debe entregarse a las ruedas.

$$P = f_t v = (2283.78 N)(1.94 \text{ m/s})$$

$$P = 4430.532 W$$

Luego de haber calculado la potencia, podemos saber cual es el valor de trabajo, pero para eso debemos estimar la velocidad lineal dependiendo del radio de la rueda, ósea esto a futuro sería una variable, ya que hay diferentes tipos de neumático, pero vamos a considerar para esta primera parte un valor promedio de radio de 28 cm , y ω como la velocidad angular, entonces tenemos que:

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{4.27 \text{ m/s}}{0.28 \text{ m}}$$

$$\omega = 15.08 \text{ rad/s}$$

Entonces según la ecuación 2.5 ya podemos obtener una cantidad aproximada del trabajo (se dice aproximada porque el peso, y neumáticos son variables y cambian estos valores debido a su dependencia).

$$W = \frac{P}{\omega} = \frac{4430.53W}{15.25 \text{ rad/s}}$$

$$W = 290.52Nm$$

Es por tal razón que hemos seleccionado un motor de alta potencia, a pesar de conocer teóricamente, lo necesario para mantener el vehículo a la velocidad deseada, luego en las pruebas queremos tener la posibilidad de poder variar esta velocidad para diferentes parámetros.

Es por tal razón que hemos desarrollado todos estos cálculos en función de materiales dentro del mercado, como por ejemplo los motores eléctricos vienen al mercado con dos velocidades generalmente, uno de casi cuatro mil revoluciones por minuto, y otros de mil ciento cuarenta revoluciones por minuto; este es el que hemos escogido ya que como pudimos constatar no se necesita de altas velocidades para probar un sistema de frenos, para esto es sólo necesario una relación. Ya que con este motor es suficiente por la velocidad generada o transmitida al vehículo simulando la velocidad necesaria,

Por consiguiente consideramos el valor de velocidad angular, y la convertimos en revoluciones por minuto.

$$15.25 \frac{rad}{s} \left| \frac{1rad}{2\pi} \right| \left| \frac{60s}{1min} \right| = 145.62rpm$$

Una vez obtenido este valor, daremos a conocer que para nuestro banco de pruebas y con la necesidad de escoger los mejores materiales (para lo cual se señalará el seleccionamiento mas adelante), el radio de los rodillos tienen un valor ya designado por la necesidad para la construcción este valor el de 6.8 cm . de radio, por lo cual calculamos la relación de transmisión así:

$$\frac{\omega_{llanta}}{\omega_{rod}} = \frac{D_{rod}}{D_{llanta}}$$

$$\omega_{rod} = \frac{(145.62rpm)(50cm)}{13.4cm}$$

$$\omega_{rod} = 543.35rpm$$

Siendo esta la velocidad angular que requiere el rodillo y trabajando en función también de la velocidad del motor escogido también dado por el mercado, calcularemos la relación de transmisión para la construcción de los engranajes (diseñados mas adelante).

$$n_{transmisión} = \frac{1740 \text{ rpm}}{543.35 \text{ rpm}} = 3.20$$

∴ 3:1

2.1.3 Construcción de estructuras.

Con los primeros datos obtenidos se definirá la construcción de formas, tamaños y materiales escogidos de todos los elementos necesarios.

2.1.3.1 Rodillos.

Para la construcción de rodillos consideramos el peso aproximado, o promedio de un automóvil normal; alrededor de 700 lb. para cada rueda.

Por tal razón presentaremos el plano del rodillo, pero dejando en claro que fueron construidos con los siguientes elementos:

- Eje de transmisión 1 1/2 pulgada de acero SAE 1018.
- Tubo redondo de acero ASTM A500-03.
- Platina de acero INEN 2215-99

Cuyos elementos serán señalados después; cual fue la razón de su selección de acuerdo a resistencia de materiales y los elementos de máquinas, para las cuales serán tomadas sus medidas para los cálculos de flexión del eje, pero mostraremos a continuación una tabla que indica las características de uso:

Tabla II.2 Características del material.

Tipo:	Acero de bajo contenido de carbón
Formas y Acabados:	Barra redonda, cuadrada, hexagonal y solera, laminadas o forjadas en caliente, estiradas en frío y peladas o maquinadas.
Características:	Entre los aceros de bajo carbono, el 1018 es el más versátil por sus características; análisis controlado, mejores propiedades mecánicas que otros aceros del mismo tipo por su alto contenido de manganeso, buena soldabilidad, buena maquinabilidad. Cuando se requiere una superficie muy dura pero un centro tenaz, este acero cementado cumple perfectamente. Estirado en frío mejora sus valores de resistencia mecánica y su maquinabilidad, haciéndose muy popular para un sin número de aplicaciones.

TABLA, CARACTERISTICAS INEN PERFILES ESTRUCTURALES

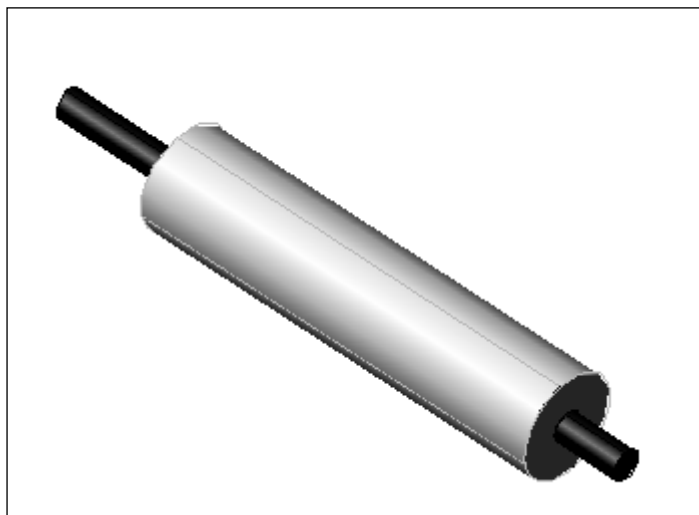


Figura 2.3 Rodillo en plano.

Al final de nuestro trabajo de investigación se adhiere el plano respectivo de todos los componentes.

Tal como lo muestra la figura 2.3 el rodillo es construido con un eje de acero de transmisión pasado exactamente por el medio de un tubo de acero y unidos estos dos componentes por cuatro placas redondas soldada tanto al eje como al tubo.

2.1.3.2 Cálculo de Resistencia de Material del eje.

A continuación se mostrará la figura correspondiente al análisis de fuerzas que actúan en los ejes conjugados dentro de los tubos y haciéndose en conjunto los rodillos, claramente como se indica hay dos soportes donde cae el mayor peso de reacción, éstas llevadas a la realidad fueron puestas con chumaceras la cual se desarrollaremos su escogimiento después, indicamos también que el peso promedio del vehículo sobre una rueda es de 750 lb.

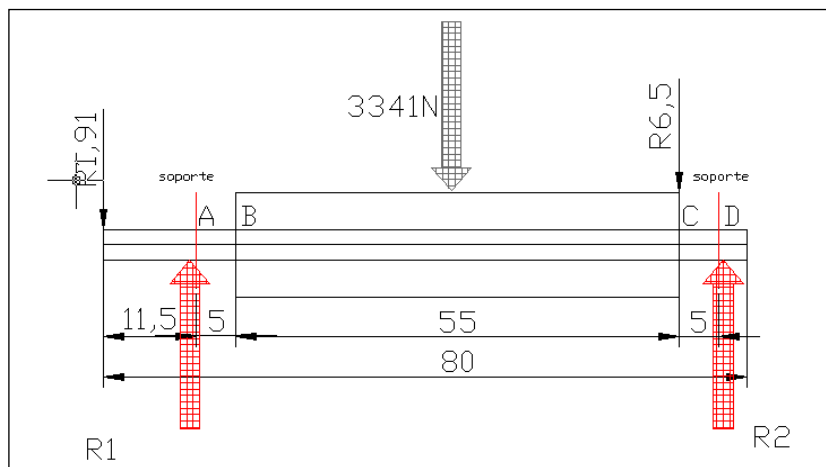


Figura 2.4 Fuerzas en rodillos.

$$\begin{aligned}
 + \uparrow \sum M_A &= 0 \\
 -0.325m(750lb) + R_2(0.65m) \\
 R_2 &= 375lb \rightarrow 170.45Kg \\
 + \uparrow \sum M_D &= 0 \\
 0.325m(750lb) - R_2(0.65m) \\
 R_1 &= 375lb \rightarrow 170.45Kg
 \end{aligned}$$

Resultando el siguiente diagramas de esfuerzo

cortante.

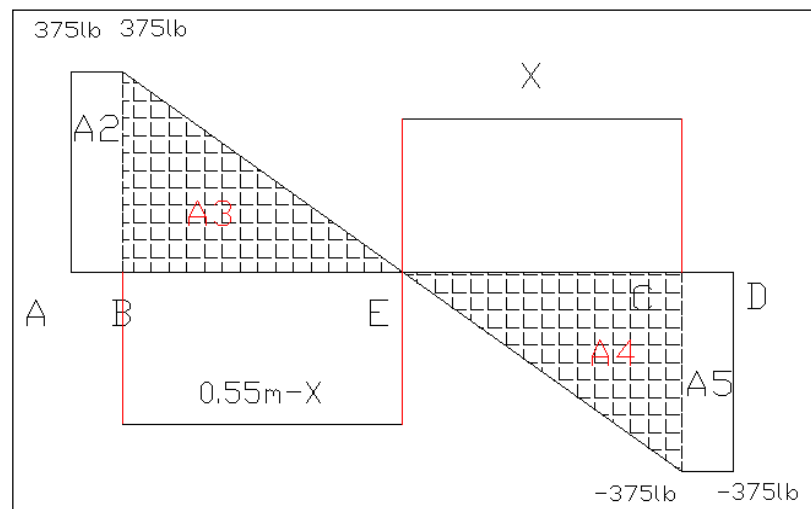


Figura 2.5 Diagrama de esfuerzo cortante

$$\begin{aligned}
 V_{AI} &= 0 \\
 V_{AD} &= 0 + 375 = 375l \\
 V_{BI} &= 375 + 0 = 375 \\
 V_{BD} &= 375 + 0 = 375 \\
 V_{CI} &= 375 - 750 = -375 \\
 V_{CD} &= -375 + 0 = -375 \\
 V_{DI} &= -375 + 0 = -375 \\
 V_{DD} &= -375 + 375 = 0
 \end{aligned}$$

Analizando el diagrama de esfuerzo cortante encontraremos el valor de X aplicando semejanza de triángulos.

$$\frac{X}{0.55 - X} = \frac{375}{375}$$

$$X = 0.55 - X$$

$$X = 0.275m$$

$$A_2 = 375 \cdot 0.05 = 18.75lbm$$

$$A_3 = \frac{375 * 0.275}{2} = 51.562lbm$$

$$A_4 = \frac{375 * 0.275}{2} = 51.562lbm$$

$$A_5 = 375 \cdot 0.5 = 18.75lbm$$

Después de haber hallado las áreas correspondientes en el diagrama de esfuerzo cortante, calculamos y diagramamos el momento flector.

$$M_{OA} = 0$$

$$M_B = 0 + 18.75lbm = 18.75lbm$$

$$M_E = 18.75lbm + 51.562lbm = 70.312lbm$$

$$M_C = 70.312lbm - 51.562lbm = 18.75lbm$$

$$M_D = 18.75lbm - 18.75lbm = 0$$

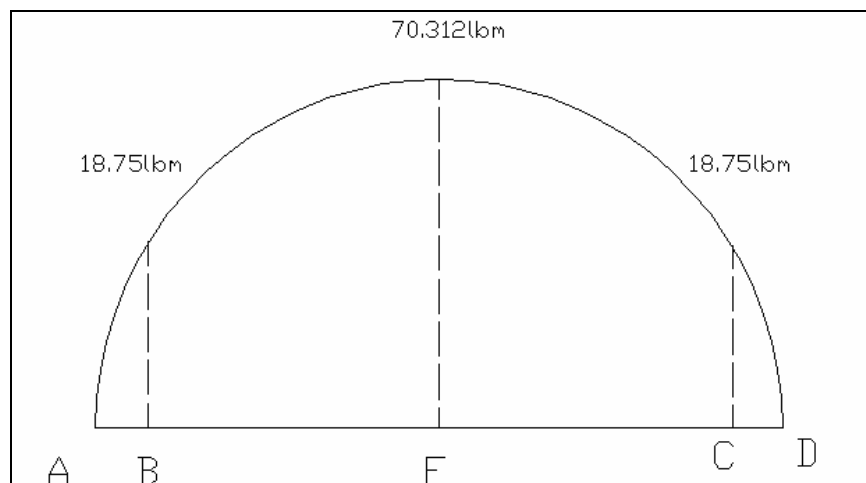


Figura 2.6 Diagrama de momento flector

Entonces por consecuencia sabemos que el momento flector máximo es de 70.312 lb.m en el punto E, osea:

$$70.312 \text{ lbm} * \frac{1 \text{Kg}}{2.2 \text{lb}} * \frac{9.8 \text{N}}{1 \text{Kg}} = 313.208 \text{ Nm}$$

Una vez hecho los respectivos cálculos sabemos que el momento flector y el esfuerzo cortante es algo que puede soportar nuestro eje de $1 \frac{1}{2}$ pulgadas, y nos sirve de pauta en el análisis de fuerzas para la construcción de la estructura base para sobredimensionar su resistencia y optimizar su instalación.

Este material del eje tiene unas características particulares, descritas en el cuadro II.2.

Tabla II.3 Características del material.

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL				
ACERO DE BAJO CONTENIDO DE CARBONO SAE 1018				
EJE DE TRANSMISIÓN –TOLERANCIA H9-H11				
	C.	Mn.	P.	S.
SAE 1018	0.15-0.20	0.60-0.90	≤0.04	≤0.050
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS				
Esfuerzo de cedencia Kgf/mm ² Sy			min 49	
Resistencia a la tensión Kgf/mm ² Su			min 57	
Elongación A5			20%	
Reducción de área			57%	
Dureza			163HB	

ED II PRENTICE HALL HISPANO AMERICANA, DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Con este antecedente y el cálculo de fuerzas de momentos procedemos a calcular el factor de seguridad, de la siguiente manera.

Obtenemos la resistencia a la durabilidad mediante la figura que mostraremos a continuación siguiendo la curva del modo de tratamiento dado al material por el fabricante.

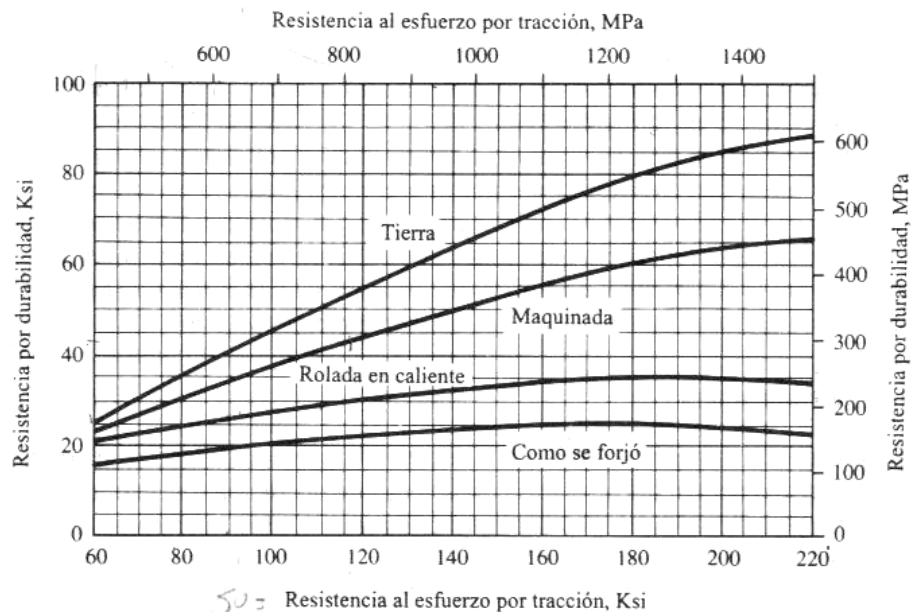


Figura 2.7 Tensión por durabilidad contra resistencia de esfuerzo por tracción para acero forjado para varias condiciones superficiales.

Donde representamos el esfuerzo a la tracción por las letras S_u y hallaremos S_n (resistencia por durabilidad siguiendo la curva de maquinado, claro está en la unidad de MPa , para eso ya encontramos $S_n = 230 Mpa$

Aplicaremos un factor de tamaño cuya fórmula nos indica:

$$C_s = \left(\frac{D}{7.6} \right)^{-0.068}$$

$$C_s = \left(\frac{8.1mm}{7.6} \right)^{-0.068} = 0.89$$

Ahora obtendremos el valor de confiabilidad que se desea tener según la siguiente tabla:

II.4 Factor de confiabilidad

Confiabilidad que se desea	Factor de confiabilidad, CR
0,5	1
0,9	0,9
0,99	0,81
0,999	0,75

ED II PRENTICE HALL HISPANO AMERICANA, DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Escogeremos este valor para determinar un nivel de confiabilidad aceptable, y obtendremos un S_n' con la realización de la siguiente fórmula:

$$S_n' = S_n C_S C_R$$

$$S_n' = 200 \text{ Mpa} (0.89) (0.81) =$$

$$S_n' = 158.598 \text{ Mpa}$$

Y obtenemos una tensión de diseño calculada con el factor de seguridad, sabiendo que el momento flector máximo obtenido anteriormente es

313.208 Nm, entonces la tensión por esfuerzo de flexión inversa es:

$$\zeta = \frac{M}{\frac{\pi d^3}{32}} = \frac{313.208 \text{ Nm}}{5.429 \times 10^{-6} \text{ m}} = 57.78 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{\max} = \frac{Tc}{t}$$

$$\tau = \frac{\pi}{32} D^4$$

$$\tau_{\max} = \frac{(30 \text{ Nm})(9,05 \text{ mm})}{206871,08 \text{ mm}^4} \times \frac{(0,3 \text{ mm})}{m}$$

$$\tau_{\max} = 21,17 \text{ Mpa}$$

$$S_{S_y} = 0.577 S_y$$

$$S_{S_y} = 0.577 (490 \text{ MPa})$$

$$S_{S_y} = 282.73 \text{ MPa}$$

Para determinar una zona de funcionamiento segura calcularemos las siguientes expresiones:

$$\frac{\tau_{\max}}{S_{S_y}} = \frac{21,7 \text{ MPa}}{282.73 \text{ MPa}} = 0.074$$

$$\frac{\zeta}{S_n} = \frac{57.78 \text{ MPa}}{220 \text{ MPa}} = 0.26$$

Donde comparamos en el gráfico encontrado dentro de nuestra bibliografía de investigación, y

determinamos como una zona segura de trabajo para el peso a emplear, las cargas y fuerzas en nuestro eje como parte del banco.

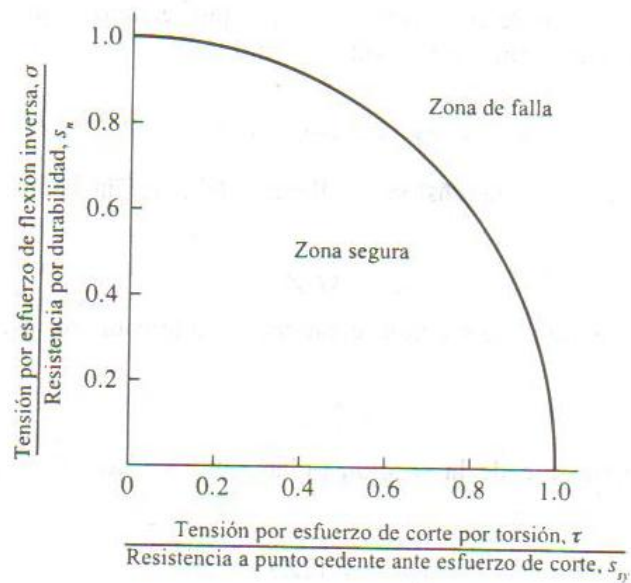


Figura 2.8 Base para la ecuación de diseño de ejes por esfuerzo de flexión inversa sucesiva y tensión por esfuerzo de corte por torsión ⁴

Entonces comprobamos nuestro diseño como zona segura de trabajo.

$$S_d = \frac{S_n'}{N}$$

$$N = 2.78$$

⁴ ED II PRENTICE HALL HISPANO AMERICANA, DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

Considerando este N para bajo condiciones industriales típicas se sugiere el factor de diseño de $N=3$. Si la aplicación es en extremo suave, tal vez se justifique un valor tan bajo como $N=2$. Bajo condiciones de choque o impacto debe emplearse $N=4$ más alto y se recomienda llevar a cabo pruebas exhaustivas. Por ello en vista a nuestros requerimientos y cálculos escogemos el $N=3$.



Figura 2.9 Rodillo terminado

2.1.3.3 Diseño de los engranajes.

Para nuestro diseño de engranajes consideramos primero la relación de transmisión calculada anteriormente, y asumimos parámetros, en particular el diámetro del engranaje más pequeño para de esta forma calcular el piñón mayor que nos va a permitir bajar la velocidad inicial del motor encontrado en el mercado.

Es por tal razón que vamos a asumir una dimensión de *9.5 cm.* de diámetro para el piñón pequeño, por eso vamos a calcular el número de dientes para este, vale destacar en nuestro diseño una abertura interna del tamaño del eje del motor en este caso *2.5 cm.* con el respectivo chavetero y una manzana para la resistencia y la estabilidad en el movimiento.

También consideramos un paso según la cadena escogida en el mercado y explicada mas adelante con una medida de paso de 50, para mayor entendimiento construimos un cuadro mostrado a continuación.

Tabla II.5 Parámetros de diseño del piñón

	PARÁMETROS	
	Piñón pequeño	Piñón grande
Diámetro exterior De	9.5cm	19.5 cm
Diámetro de paso D	8.5cm	19cm
Diámetro de base Di	8cm	18.8cm
Paso p	1.5875cm	1.5875cm

TEORIA DEL BANCO DE PRUEBAS

Ahora si podemos pasar la parte práctica matemática para el diseño.

$$N = pD - 2$$

Siendo N en este caso el número de dientes, y como esta explicado p el paso, y considerando en el mercado industrial medidas estándar para escoger en piñón calculamos.

$$N = 1.57cm(9.5cm) - 2$$

$$N = 13 \text{ Aproximadamente.}$$

$$a = \frac{D - Dp}{2} = \frac{9.5cm - 8.5cm}{2}$$

$$a = 0.5cm$$

$$Db = D - 2b$$

$$b = 0.75$$

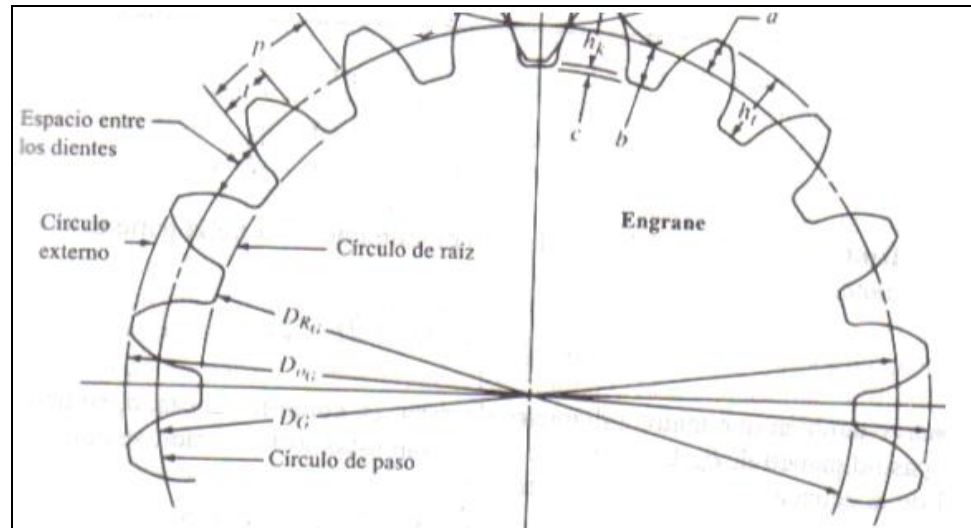


Figura 2.10 Representación de engranaje⁵

Procedemos ahora a calcular la profundidad total del piñón, representada por ht y además la profundidad de trabajo hk .

$$ht = a + b = 0.5cm + 0.75cm$$

$$ht = 1.25cm$$

$$h_k = 2a = 2(0.5cm)$$

$$h_k = 1cm$$

⁵ ED. PRENTICE HALL HISPANOAMERICA, S.A. DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

Por tal razón hemos encontrado en el mercado engranajes de tipo 50 que es su denominación de fábrica, con su respectiva cadena del mismo paso de $5/8$; es por tal antecedente que debemos buscar un piñón grande y pequeño tomando en cuenta la relación de transmisión y sin considerar el número de dientes.

En el siguiente cuadro mostrado a continuación nos podemos dar cuenta de las cadenas de fabricación, y en base a esto hemos escogido sus componentes.

Tabla II. 6 Tamaño de cadena con radamientos⁶

<i>Numero de cadena</i>	<i>Paso (pulg)</i>	<i>Resistencia promedio al esfuerzo de tracción (lb)</i>
25	1/4	925
35	3/8	2100
41	1/2	2000
40	1/2	3700
50	5/8	6100
60	3/4	8500
80	1	14500
100	1 1/4	24000
120	1 1/2	34000
140	1 3/4	46000
160	2	58000
180	2 1/4	80000
200	2 1/2	95000
240	3	130000

⁶ ED. PRENTICE HALL HISPANOAMERICA, S.A. DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

Entonces esto nos guío a encontrar un piñón grande de 36 dientes y un pequeño de 18, con diámetros de 20 centímetros y 9.5 respectivamente, como se muestra en la siguiente imagen.



Figura 2.11 Engranajes escogidos

2.1.3.4.- Cuñas de Unión.

Esta es una pieza de mucha importancia dentro del diseño, y funcionamiento del sistema, ya que nos permite acoplar y transmitir el movimiento, que se coloca en la interfase entre el eje y la masa de una pieza que transmite potencia con el fin de transmitir el torque. Este elemento es de fácil montaje y desmontaje para permitir el ensamble y desmontaje del eje, en nuestro caso y por diseño utilizaremos cuñas rectangulares.

Los cuñeros y la masa en el eje se diseñan de tal manera que exactamente de la altura de la cuña se apoye en el cuñero del eje y la otra mitad en el lado del cuñero de la base. Todo estos cálculos y para una mejor elección de este importante elemento tenemos tablas ya establecidas, de acuerdo a la resistencia y trabajo requerido.

2.1.3.5.- Cadena.

Las cadenas representan a los diferentes tipos de elementos flexibles para transmitir potencia. A diferencia de los impulsores de engranes, que requieren de distancias centrales espaciadas en forma, en alguna medida, reducida y precisa, los impulsores de cadena son capaces de transmitir potencia entre flechas que se encuentran muy separadas. Además la distancia central es inherentemente ajustable y no necesita de ser tan precisa como para los impulsores de engrane.

En general, los impulsores de cadena se utilizan donde las velocidades de giro son demasíadamente altas.

Además los impulsores de cadena se emplean casi siempre a velocidades bajas, con las consecuentes torques de mayor magnitud.

Los eslabones de cadenas de acero tienen alta resistencia a los esfuerzos de tracción para que sean capaces de soportar las considerables fuerzas entre los eslabones de la cadena y los dientes de la rueda dentada así como la dificultad para brindar una lubricación adecuada se convierten en problemas severos.

Una cadena es un elemento de transmisión de potencia que se fabrica con una serie de eslabones que se unen mediante pernos. El diseño proporciona flexibilidad mientras permite que la cadena transmita fuerzas de tracción cuya magnitud es considerable.

Cuando transmite potencia entre flechas o ejes giran, la cadena activa ruedas dentadas que se alzan, se conoce como ruedas dentadas. La cadena de rodamientos se clasifica con base en su paso, la distancia entre partes correspondientes de eslabones adyacentes.

Las siguientes son las recomendaciones que tomamos en cuenta para escoger y diseñar los parámetros del impulsor de cadena.

El número mínimo de dientes en una rueda dentada debe ser de 17 a menos que el impulsor este trabajando a una velocidad muy baja, menor a 100hp.

La relación máxima debe ser 7.0 aunque son factibles relaciones más altas.

La distancia central entre ejes de la rueda dentada debe ser entre 30 y 50 pasos aproximadamente.

El radio de contacto de la cadena en la rueda dentada más pequeña no puede ser menor de 120° .

El paso requerido por nuestro sistema es de un paso de 50 la longitud de la cadena debe ser un múltiplo completo del paso, y se recomienda un número par de pasos. La distancia central debe hacerse ajustable para adaptar la longitud de la cadena al compensar tolerancia y desgasten juego excesivo en el lado flojo debe evitarse, sobre todo en impulsores no horizontales. Una relación conviene entre distancia central (C), la longitud de la cadena (L), número de dientes en la rueda dentada pequeña (N1), y número de dientes en la rueda dentada grande (N2).

$$L = 2C + \frac{N_2 + N_1}{2} p + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4(3,14)^2 C} p$$

El diámetro de paso de una que esta rueda dentad con N dientes para una cadena con su p es:

$$D = \frac{p}{\text{sen}(180^\circ / N)}$$



Figura 2. 12 posición final Cadena seleccionada

Una parte muy importante para destacar es el recubrimiento aplicado a este diseño (rodillos), hemos utilizado para este fin el rino ley aplicado en las camionetas para la protección de su balde,

y en nuestro caso alcanzar un coeficiente de fricción parecido entre el asfalto y la rueda del vehículo.

2.1.3.6.- Estructura.

Para efectuar la construcción de la estructura, debemos realizar un estudio minucioso de los materiales existentes en el mercado su durabilidad su uso, su costo y su modo de transportación.

Por ello obtuvimos información y guía de los materiales existentes para ello decidimos obtener y usar: INEN 1623-00, con limite de fluencia (mínimo) S_y 2400 kg/cm, estos datos nos informan la capacidad de carga o resistencia del mismo antes de su deformación, ya que nosotros por la cantidad de peso requerido de uno u otro vehiculo necesitamos un margen alto de resistencia para así precautelar el equipo así como de los técnicos que se encuentran realizando el respectivo análisis. A parte de esta selección por su durabilidad otro factor que influye es el costo del material y su fácil ubicación en el mercado, para así en futuras construcciones tener un parámetro ideal y real de construcción.



Figura 2.13 estructura concluida

Toda la estructura se encuentra realizada con ángulos del material anteriormente mencionado así como de una unión entre ellas de muy alta calidad con una soldadura 220V a 10A con electrodos tipo 60W13.

Las dimensiones requeridas son de 70 cm. de largo por 50 de ancho con una profundidad de 37,5 cm.

2.2.- ARMADO Y MONTADO.

Una vez determinado, los parámetros de diseño, y seleccionado los materiales de los elementos formados, escogidos, nos prestamos a realizar el montaje del banco para luego realizar las pruebas respectivas.

Para esto detallaremos los puntos seguidos para conformar todo el banco y así tenemos.

2.2.1 Estructura de perfil de acero.

Una vez seleccionado el material más adecuado y accesible para la construcción del banco, procedemos a realizar 8 cortes de 70 cm., 8 cortes de 50 cm. y 8 cortes de 35cm.

Ya obtenido las piezas necesarias procedemos a ensamblarlas o unir las para así formar la estructura que soportara el peso obtenido por las fuerzas axiales que anteriormente fueron halladas en el estudio de este banco. Para unir las piezas de acero INEN 1623, se requiere de una soldadura eléctrica de característica de 220V, 10A, y con electrodo de 60W13.

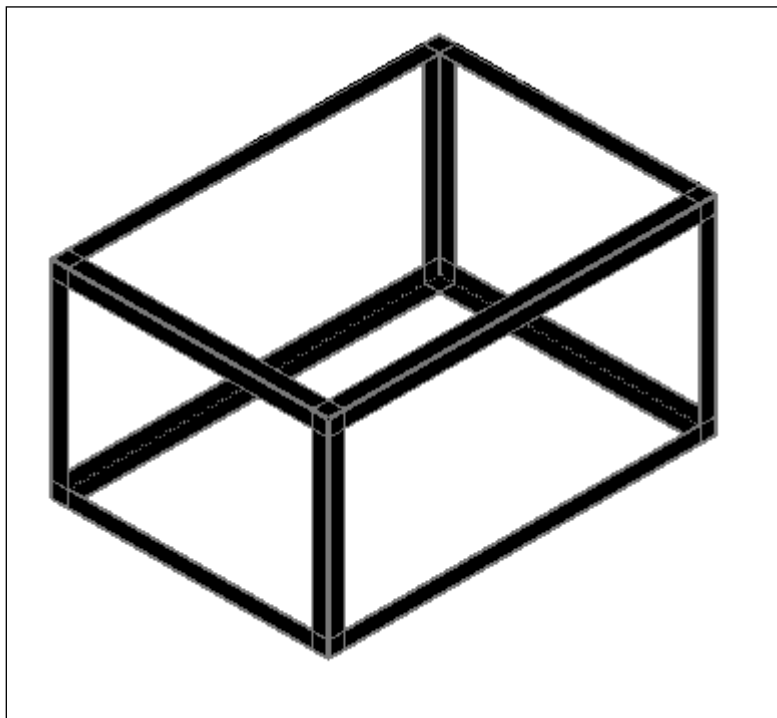


Figura 2.14 Estructura armada.

En la parte inferior de la estructura a manera de seguridad utilizamos una plancha de acero para si asentar el motor eléctrico en la base.

2.2.2 Canastillas.

En la parte inferior de la base se ha utilizados dos canastillas de hierro de construcción trabajado para la adaptación de la tuerca de fijación, esto por el motivo de evitar y controlar las vibraciones que pueden dañar, corroer, y evitar la inestabilidad en el momento

del funcionamiento debido a las altas revoluciones alcanzadas por el motor.

2.2.3 Fijación de Chumaceras a la estructura.

Para la fijación de este componente, que nos permitirá mantener los ejes fijos y estables, perforamos los perfiles de acero para fijar con pernos de media pulgada y con arandelas de presión puesta en los dos extremos, para una mayor fijación y seguridad a la estructura, con un apriete o torque normal para no romper los pernos y malograr la estructura.

Este procedimiento lo repetimos en las 8 chumaceras ubicadas en los dos bancos, dos por cada eje. Todo estas especificaciones serán puestas a disposición en los planos anexos.

2.2.4 Ubicación y montaje de los ejes o rodillos

Para la ubicación, montaje de este elemento de suma importancia ya que estos nos permitirán hacer rotar los ejes o llantas del vehículo para poder tomar las lecturas necesarias. Estos ejes están sujetos a la estructura promedio de la chumacera y

fijadas con que nos permitirá una mayor fijación, a las chumaceras, y colocadas a presión para evitar resbalamientos o juegos libres que nos causarían lecturas con un alto margen de fallas y con una altísimo grado de inseguridad.

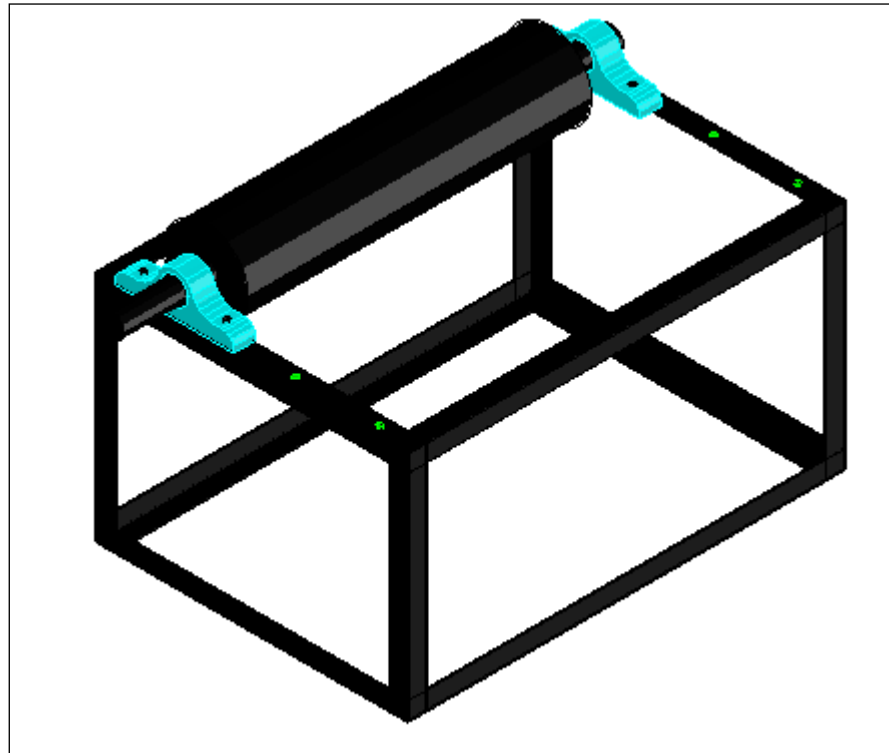


Figura 2.15 Rodillo acoplado a la estructura de perfiles.

2.2.5 Colocación de engranajes.

La fijación de estos elementos al banco se realiza por medio de cuñas de unión, adicionalmente y para mayor seguridad en vista del peso a soportar y las revoluciones a trabajar, hemos visto conveniente la utilización de otro elemento de seguridad. En la

parte externa del engrane procedimos realizar un orificio el cual con la ayuda de una hexágono nos permitirá fijar o ajustar con mayor precisión y seguridad.



Figura 2.16 Colocar el prisionero en el piñón

III. DISEÑO ELECTRÓNICO PARA LECTURA DE DATOS.

Para el diseño tanto del programa como de los diferentes elementos electrónicos tenemos que tomar en cuenta las utilidades que vamos a dar a nuestro banco de pruebas y especificarlas.

Por lo tanto creemos convenientes dos pruebas necesarias para una debida revisión técnica de los frenos en un vehículo.

- La primera se basa concretamente en la diferencia que existiría en las ruedas en su fuerza de frenado, esto se traduce directamente a nuestro banco en la capacidad de determinar las revoluciones para cada uno de los rodillos, y mediante una comparación de velocidades determinar aquella diferencia.
- La otra prueba tiene como objetivo principal dar a conocer el tiempo que tardará en pararse las ruedas del vehículo por completo a una velocidad determinada, y siendo constante en su frenado.

Tenemos también que tomar en consideración los datos de, torque, potencia, velocidad lineal de las ruedas y la fuerza aplicada.

Con este antecedente debemos ir procesando e implementando, de acuerdo a las necesidades los elementos y la fórmula de los cálculos para la

programación; por eso dividiremos al igual que en capítulos anteriores los sub temas de acuerdo al proceso de construcción y armado del equipo.

Tenemos que mencionar también la problemática que hubo al momento de las instalaciones eléctricas, en lo que se refiere a la seguridad de los equipos, por esto también daremos una explicación de cómo de procedió a conectar los motores.

3.1 ADQUISICIÓN DE DATOS.

En esta parte consideramos dos condiciones principales:

- La lectura de la velocidad de los rodillos que la vamos hacer por medio de sensores y explicaremos su funcionamiento mas adelante.
- Un componente que haga llevar a la computadora los datos adquiridos por estos sensores, y procesarlos lo cual se explicará más adelante.

3.1.1 Sensores de tipo Magnéticos.

Estos sensores funcionan de tal forma que captan un campo magnético y genera una señal, como interrupción de la continuidad que hay dentro de el.

La forma correcta de interrumpir esta señal es a través de imanes, entonces se hará una rueda con imanes para crear un cortocircuito y de esa manera emanar la señal para adquirirla luego.

Para esto entonces y sobre todo por precaución haremos con cables de bastante distancia, para que de alcance hasta la computadora.

La forma de circuito que hay en el sensor se presenta a continuación, tomando en cuenta esto es la interrupción de señal, la cual genera una señal análoga, y también una forma de onda, entonces repetida se hace una frecuencia con su respectivo periodo. Y como se detallará mas adelante se puede hacer como revoluciones por minuto.

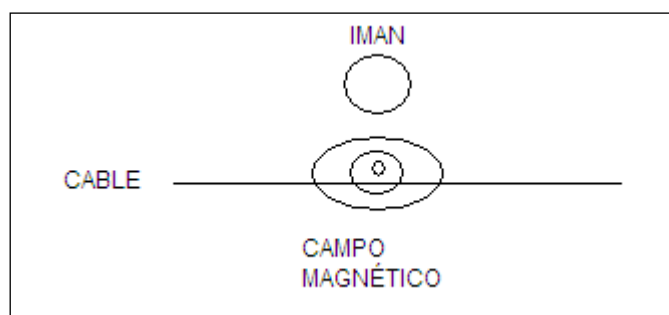


Figura 3.1 Esquema electrónico del sensor.

Entonces la forma de sostenerla es con una base, donde se fijan los sensores, con la condición que sea segura y esté en el lugar fácil para su función (lectura de datos).



Figura 3.2 Forma física del sensor.

3.1.1.1 Ubicación de los imanes y sensores.

Mediante pruebas consideramos un mejor estudio a través de 3 imanes puestos simétricamente alrededor de una rueda de madera instalada en la punta del eje con un perno, nos decidimos con este material para evitar crear un campo magnético.

Con estos 3 imanes se haría en el programa un algoritmo de tal forma se de lectura a las revoluciones por minuto.



Figura 3.3 Ubicación de los imanes acompañados con los sensores

3.1.2 Tarjeta de Adquisición de Datos.

Esta tarjeta es un componente creado exclusivamente para adquirir señales ya sean de tipo análoga o digitales, y también emitir órdenes a partir del computador, con el cual se comunica a través de un puerto USB.

Es considerable mencionar, que las señales de los sensores son puesta hacia la tarjeta de adquisición.

3.1.2.1 Tarjeta de adquisición 6008.

Esta tarjeta tiene como características principales entradas y salidas tanto análogas como digitales, como se mostrará en el cuadro siguiente sus características.

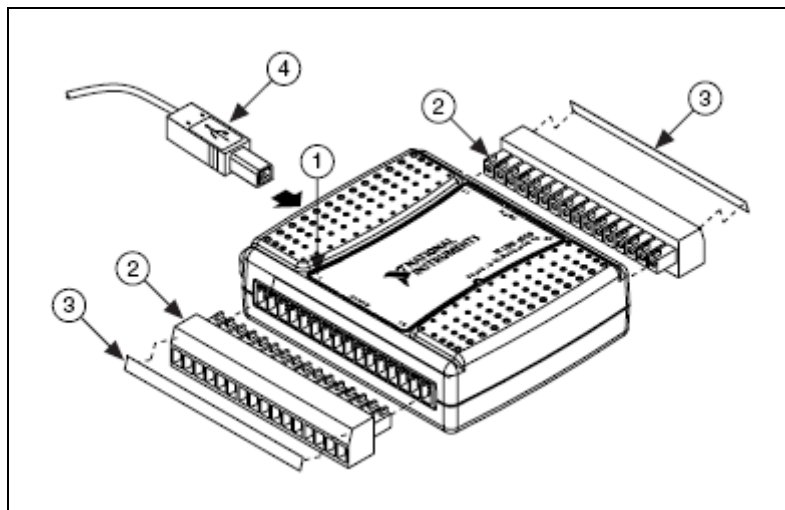
Tabla III.1 Característica de tarjeta 6008.⁷

Características	Tarjeta 6008
Resoluciones de	12 bits diferenciales 11 bists solo - final
Máximo de velocidad por sólo por un canal	10 kS/s
La velocidad máxima en proporción, Los canales múltiples (el Agregado) *	10 kS/s
Configuración DIO	colector abierto

⁷ NATIONAL INSTRUMENTS, Manual de DAQ 6008.

Posee un cable de comunicación de tipo USB por el cual asume todos los datos adquiridos como en este caso la señal de los sensores y los envía a la computadora, o viceversa, desde la computadora enviar pulsos de activación.

La tarjeta como tal es de un tamaño cómodo para su fácil ubicación y muestra y se compone como se muestra en la figura 3.4.



1.- Cuerpo de la tarjeta. 2.-Conectores de pines
3.- Pines de entra/salida 4.- Cable usb.

Figura 3.4 Composición de la DAQ 6008.

En esta tarjeta como en cualquier componente de tipo electrónico puede funcionar hasta con un

voltaje máximo, que como en la mayoría de los casos es de 5V.

Para nuestro caso sólo analizaremos formas de ondas como lo explicaremos mas adelante en la parte de desarrollo del programa, aunque su diagrama de bloque se lo expondrá en los anexos, al igual que la distribución de pines de la tarjeta y sus principales características.

Esta va hacer ubicada dentro de un compartimiento para su seguridad y mejor desenvolvimiento técnico, dicho compartimiento tiene también una placa electrónica para la salida de señales.

Esta caja está sostenida con una base como se muestra en la siguiente figura.

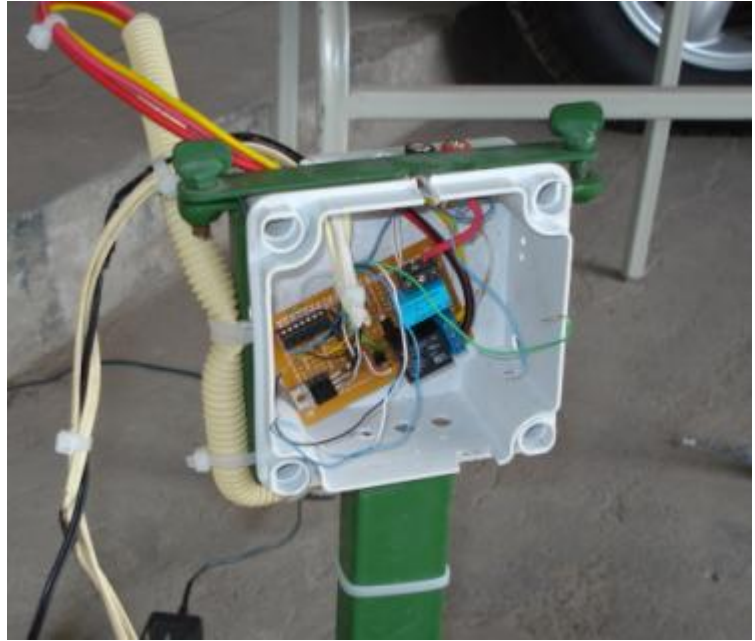


Figura 3.5 Compartimiento de la DAQ 6008.

La tarjeta cuenta con 16 entradas análogas/salidas y 16 de tipo digitales, comprendidas por pines de entrada con sus respectivas polaridades en el caso de las análogas, y señales o pulsos en el otro caso, como se va mostrar en la tabla siguiente y explicada su denominación y su tipo de señal q llegan a esta.

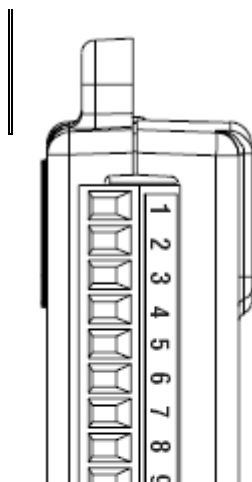
Como vemos en esta tabla podemos conectar los cables que salen de los sensores a través de pulsos magnéticos a las entradas preferentes, para nuestro caso va a ser 2, 4 de tierra y el 5 de otra señal.

Las denominas AI que van desde 0 a 7 son entradas de análogas, y las de denominación AO son salidas del mismo tipo, pero no la vamos a utilizar para nuestro caso pues no es necesario.

Tabla III.2 Configuración de pines análogos.

Módulo	Terminal	Designación de señal	Señal modo diferencial
	1	GND	GND
	2	AI 0	AI 0+
	3	AI 4	AI 0-
	4	GND	GND
	5	AI 1	AI 1+
	6	AI 5	AI 1-
	7	GND	GND
	8	AI 2	AI 2+
	9	AI 6	AI 2-
	10	GND	GND
	11	AI 3	AI 3+
	12	AI 7	AI 3-
	13	GND	GND
	14	AO 0	AO 0
	15	AO 1	AO 1
	16	GND	GND

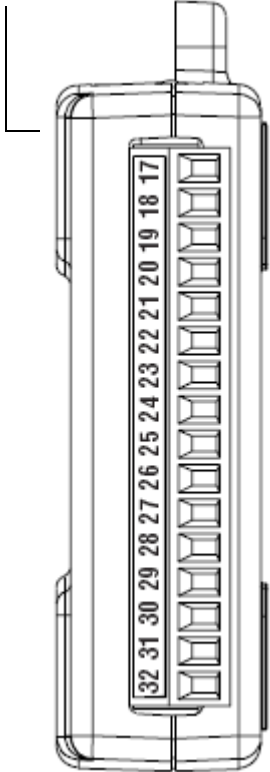
NATIONAL INSTRUMENTS, Manual DAQ 6008



Y los pines con la denominación GND son de tierra necesarios para polarizar las señales de entradas.

Por el otro lado tenemos las entradas y salidas digitales las cuales utilizaremos como fue mencionado, en forma de pulsos para apagar los motores eléctricos a través de los variadores de frecuencias y relees alimentados por fuentes externas, y en el programa empezar contador de tiempo para el tiempo de reacción.

Tabla III.3 Configuración de pines digitales.⁸

Módulo	Terminal	Señal
	17	P0.0
	18	P0.1
	19	P0.2
	20	P0.3
	21	P0.4
	22	P0.5
	23	P0.6
	24	P0.7
	25	P1.0
	26	P1.1
	27	P1.2
	28	P1.3
	29	PFI 0
	30	+2.5 V
	31	+5 V
	32	GND

⁸ NATINAL INSTRUMENTS, Manual DAQ 6008.

3.2 PROGRAMACIÓN DE DATOS.

Como ya habíamos indicado anteriormente la DAQ tiene las entradas de tipo análogas, de las cuales tomaremos dos (una para cada sensor) y las desarrollaremos en Lab View siendo este el programa compatible para esta tarjeta.

3.2.1 Configuración de entrada de ondas.

En nuestro banco por la ubicación de los imanes y la configuración del sensor se presenta una onda semi cuadrada la cual hay que desarrollarla y configurarla según nuestras necesidades, se menciona esto porque el hecho de ser una entrada análoga no sólo adquiere la señal de los sensores sino también factores externos entre estos el ruido; de muy alta influencia para la exactitud de nuestros datos requeridos.

Por lo tanto este es un factor a filtrar y se lo puede hacer a través del programa cortando la amplitud de la onda, o sea rectificarla de acuerdo a nuestras necesidades.

Dentro de lab view entramos a las señales de la tarjeta y seguimos estos pasos:

- Escogemos el icono de DAQ (como se lo ve en la figura), y hacemos doble clic sobre esta.



Figura 3.6 Icono DAQ Assistant.

- En este momento la tarjeta se empieza a inicializar y emite las posibilidades de determinar que tipo de entrada se desea, y para nuestro caso es de voltaje.
- Procedido esto configuramos esta señal, entre esta configuración lo mas importante es el puerto a reconocer (a1 a nuestro gusto), colocamos parámetros, el valor máximo 10 y el mínimo de 0 (voltios), el Terminal de tipo diferencial, por último pin de datos.

Para comprender un poco mejor el factor citado se muestra en la figura la forma de honda de entrada y los pasos seguidos en el proceso de rectificación.

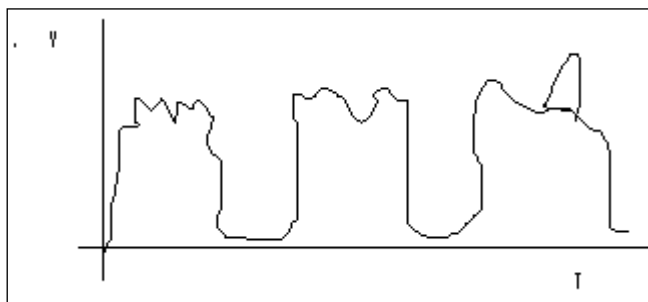


Figura 3.7 Ejemplo de onda de entrada.

Los picos de ondas que se generan mediante el ruido son los eliminados mediante los siguientes pasos.

1. se procede a escoger todas las funciones y encontrar una llamada comparation.
2. Aparece un cuadro donde hay varias condiciones la cual tomamos out range.
3. Tomaremos como rango un máximo voltaje de 2 y un mínimo de 2 con lo cual es suficiente para nuestro futuro algoritmo de analizar la frecuencia.

La frecuencia por cada periodo la multiplicamos por 60 que son los minutos por cada onda en un periodo y dividimos para el número de imanes de la rueda en te caso 3.

Iniciamos una tarea nueva a partir de los valores analizados y luego se divide la señal con splig signal después del comparador se

hace una secuencia y hago otro cuadro con salida digital, esto se convierten en boolean; esta tarea para mandar a frenar e iniciar el conteo de tiempo.

Otra tarea se la hace para una inversión de giro tomando la tarjeta de adquisición como salida, y luego hacer una conexión a los relés.

Con la respectiva señal y hechas revoluciones por minutos se hace programas alternativos dentro del principal para determinar la entrada del radio de las ruedas y calcular las velocidades lineales.

Hacemos una tarea diferente a partir de la tarea anterior del modo siguiente.

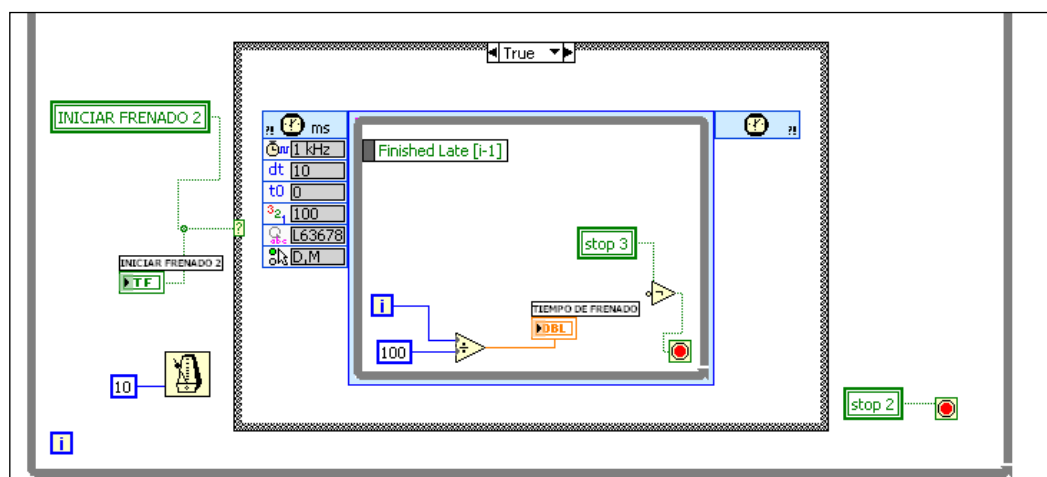


Figura 3.8 Esquema del temporizador.

Creo un retardo en le mismo laso para el tiempo, cojo un comparador en la señal y se coge otra variable local.

Creo variables locales que estén en la estructura, y también sub vi. necesarios para el desarrollo de fórmulas.

IV PRUEBAS Y UTILIZACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.

En el proceso de pruebas hemos utilizados tres tipos de vehículos con los cuales nos sirven para dar parámetros en el banco de pruebas.

Para su mejor comprensión en el capítulo IV (de menor volumen) hemos determinado en dos temas como lo indica el nombre del capítulo.

4.1 Procesos de utilización del banco de pruebas.

Es muy importante leer esta parte para tener como referencia seguridad y efectividad en resultados.

El objetivo principal del banco de pruebas es determinar el tiempo de reacción de los frenos ya sea deteniendo el vehículo en forma violenta o paulatinamente.

Los procesos son los siguientes:

1. Es necesario por norma de seguridad trabajar en el banco de pruebas un mínimo de 3 personas, ubicadas de la siguiente manera:

- Una dentro del vehículo
- Otra persona en la caja de control para ACTIVAR los motores eléctricos. El banco se acciona solo desde la caja de control, esto por razones de seguridad y protección tanto del equipo como de los operarios.
- Y el tercer operario en la computadora para recopilar datos y guiar a sus compañeros de trabajo.

2.- Asegurarse de que las luces de color rojo de la caja de control estén encendidas, en caso de no estarlo subir la energía en dicha caja activado los breakers.

3.- Conducir el vehículo hacia el los rodillos con una alineación muy precisa es recomendable que las otra personas guíen al conductor.

4.- Encender la computadora y tener activado el programa puesto en el escritorio, conectar el cable USB y esperar hasta que la computadora reconozca a la tarjeta de adquisición.

5.- Esta persona debe indicar a la de la caja de control y al operario del vehículo ya estar listo para la prueba.

6.- Encender los motores a través de los botones de color verde indicado en la caja de operaciones.

7.- En este momento el carro intentará buscar su lugar de balance y el (si esta de frente) operario debe buscar su estabilidad.

8.- El operario del vehículo debe esperar por la señal de autorización de la persona que esta dentro del carro, una vez con esta señal se proceder a frenar, de diferentes maneras y reacción repetir por tres veces la operación para verificar resultados.

9.- Girar el vehículo y realizar la prueba otra vez.

10.- Para sacar el vehículo de los rodillos del lugar donde tiene la tracción, se deber girar la manilla en el computador donde dice anti horario, colocar en primera marcha el vehículo y encender los motores al mismo tiempo; en este momento va a salir hacia delante el carro (tener cuidado)

4.2 Pruebas y datos adquiridos.

Para efecto o realización de las pruebas, las realizamos en dos Vehículos, facilitados por la Facultad, obtenido los siguientes datos.

4.2.1 Chevrolet Súper Carry.

4.2.1.1 frenado eje trasero.

Prueba 1:

Rueda derecha	Rueda izquierda
2.70 s	1.59 s

Prueba2:

Rueda derecha	Rueda izquierda
2.29s	1.31s

Prueba 3:

Rueda derecha	Rueda izquierda
2.32s	1.34s

4.2.1.2 frenado eje delantero.

Prueba 1:

Rueda derecha	Rueda izquierda
1.90s	1.90s

Prueba 2:

rueda derecha	rueda izquierda
4.24s	4.26s

Prueba 3:

Rueda derecha	Rueda izquierda
1.80s	1.82s

4.2.1.3 Análisis de resultados eje posterior.

- Como podemos ver en los datos adquiridos en el eje trasero, existe una diferencia entre ruedas de casi un segundo, en todas las pruebas realizadas.
- Existe una diferencia entre las dos llantas del eje trasero, que es perjudicial en el desenvolvimiento correcto de los mismos.
- Los frenos no están calibrados correctamente.

4.2.1.4 Análisis de resultados eje delantero.

- No existe una diferencia considerable entre las dos llantas de este eje, en todas las pruebas realizadas.
- Los frenos no necesitan una calibración.

4.2.2 Chevrolet Vitara.

4.2.2.1 Eje delantero

Prueba 1:

Rueda derecha	Rueda izquierda
1.72s	1.72s

Prueba 2:

Rueda derecha	Rueda izquierda
1.65s	1.65s

Prueba 3:

Rueda derecha	Rueda izquierda
2.32s	2.35s

4.2.2.2 Eje posterior

Prueba 1:

Rueda derecha	Rueda Izquierda
4.02s	2.92s

Prueba 2:

Rueda derecha	Rueda Izquierda
3.82s	1.72s

Prueba 3:

Rueda derecha	Rueda Izquierda
5.83s	4.73s

4.2.2.3 Análisis de resultados eje delantero.

- Según los datos obtenidos en las pruebas realizadas, podemos ver una simultánea lectura.

- En vista de la precisión, y rapidez de reacción no necesitan ser revisado los frenos delanteros.

4.2.2.4 Análisis de resultados eje posterior.

- Según los datos obtenidos, existe una marcada diferencia entre la llanta derecha y la izquierda.
- Es necesario realizar la calibración de los frenos posteriores.

4.2.3 Conclusiones.

- Como podemos ver en los datos de las pruebas realizadas a los vehículos nos damos cuenta que existe mayor precisión y reacción, en los ejes delanteros.
- Existe mayor precisión y menor falla los frenos que se regulan automáticamente como sucede en los frenos de disco.

- Existe mayor falla en los frenos que no poseen regulación automática como en frenos de sistema de tambor.

4.2.4 Recomendaciones.

- Es necesario revisar los frenos de los vehículos.
- Es recomendable prestar principal importancia a los ejes posteriores de los vehículos ya que poseen fallas considerables.
- Siempre tomar un mínimo de tres datos por eje para si poder tener un mayor margen de precisión en los datos.

4.3 CONCLUSIONES.

- Se pudo determinar la eficiencia y tiempo de frenado por medio del banco d pruebas.
- Disminuimos los tiempos de verificación de frenos, ahorrando tiempo y mano de obra.

- Es importante tomar en cuenta la tarjeta de adquisición utilizada ya que esta adquiere y trasmite de manera eficiente, según los requerimientos en es este Banco.
- No se pudo establecer una lectura eficiente de los datos por medio de sensores ópticos, ya que estos por agentes externos (luz) varían su lectura produciendo una falla en su utilización.
- Es de mejor utilidad la utilización de un sensor magnético. Ya que con su lectura al campo magnético lee de manera eficiente, además de su fácil adquisición en le mercado para un cambio.
- La lectura es la misma sea que el vehículo este en marcha de frente o en marcha de retro.
- Por medidas de seguridad se opto por invertir el sentido de giro de los rodillos para facilitar una lectura solo frontal.
- Ingresar el vehículo lo mas centrado posible para evitar perdidas de tiempo y que el vehículo se deslice hacia los lados.
- El vehiculo tiende una vez montado en el banco a buscar su punto de equilibrio, moviéndose a los lados.
- En vista de la eficiencia y la facilidad de accionamiento del programa, nos vimos obligados a realizar el encendido del banco de manera mecánica. Ya de esta manera podemos

precautelar la integridad de los operarios, vehículos y el banco, teniendo el control de manera directa.

- Es necesario que el vehículo que desee realizar la verificación del sistema de frenos en este banco, tenga las llantas en excelente estado, para una correcta lectura al momento del frenado.
- En vista de haber efectuado varias pruebas en sin numero de vehículos podemos tener una referencia en cuanto a márgenes o valores para poder guiarnos de manera fácil y eficaz:

Peso del vehiculo	Tiempo de frenado (freno disco)
900 kg – 1200 kg	1.1 s – 1.3 s
1200 kg – 1600 kg	1.2 s – 1.3 s
1600 kg – 2000 kg	0.7s – 1.2 s

Peso vehiculo	Tiempo de frenado (freno tambor)
900 kg – 1200 kg	1.8 s – 2 s
1200 kg – 1200 kg	1.8 s – 2.5 s
1600 kg – 2000 kg	2 s – 2.7 s

Tenemos que tomar en cuenta que estos valores fueron, son adquiridos al vehiculo frenar en impacto y son simplemente un margen referencial. El diagnostico de ver

unos frenos deficientes son al momento de realiza las pruebas observadas por el operario.

4.4 RECOMENDACIONES.

- Instruirse de manera eficiente de la utilización del banco.
- Limpiar el área de trabajo.
- Revisar si las conexiones se encuentran en buen estado, y de manera correcta, caso contrario comunicar a las personas indicadas.
- Verificar la alimentación correcta en el equipo.
- Verificar previamente el correcto funcionamiento, del banco antes de la montada del vehiculo.
- Utilizar el banco de pruebas de acuerdo a lo establecido sin omitir o improvisar paso establecidos.
- No permitir utilizar el banco en vehículos con llantas desgastadas.
- Ingresar el vehículo lo más perpendicular al banco posible.
- En el ingreso de frente del vehículo, sostener el volante firmemente, y buscar el punto de equilibrio con ligeros movimiento a los costados una vez encontrado el equilibrio sostener el volante.
- El conductor estar atento a la señal de frenado para poder establecer una excelente lectura.

- En el momento de efectuar las pruebas siempre deben estar un mínimo de tres personas para precautelar el banco y la integridad de los operarios.
- Tomar un mínimo de tres lecturas por eje en distintas formas como son: freno progresivo, freno instantáneo, para tener una correcta interpretación de datos.
- Comunicar de una manera eficiente los datos obtenidos.
- No esforzar el banco y ninguno de sus componente para mayor utilización y vida útil del mismo

BIBLIOGRAFÍA

- ED CULTURAL S.A, Manual del automóvil.
- ED MIR MOSCU, Fundamentos de teoría y cálculo de tractores y automóviles.
- ED CULTURAL S.A. Manual del automóvil tomo II.
- ED II PRENTICE HALL HISPANO AMERICANA, Diseño de elementos de máquinas.
- NATIONAL INSTRUMENTS, Manual de DAQ 6008.
- ED ESPANOLA, Manual de la CEAC.
- www.nationalsinstruments.com
- www.normasUNE.com

Latacunga, 13 de Diciembre del 2007

ELABORADO POR:

MANUEL HORACIO HIDROVO MACÍAS

CHRISTIAN DAVID ENRÍQUEZ SIGÜENCIA

EL COORDINADOR DE CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

Ing. JUAN CASTRO

EL SECRETARIO ACADEMICO

Dr. EDUARDO VÁSQUEZ