

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE TECNOLOGIA

CARRERA MECANICA AUTOMOTRIZ



EXAMEN DE GRADO

NIVEL LICENCIATURA

TRABAJO DE APLICACIÓN

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SIMULADOR DIDÁCTICO DE FRENOS
HIDRÁULICO ABS”**

POSTULANTE: OMAR BELTRÁN MAMANI CONDORI

La Paz – Bolivia

2014

RESUMEN

El desarrollo del Trabajo de Aplicación señala claramente los aspectos relacionados al “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SIMULADOR DIDÁCTICO DE FRENOS HIDRÁULICO ABS” desde el diseño mismo de la estructura, calculo de esfuerzos, elección del material y finalmente instalación de los elementos que componen el simulador.

El simulador didáctico de frenos ABS se construyó en predios de la Carrera Mecánica Automotriz de la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor de San Andrés, con ayuda de las herramientas y equipos con los que cuenta la Carrera.

El simulador está equipado con el sistema de frenos ABS de un automóvil Toyota IPSUM, los elementos principales del sistema fueron distribuidos en el simulador de tal forma que facilite su observación en condiciones de funcionamiento así como de los parámetros de Presión, Tensión y resistencia.

Se colocaron manómetros para verificar la presión del sistema así también se adecuo la posición de los conectores para un fácil diagnostico de los sensores.

Para simular el movimiento de las ruedas se incorporó un motor eléctrico trifásico con el cual por medio de una transmisión por poleas, se consigue una variación de velocidad.

El simulador didáctico de frenos ABS proporcionara a los estudiantes de la Carrera Mecánica Automotriz una herramienta más para prepararse académicamente, además facilita la comprensión del sistema, y al mismo tiempo permitirá su apreciación en condiciones de funcionamiento.

DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mis padres; Raúl Mamani y Froilana Condori, que con amor y sacrificio supieron motivarme moral y materialmente para culminar mis estudios, gracias por su comprensión y su apoyo sincero y desinteresado, a mis hermanos Ever y Rosario quienes me apoyaron durante estos largos años de travesía Universitaria, aconsejándome y brindándome su afecto.

Igualmente mis infinitas gracias a Dios, por darme la fuerza necesaria en los momentos en que más lo necesité.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor de San Andrés por facilitarme el material bibliográfico necesario, a los Docentes y Compañeros de la carrera Mecánica Automotriz, especialmente al Licenciado Edgar Quiroga Vilca docente de la Carrera y al señor Víctor encargado de Almacenes de la Carrera, por su constante apoyo y colaboración en el proceso de construcción del equipo.

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES.....	1
3. JUSTIFICACION.	2
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
4.1 Identificación del problema.....	3
4.2 Formulación del problema	3
5. OBJETIVOS	4
5.1 Objetivo general	4
5.2 Objetivos específicos	4
6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
6.1 SISTEMA DE FRENOS.....	5
6.1.1 FUNCION DEL SISTEMA	5
6.1.1.1 REQUISITOS DEL SISTEMA DE FRENOS.....	5
6.1.1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA... ..	5
6.1.2 SISTEMA DE FRENOS DE SERVICIO	6
6.1.2.1 SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGIA.....	6
6.1.2.2 SISTEMA DE ACCIONAMIENTO.....	7
6.1.2.3 SISTEMA DE TRANSMISION.....	7
6.1.2.4 COMPONENTES DEL SISTEMA.....	7
6.1.2.5 SISTEMAS ADICIONALES.....	13
6.1.2.6 SISTEMA DE FRENADO....	13
6.2 DESCRIPCION GENRAL DEL SISTEMA DE FRENOS ABS.....	14
6.2.1 DESLIZAMIENTO DE LAS RUEDAS.....	15
6.2.2 FUERZA DE ROZAMIENTO... ..	16
6.3 COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENOS ABS.....	17
6.3.1 SENSORES DE VELOCIDAD DE LAS RUEDAS	18

6.3.2	GRUPO HIDRÁULICO	20
6.3.3	UNIDAD ELECTRÓNICA DE MANDO (CALCULADOR).....	23
7.	MARCO PRACTICO	24
7.1	COMPONENTES DEL SIMULADOR DE FRENOS ABS	24
7.1.1	COMPONENTES DEL SISTEMA DE FENOS HIDRAULICO	25
7.1.2	COMPONENTES DEL SISTEMA ABS.....	27
7.1.3	EQUIPOS UTILIZADOS.....	29
7.2	UBICACIN DE LOS COMPONENTES EN EL SIMULADOR.....	30
7.3	DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.....	35
7.4	CALCULO DE ESFUERZOS EN LA ESTRUCTURA.....	38
7.4.1	CALCULO DE REACCIONES	38
7.4.2	CALCULO DE LAS VELOCIDADES DE FUNCIONAMIENTO	42
7.4.3	DETERMINACION DE LAS PRESIONES EN LOS CILINDROS.....	45
7.5	ADAPTACION DE COMPONENTES.....	47
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
8.1	CONCLUSIONES	51
8.2	RECOMENDACIONES	51
9.	BIBLIOGRAFÍA	52
10.	ANEXOS.....	A
	ANEXO No 1. ADOPCION DEL SISTEMA ABS POR MODELOS..	A
	ANEXO No 2. DIAGRAMA ELECTRONICO DEL ABS.	B
	ANEXO No 3. CONECTOR DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRONICO DEL ABS.....	B
	ANEXO No 4. SECUENCIA DE PROBLEMAS SEGÚN MANUAL DE VEHICULOS TOYOTA.....	C

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SIMULADOR DIDÁCTICO DE FRENOS HIDRÁULICO ABS”

1. INTRODUCCION

En los últimos años, se han introducido en el mundo de la industria automotriz, una serie de innovaciones tecnológicas que han dado como resultado un nuevo concepto de automóvil a nivel de: Prestaciones mecánicas, aumento de la confortabilidad, aumento de la seguridad tanto pasiva como activa, reducción del peso, reducción del consumo de combustible, reducción de emisiones de gases contaminantes, etc.

Uno de los sistemas que influye en la seguridad, maniobrabilidad y estabilidad del vehículo, es el sistema de frenos, el cual a la par de las innovaciones tecnológicas ha sufrido cambios y mejoras, por un lado en su funcionamiento y también en su forma constructiva.

El sistema de frenos antibloqueo, ABS por sus siglas en ingles, representa un gran avance en la tecnología automotriz, permite un control más preciso del procedimiento de frenado con relación a un sistema convencional.

Sin embargo la falta de información hace que muchos conductores e incluso técnicos en el área desconozcan las ventajas ofrecidas por este sistema.

Bajo este concepto es fundamental conocer a profundidad el funcionamiento de los elementos que conforman el sistema de frenos ABS, para hacer uso correcto del mismo.

El tema del proyecto de aplicación responde a investigar, diseñar y construir un simulador didáctico del funcionamiento de un sistema de frenos hidráulico equipado con ABS.

2. ANTECEDENTES

Los orígenes de los sistemas ABS se remontan a los comienzos del pasado siglo, aplicados al transporte ferroviario y realizar siempre soluciones mecánicas en su

totalidad. A partir de los años 50 (después de la Segunda Guerra Mundial), se diseñan unos sistemas antibloqueo de frenos electromecánicos para el control de los trenes de aterrizaje de los aviones a reacción, diseños que se incorporaron más tarde, hacia 1960, en vehículos industriales. Una de las primeras aplicaciones interesantes fue la que se realizó en el modelo deportivo Británico “Jensen FF” de cuatro ruedas motrices. Aunque los resultados de su utilización fueron buenos, debido a lo complicado y al alto costo del dispositivo, resultaba no viable para modelos de gran serie, no obteniendo continuidad en su uso. Es en 1970 cuando la firma Alemana BOSCH desarrolla un dispositivo eficaz y con la posibilidad de comercialización a gran escala, gracias a la aparición de la electrónica analógica, debido a la simplificación de componentes y a la reducción de costes implicada por la utilización de esta nueva tecnología. En 1975 se comienzan a implantar en vehículos pesados y más tarde, ya con la ayuda de la electrónica digital, la firma BOSCH en colaboración con la marca MERCEDES BENZ, instalan el primer sistema ABS en un coche de serie (como equipo opcional). Esto sucedió en Octubre de 1978 el modelo en el que se instaló fue el Mercedes de la clase S. Posteriormente, en Diciembre de 1978, la firma Alemana BMW, también instala el sistema ABS, en sus vehículos de la serie 7 (como equipo opcional). La primera firma que incorporó el sistema ABS, como equipo de serie, fue OPEL, que en Diciembre de 1983 lo instaló en sus vehículos OPEL SENATOR.

3. JUSTIFICACION

Los frenos constituyen uno de los sistemas más importantes de seguridad de un automóvil, en virtud de ello, los fabricantes dedican mucho tiempo al desarrollo y diseño de los sistemas de frenado. Buena prueba de ello es que hoy en día podemos encontrar vehículos capaces de pasar de 150 km/h a 0 en escasos 75 metros. Cuando estos vehículos equipados con ABS ya se han detenido, un vehículo sin ABS aun se mueve

con una velocidad aproximada de 50 km/h. Este tipo de vehículos son fruto de años de evolución de la industria automovilística¹.

En los nuevos sistemas de ABS (sistema antibloqueo), el vehículo al frenar bruscamente no pierde su maniobrabilidad y su huella permanece estable independientemente del estado de la superficie por la que se encuentre transitando. Este sistema está vigente en los turismos de la gama más alta y actualmente este sistema podemos encontrarlo de serie en todos los vehículos de gama alta, media y en caso opcional en los de gama baja.

Por este motivo nos hemos visto en la necesidad de construir un equipo que permita capacitar al estudiante de la carrera Mecánica Automotriz de la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor de San Andrés, para poder dar un correcto mantenimiento a estos sistemas de frenos. Así en este trabajo podemos encontrar la información teórica acerca del sistema de frenos ABS, su funcionamiento y también la construcción de un simulador didáctico del sistema de frenos hidráulico equipado con ABS” en el cual se apreciará de una manera real el funcionamiento de dicho sistema.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1. Identificación del problema

Los componentes de un sistema de frenos ABS pueden ser estudiados fácilmente cuando el vehículo está estacionado, sin embargo esta acción se dificulta cuando el vehículo se encuentra en condiciones de funcionamiento.

4.2. Formulación del problema

¿Cómo podríamos facilitar el estudio físico de los componentes de un sistema de frenos ABS en condiciones de funcionamiento?

¹ H. Gerschler . (2004).Tecnología del Automóvil. Alemania

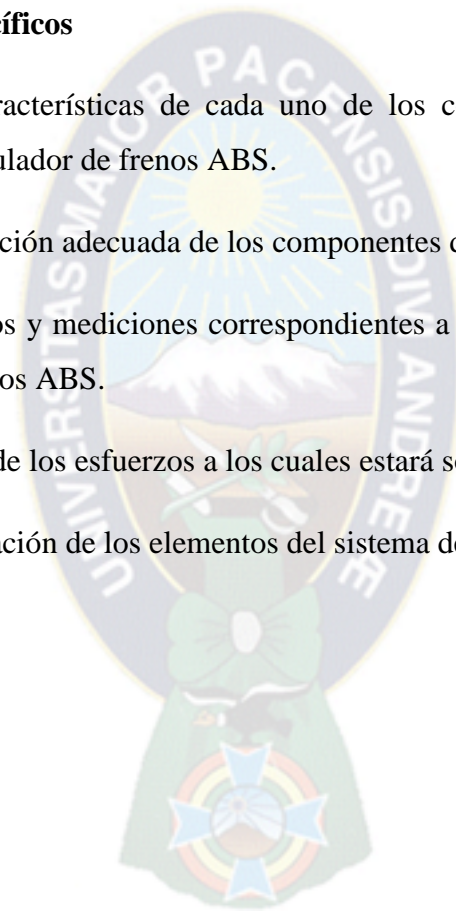
5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Diseñar y construir un simulador que permita el estudio físico de los componentes de un sistema de frenos ABS en condiciones de funcionamiento.

5.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características de cada uno de los componentes necesarios para la construcción del simulador de frenos ABS.
- Determinar la ubicación adecuada de los componentes del simulador de frenos ABS.
- Realizar los cálculos y mediciones correspondientes a la construcción de la estructura del simulador de frenos ABS.
- Realizar el cálculo de los esfuerzos a los cuales estará sometido el equipo.
- Programar la instalación de los elementos del sistema de frenos ABS en la estructura.



6. FUNDAMENTACION TEORICA

6.1. SISTEMA DE FRENOS.

6.1.1. FUNCION DEL SISTEMA.

La función del sistema de frenos es reducir progresivamente la velocidad del vehículo, detenerlo y mantenerlo detenido cuando está estacionado.

6.1.1.1 REQUISITOS DEL SISTEMA DE FRENOS.

Los requisitos que debe cumplir el sistema son:

- Disponer de una alta fiabilidad.- Con este fin se utilizan materiales de alta resistencia confiabilidad además que se diseñan sistemas de frenado con doble circuito independientes entre sí para que en caso de fallas, estas solo inhabiliten a un circuito mientras el otro sigue en funcionamiento.
- Requerir bajo esfuerzo.- Antiguamente en vehículos comerciales era suficiente el esfuerzo del conductor, actualmente, al incrementarse las velocidades de circulación y el tamaño de los vehículos de autotransporte, se busca proporcionar auxilio al esfuerzo del conductor.
- Detención en la mínima distancia posible.- En función de las altas velocidades de circulación, la congestión de las carreteras y autopistas y en resguardo de la seguridad, se busca optimizar el sistema para lograr la menor distancia de frenado posible².

6.1.1.2. COMPONENTES DEL SISTEMA.

Para cumplir la función de reducción progresiva y detener el vehículo, el sistema de frenos dispone de:

² Zegarra Verastegui Justiniano. CONCEPTOS DEL DISEÑO DEL AUTOMOTOR.

- Frenos de servicio: Operados por el mecanismo de control (Pedal de frenos en los vehículos comerciales).
- Frenos de emergencia: Que actúan bajo ciertas condiciones de riesgo, por ejemplo el uso de frenos de estacionamiento.
- Frenos auxiliares: Que colaboran con los de servicio, por ejemplo: El freno motor.
- Frenos de estacionamiento: También conocido como freno de mano³.

6.1.2. SISTEMA DE FRENOS DE SERVICIO.

Los componentes del sistema de frenos de servicio son:

- Sistema de suministro de energía.
- Sistema de accionamiento.
- Sistema de transmisión de esfuerzo.
- Sistemas adicionales.
- Sistema de frenado.

6.1.2.1 SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGIA.

Proporciona la energía necesaria para generar la fuerza de frenado. Bajo este concepto el sistema de frenos puede ser:

- Muscular.
- Asistidos.
 - o Servo asistidos.
 - o Hidráulicamente asistidos.
- Energía Externa.

³ Zegarra Verastegui Justiniano. CONCEPTOS DEL DISEÑO DEL AUTOMOTOR.

- Neumáticos.
- Hidráulicos.
- Hidroneumáticos.

6.1.2.2 SISTEMA DE ACCIONAMIENTO.

Son los componentes que inician y regulan el funcionamiento del sistema accionando una señal de control. Comienza donde se aplica la fuerza de actuación y termina donde se genera la energía de frenado.

En los vehículos comerciales es el pie del conductor; en vehículos industriales puede ser por acción indirecta (Al soltar el pie del acelerador) o automática (Frenado de remolques).

6.1.2.3 SISTEMA DE TRANSMISION.

Son los componentes que transmiten la energía de frenado desde el punto de generación de esta energía hasta aplicar el esfuerzo en el mecanismo que genera la fuerza de frenado. El sistema de transmisión puede ser.

- Mecánicos: Cables, Varillas, Tornillos, etc.
- Hidráulicos: Utilizan circuitos hidráulicos para transmitir la energía de frenado.

6.1.2.4 COMPONENTES DEL SISTEMA.

Pedal de Freno

Mediante este el conductor aplica la fuerza deseada de frenado, va conectado mediante un sistema de palancas la bomba o cilindro maestro.⁴

⁴ Robert Bosch. Sistemas de frenos. Pág. 3.

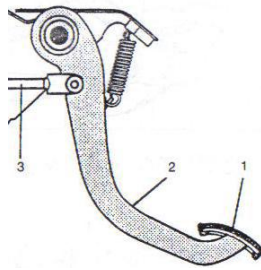


Figura 1. Pedal de Frenos.

Servofreno

Está instalado entre el pedal de freno y el cilindro maestro, activa y ayuda a la aplicación de los frenos hidráulicos de un automóvil.

El servofreno aprovecha la depresión generada por la cámara de combustión (0,5...0,8 bar) para proporcionar una fuerza adicional a la que aplica el conductor del vehículo.

Amplifica la fuerza del pedal de freno hasta 5 veces.⁵



Figura 2. Servofreno.

Bomba de Freno

La bomba de freno es la encargada de proporcionar la debida presión al líquido, enviándolo a los cilindros de rueda, donde producirá la aplicación de las superficies frotantes.

⁵ Robert Bosch. Sistemas de frenos. Pág. 4.

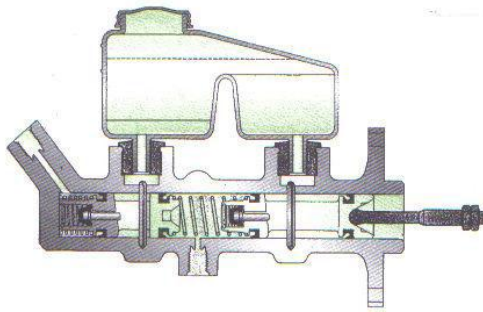


Figura 3. Bomba de Frenos.

Depósito

Se encuentra ubicado sobre el cilindro maestro y contiene en su interior el líquido de frenos.

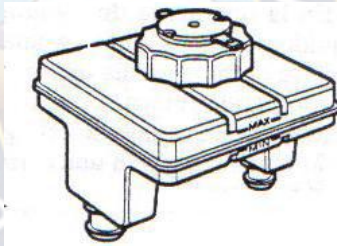


Figura 4. Deposito de liquido de Frenos.

Conductos

Son tubos de cobre, latón o acero protegido por un revestimiento y se fijan a la carrocería por el exterior del piso, los empalmes de los tubos se realizan por medio de racores, para el acoplamiento a los cilindros de rueda se emplean mangueras flexibles que se fijan al cilindro de rueda por medio de un tornillo hueco y con interposición de arandelas de cobre, por el otro extremo la manguera flexible se une a la tubería rígida por medio de un racor⁶.

Las canalizaciones deben resistir presiones de hasta 150 bares pero se utilizan de hasta 400 bares. Por ellos se transporta el líquido de frenos hacia los cilindros de las ruedas.

⁶ Robert Bosch. Sistemas de frenos. Pág. 5.

El Tambor de Freno

Se une al buje de rueda por medio de tornillo y se fija a su vez a la llanta de rueda, el tambor se fábrica de fundición perlítica centrifugada, para que su superficie de frotamiento contra la zapata sea resistente al desgaste y la deformación. En su periferia se bordea con una pestaña para evitar la entrada de agua o polvo al interior. A fin de limitar el aumento de temperatura a nivel de las superficies de fricción es necesario que el calor producido se disipe rápidamente en la masa del metal, evacuándose al aire ambiente. Con este objeto se disponen unas nervaduras en la periferia del tambor.

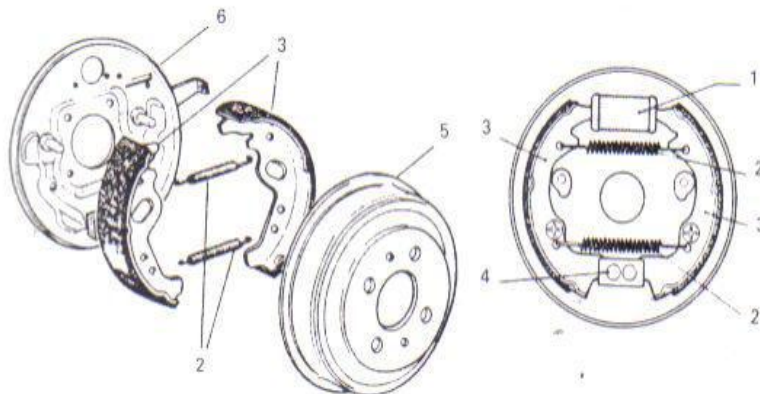


Figura 5. Tambor de Frenos.

Cilindro de Freno

Utilizado en los frenos de tambor. El líquido desplazado por la bomba de freno cuando se pisa el pedal, llega a cada uno de los cilindros de rueda (Figura 6). Constituido por un cilindro 2, en cuyo interior se alojan los pistones 1 en oposición, delante de los cuales se dispone una guarnición 3, adaptada perfectamente al cilindro. Estos dos pistones se mantienen separados entre sí por la acción de un muelle.⁷

⁷ Robert Bosch. Sistemas de frenos. Pág. 6.

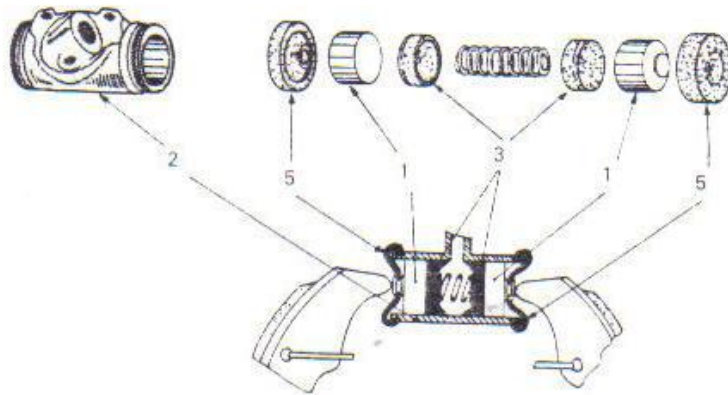


Figura 6. Cilindro de Frenos.

En el cilindro hay practicado dos orificios roscados, en uno de los cuales se acopla el purgador y en el otro la canalización de llegada del líquido. Cuando este entra al cilindro, produce la separación de los pistones 1, que a su vez empujan a las zapatas. Las guarniciones flexibles 3 de los émbolos están configuradas de modo que la presión hidráulica las adapte perfectamente a las paredes del cilindro, produciendo una excelente hermeticidad que impide la fuga de líquido al exterior. Para evitar la entrada de polvo o suciedad a los bombines se disponen dos guardapolvos 5 en ambos extremos.

Los sellos deben ser compatibles con el líquido en el cual se van a desempeñar generalmente líquidos en base sintética.

No deben dilatarse más allá de lo especificado al contacto con el líquido.

- No se deben descomponer cuando son sometidas a alta temperatura.
- No deben presentar adhesividad (pegajoso) al entrar en contacto con líquido de frenos.
- No deben presentar manchas superficiales al estar almacenadas.
- Los sellos de mayor uso en el mercado se producen en caucho natural.

Pistón de Freno

Utilizado en los frenos de disco, se encuentra ubicado en el conjunto de la mordaza de freno, este recibe la presión de la bomba, esta provisto de una guarnición que realiza la estanqueidad necesaria, un guardapolvo que impide la entrada de suciedad en el cilindro de la mordaza. En la acción de frenado, el pistón es desplazado hacia fuera del cilindro aplicando la plaqueta o a la pastilla de freno contra en disco.

En algunas ocasiones se utilizan dos pistones, que pueden ser accionados simultáneamente o por circuitos independientes que aseguren el funcionamiento de los frenos en caso de fallo de uno de los circuitos.⁸

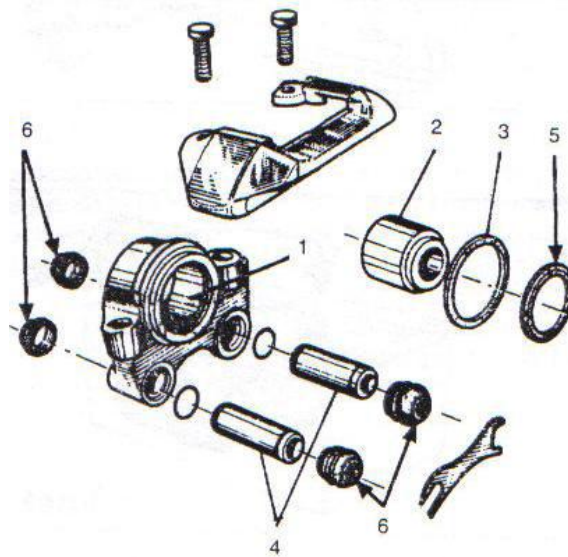


Figura 7. Pistón de Frenos.

Disco de Freno

El material utilizado en la fabricación de los discos de freno suelen ser el acero al cromo, o la fundición gris perlítica aleada con cromo, que presenta alta resistencia a las ralladuras y a la corrosión, además de una buena conductividad térmica y resistencia mecánica. El cromo confiere a las superficies de frotamiento un acabado fino. Este

⁸ H. Gerschler . (2004).Tecnología del Automóvil. Alemania

acabado tiene una influencia primordial sobre el desgaste de las pastillas y las superficies de frotamiento deberían ser perfectamente planas, presentando un ovalamiento y un paralelismo entre caras inferior a 0.1mm.

Con el objeto de la evacuación del calor que se produce por la fricción existen los discos ventilados, dotados de orificios radiales en toda su periferia, que con rotación del disco establece unas corrientes de aire que mejoran notablemente la evacuación del calor generado⁹.

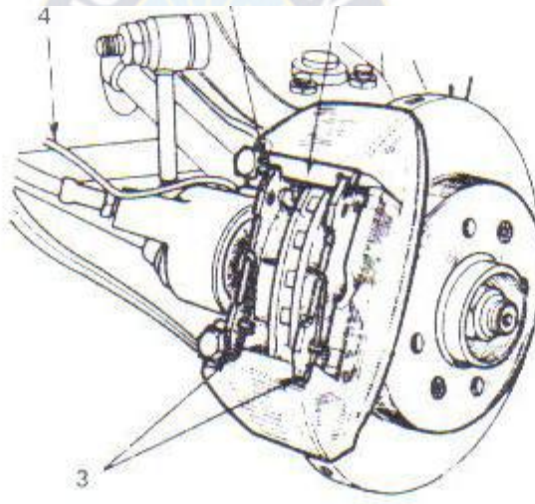


Figura 8. Disco de Frenos.

6.1.2.5 SISTEMAS ADICIONALES.

Son los mecanismos que colaboran con la acción y el control del frenado, Ejemplo: El sistema de frenos ABS. (Antiblocking Break Sistem) o el sistema de frenos automáticos de los remolques.

6.1.2.6 SISTEMA DE FRENADO.

Conformado por los mecanismos que, recibiendo la energía de frenado, desarrollan el esfuerzo de frenado que puede ser:

⁹ H. Gerschler . (2004).Tecnología del Automóvil. Alemania

- **Eléctrico.-** Acción electro magnética que reduce el movimiento de rotación.
- **Hidráulico.-** Genera fuerzas hidráulicas al circular fluidos por circuitos hidráulicos.
- **Freno motor.-** Acción de reducción de velocidad de giro del motor que, al estar conectado con las ruedas a través del sistema de transmisión, reduce la velocidad de giro de las ruedas.
- **Fuerza de Rozamiento.-** El mas utilizado en vehículos comerciales, consiste en conectar elementos fijos sobre elementos en movimiento generando fuerzas de fricción que reducen el movimiento con la consecuente generación de calor.
- **Rozamiento sobre ejes.-** Aplicar una cinta sobre el eje de las ruedas.
- **Rozamiento en las ruedas.-** Aplican la fuerza de fricción al interior de la rueda:
 - Frenos de tambor: Aplican el esfuerzo en zapatas (elemento fijo) sobre el tambor que gira junto a la rueda.
 - Frenos de Disco: Aplican el esfuerzo en Pastillas (Elemento fijo) sobre discos que giran con la ruedas.

6.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE FRENOS ABS.

En condiciones de frenado normales, el ABS permanece pasivo, es decir, la presión admitida en el cilindro de la rueda corresponde a la generada por el conductor en el cilindro maestro, el problema surge en el momento en el que alguna de las ruedas se bloquea. Si las ruedas delanteras se bloquean, será imposible controlar la dirección del vehículo, por otro lado si las ruedas traseras se bloquean la diferencia entre los coeficientes de fricción entre el lado izquierdo y derecho de la carretera causara que un giro de la parte trasera del vehículo ocurra¹⁰.

¹⁰ Manual de mantenimiento TEAM para Toyota Célica, Sistema de frenos ABS.

El ABS controla la presión hidráulica actuando sobre los cilindros de las ruedas, de modo que las ruedas no se bloquean si los frenos son aplicados en una parada de emergencia o de pánico, esto ayuda a mantener una buena estabilidad direccional durante el proceso de frenado.

6.2.1.- DESLIZAMIENTO DE LAS RUEDAS

La diferencia entre que tan rápido se desplaza un vehículo y la velocidad lineal de las ruedas cuando se aplican los frenos se conoce como deslizamiento. Una relación de cero deslizamientos refleja el hecho de que no hay deslizamiento, el sistema ABS limita el deslizamiento de manera significativa.

El ABS controla el deslizamiento negativo (ocasionado cuando el conductor aplica presión excesiva a los frenos ocasionando el bloqueo de las ruedas), para proporcionar al conductor el mejor control del vehículo durante frenados bruscos. Bajo estas circunstancias, los neumáticos se deslizan sobre la superficie del camino, aumentando la distancia del frenado, reduciendo el control del vehículo y poniendo en peligro su estabilidad (Figura 9).

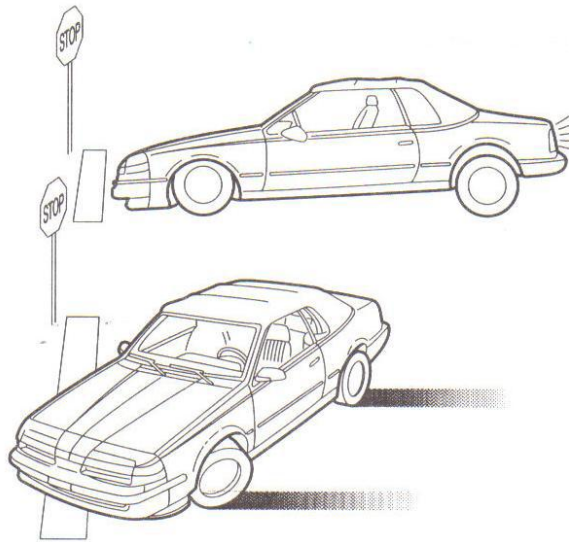


Figura 9. Deslizamiento de las ruedas

6.2.2.- FUERZA DE ROZAMIENTO.

Si un cuerpo se halla en contacto sobre otro cuerpo, para lograr el movimiento entre ambos se necesita una fuerza llamada fuerza de rozamiento que es proporcional a la fuerza normal aplicada entre ambos cuerpos. El coeficiente de proporcionalidad se denomina Coeficiente de rozamiento μ que depende de las características físicas de ambos cuerpos.¹¹

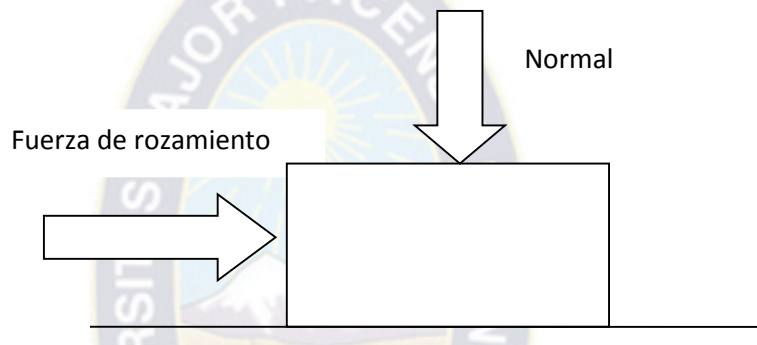


Figura 10. Descripción grafica de la fuerza de Rozamiento.

$$\mathbf{Fr} = \mu * \mathbf{N}$$

Este principio también establece que la fuerza de rozamiento para iniciar el movimiento es mayor a la fuerza de rozamiento necesaria para mantener el movimiento:

$$\mathbf{Fr} \text{ (estático)} > \mathbf{Fr} \text{ (dinámico)}$$

La primera aplicación de estos principios explica porque se mueve un automóvil.

¹¹ Zegarra Verastegui Justiniano. CONCEPTOS DEL DISEÑO DEL AUTOMOTOR.

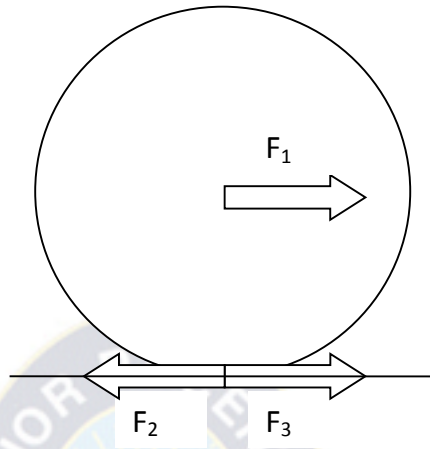


Figura 11. Descripción de las fuerzas que actúan sobre la rueda.

De acuerdo con el principio de inercia para lograr el movimiento es necesario aplicar una fuerza externa. En el caso del automóvil, las fuerzas F_1 y F_2 representan el par motor que llegan a las ruedas. De acuerdo con el principio de acción y reacción F_2 es la fuerza que la rueda aplica sobre el piso en el punto de contacto y por reacción el piso aplica sobre la rueda una fuerza de igual magnitud y de sentido contrario F_3 . En el punto de contacto se anulan las fuerzas F_2 y F_3 quedando la fuerza F_1 como la fuerza que origina el movimiento.¹²

6.3. COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENOS ABS.

Los componentes básicos del sistema de frenos ABS son: Los sensores de velocidad de las ruedas, el grupo hidráulico y el modulo o Unidad de Control Electrónica del ABS. El resto de los elementos del sistema de frenos son los mismos utilizados en un sistema convencional; mordaza, disco, tambor, pedal cilindro maestro servofreno, cilindros auxiliares, línea de cañerías metálicas y de goma, liquido de frenos, etc.

¹² Zegarra Verastegui Justiniano. CONCEPTOS DEL DISEÑO DEL AUTOMOTOR.

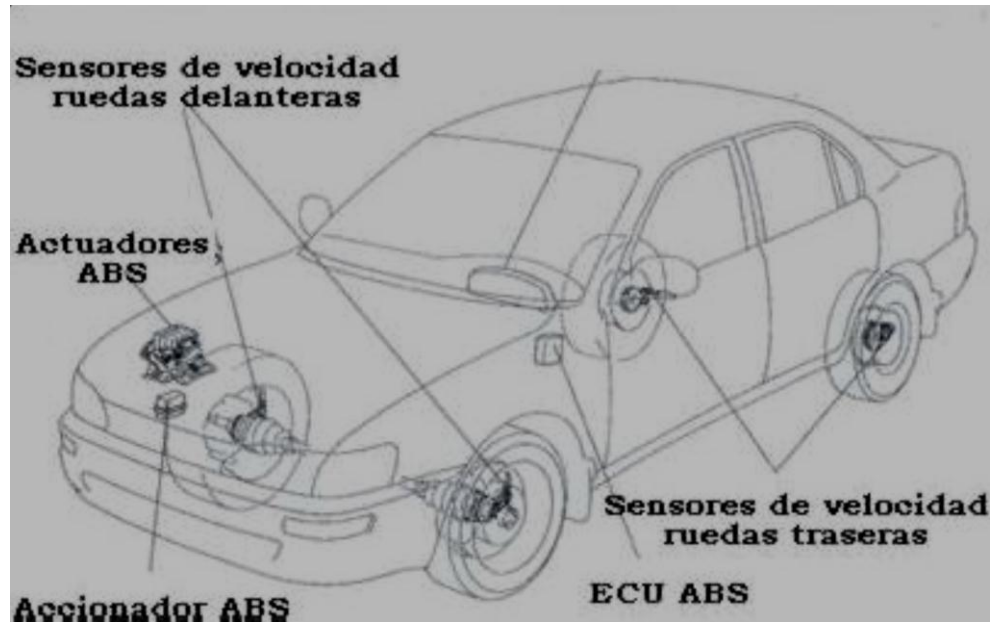


Figura 12. Componentes del sistema de frenos ABS

6.3.1. SENSORES DE VELOCIDAD DE LA RUEDAS.

Los sensores de velocidad de las ruedas delanteras y traseras consisten de un imán permanente, una bobina y un yugo. El sensor de velocidad de la rueda delantera está fijado al muñón de la dirección y el sensor de velocidad de la rueda trasera en el porta eje trasero. Además rotores dentados o ruedas fónicas están fijados a los ejes de impulsión delanteros y al cubo de la rueda trasera y de esta forma giran como una sola unidad con ellos.

1. Imán permanente.
2. Bobina.
3. Rueda Fónica.
4. Clavija polar.
5. Yugo o carcasa.

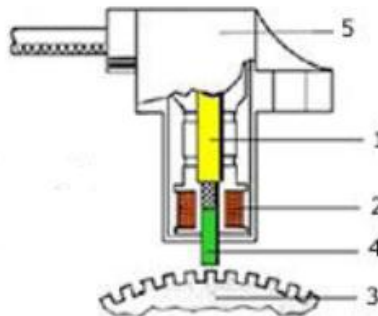


Figura 13. Sensor de la rueda

Hay dentados en la circunferencia de cada rueda fónica, de esta manera cuando el rotor está girando, un voltaje de corriente alterna AC que es proporcional a la velocidad rotacional del rotor es generado¹³.

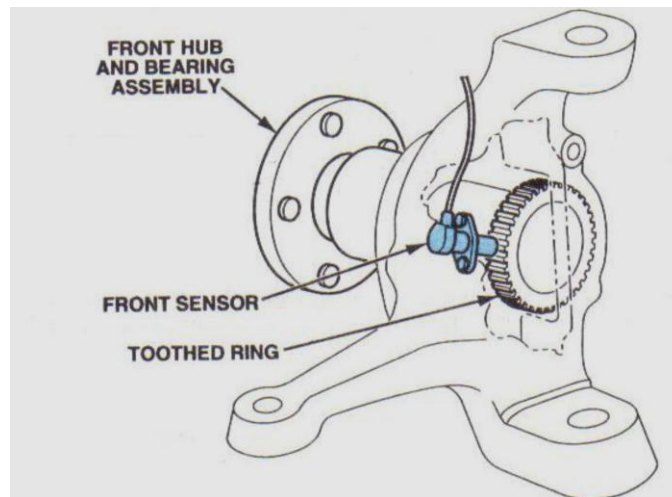


Figura 14. Ubicación del Sensor de la rueda

Este voltaje AC es utilizado para informar a la ECU de la velocidad de las ruedas de manera independiente.

Los tipos de sensores de la rueda se clasifican de la siguiente manera:

Inductivos. Los sensores de tipo inductivo generan una señal senoidal en base al giro de la rueda dentada, que esta acoplada al eje de cada rueda. Estos sensores no necesitan que la Unidad de Control Electrónico le envíe alimentación de voltaje.

Está conectado a la Unidad de Control a través de los terminales envueltos por un blindaje de cobre recubierto con aluminio y revestido con poliéster, o en modelos más sencillos, por un único terminal envuelto en un blindaje de cobre. Este blindaje se ata a algún punto de masa.

¹³ Manual de mantenimiento TEAM para Toyota Célida, Sistema de frenos ABS.

Este blindaje tiene la función de eliminar la posibilidad de que la Unidad de Control interprete como, señal de rotación, las señales de interferencia electromagnéticas presentes en el medio externo, como las generadas por los cables de bujía y alternador.

De efecto Hall. Los sensores de efecto Hall, conectan a tierra la señal que la Unidad de Control Electrónico les envía en base al giro de un rotor de diafragmas. Este tipo de sensores es similar al que utiliza el sistema de encendido Hall.

La señal resultante durante el giro de la rueda es una señal digital.

6.3.2. GRUPO HIDRÁULICO.

También llamado actuador del ABS cumple la función de aplicar o dejar de aplicar presión hidráulica desde el cilindro maestro de freno de acuerdo con las señales del modulo o la ECU, controlando de esta forma la velocidad de la rueda¹⁴.

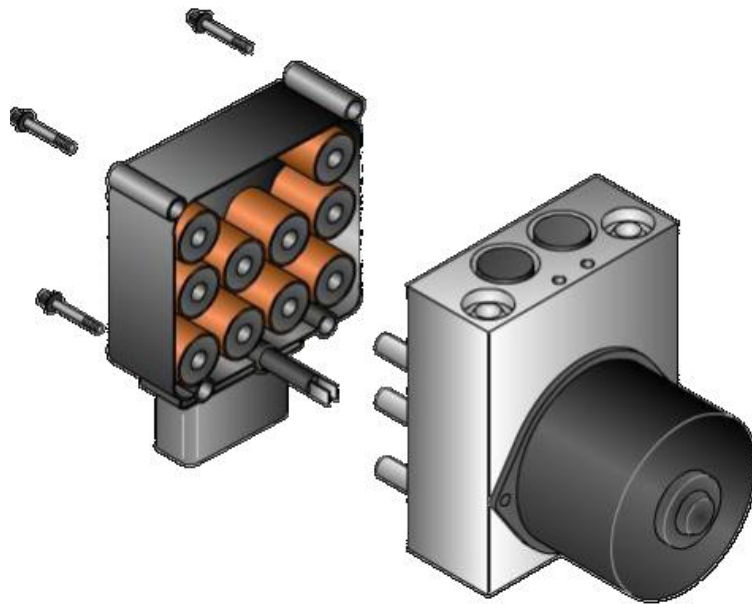


Figura 15. Grupo hidráulico.

¹⁴ H. Gerschler . (2004).Tecnología del Automóvil. Alemania

El unidad hidráulica está formada por un conjunto de motor-bomba, varias electroválvulas (tantas como canales tenga el sistema), y un acumulador de baja presión.

a) Electroválvulas

Están constituidas de un solenoide y de un inducido móvil que asegura las funciones de apertura y cierre. La posición de reposo es asegurada por la acción de un muelle incorporado. Todas las entradas y salidas de las electroválvulas van protegidas por unos filtros.

A fin de poder reducir en todo momento la presión de los frenos, independiente del estado eléctrico de la electroválvula, se ha incorporado una válvula anti-retorno a la electroválvula de admisión. La válvula se abre cuando la presión de la "bomba de frenos" es inferior a la presión del estribo. Ejemplo: al dejar de frenar cuando el ABS está funcionando.

El circuito de frenado está provisto de electroválvulas de admisión abiertas en reposo y electroválvulas de escape cerradas en reposo. Es la acción separada o simultánea de las electroválvulas lo que permite modular la presión en los circuitos de frenado. En los primeros sistemas ABS se utilizaba una sola electroválvula por cada rueda o canal. Estas electroválvulas se activaban por medio de corriente eléctrica. Más tarde se utilizaron dos electroválvulas por rueda o canal, estas electroválvulas se activan por tensión, lo que simplifico la construcción y el funcionamiento de la unidad de control, así como el consumo de corriente eléctrica¹⁵.

¹⁵ H. Gerschler . (2004).Tecnología del Automóvil. Alemania

1. Bobina.
2. Camisa.
3. Muelle principal.
4. Muelle secundario.
5. Válvula de admisión.
6. Válvula de salida.
7. Válvula de retención.
8. Retorno.
9. Salid al cilindro de freno.
10. Entrada del servofreno.

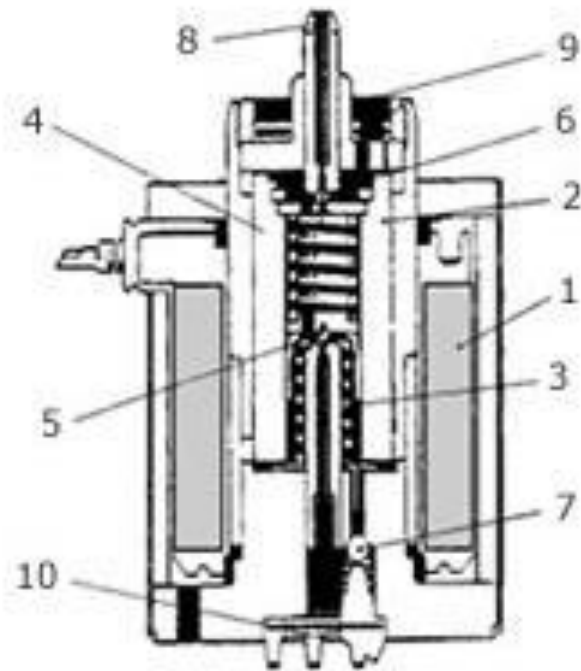


Figura 16. Sección de una electroválvula

b) Conjunto Motor-Bomba.

Esta constituido de un motor eléctrico y de una bomba hidráulica de doble circuito, controlados eléctricamente por el calculador. La función del conjunto es rechazar el líquido de frenos en el curso de la fase de regulación desde los bombines a la bomba de frenos. Este rechazo es perceptible por el conductor por el movimiento del pedal de freno. El modo de funcionamiento se basa en transformar el giro del motor eléctrico en un movimiento de carrera alternativa de dos pistones por medio de una pieza excéntrica que arrastra el eje del motor.

c) Acumulador de Baja Presión.

Se llena del líquido del freno que transita por la electroválvula de escape, si hay una variación importante de adherencia en el suelo. El nivel de presión necesario para el llenado del acumulador de baja presión debe ser lo suficientemente bajo para no contrariar la caída de presión en fase de regulación, pero lo suficientemente importante como para vencer en cualquier circunstancia el tarado de la válvula de entrada de la bomba.

El caudal medio evacuado por la bomba es inferior al volumen máximo suministrado en situación de baja presión.

6.3.3. UNIDAD ELECTRÓNICA DE MANDO (CALCULADOR).

Recibe información de la velocidad del vehículo a través de las señales que proceden de cada uno de los captadores de rueda. Las informaciones medidas por los captadores son transformadas eléctricamente y tratadas en paralelo mediante dos microcomputadores (microprocesadores). En caso de desigualdad en las informaciones recibidas, el calculador reconoce un fallo y se inicializa un proceso de regulación del sistema ABS. Tras la amplificación, las señales de salida aseguran la activación de las electroválvulas y el motor-bomba (electrobomba).



7. MARCO PRÁCTICO

El procedimiento práctico estará enfocado en la correcta distribución de los elementos del simulador, de manera que facilite el estudio de cada uno de los mismos en condiciones de funcionamiento y permita la apreciación de las siguientes variables.

➤ **Variables independientes:**

1. Velocidad de rotación del motor eléctrico. 3500 rpm.

2. Resistencia de los sensores de velocidad. 0.5 – 1.7 Ω

3. Radio de la rueda del vehículo: 23.5cm.

➤ **Variables dependientes:**

1. Velocidad de las ruedas. La cual depende directamente de la velocidad del motor eléctrico y además dependerá de la acción del pedal de freno.

2. Voltaje de los sensores de velocidad. Es directamente proporcional a la velocidad de cada una de las ruedas.

3. Presiones de frenado. Esta dependerá de la fuerza aplicada al pedal de frenos.

Se realizara además el cálculo de los esfuerzos a los cuales estará sometida la estructura,

7.1. COMPONENTES DEL SIMULADOR DE FRENOS ABS.

Después de especificar el objetivo y las variables tanto dependientes como independientes el siguiente paso es determinar los componentes con sus correspondientes características técnicas de acuerdo a las variables requeridas y posteriormente su ubicación en la estructura.

✓ Componentes del sistema de frenos hidráulico.

✓ Componentes del sistema ABS.

- ✓ Equipos utilizados.

7.1.1. COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENOS HIDRÁULICO.

Con el fin de aprovechar al máximo el equipo utilizaremos los dos tipos de frenos más utilizados: El freno hidráulico de pinza - disco y el freno hidráulico de tambor – zapatas. Los componentes utilizados corresponden a un sistema de frenos de un vehículo Toyota Ipsum

- **Conjunto de freno de la rueda delantera (tipo disco).**

Utilizamos el disco, mordaza y junta. Cabe señalar que este conjunto es el mismo que se utiliza en sistemas de frenos convencionales.

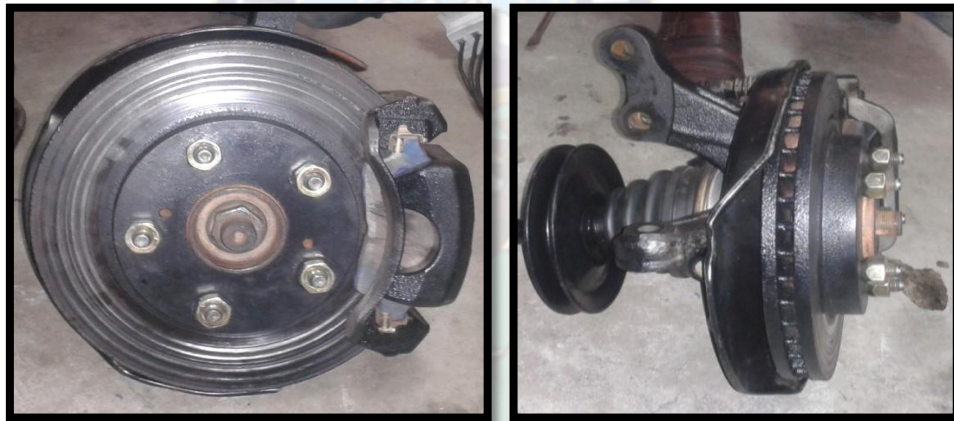


Figura 17. Freno de la rueda delantera.

- **Conjunto de freno de la rueda trasera (tipo tambor).**

El conjunto es el mismo que se utiliza en sistemas convencionales.

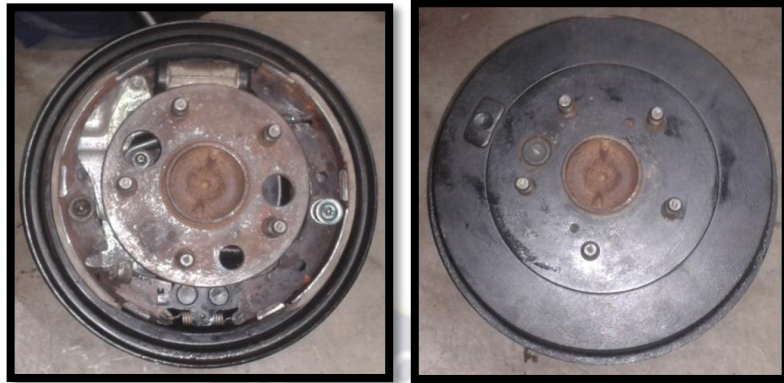


Figura 18. Freno de la rueda trasera.

- **Pedal, Deposito de liquido de frenos, Servo freno y Cilindro maestro.**

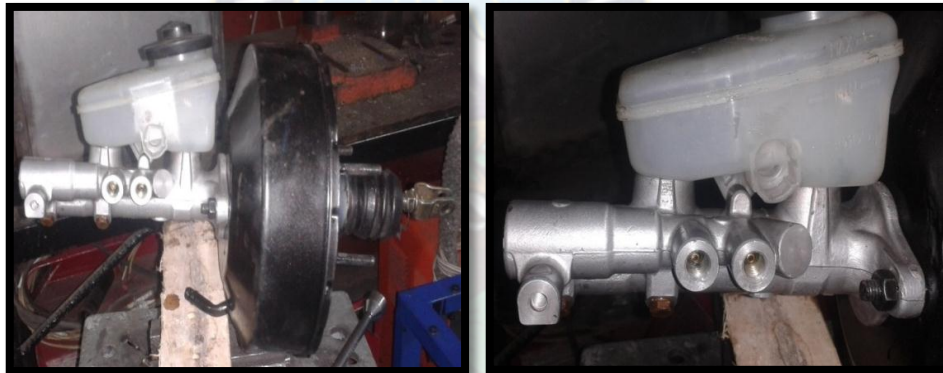


Figura 19. Cilindro maestro.



Figura 20. Servofreno.

- **Circuito de cañerías metálicas y de goma.**

7.1.2. COMPONENTES DEL SISTEMA ABS.

- **Sensores de velocidad y rueda fónica.**

Sensor de velocidad del sistema de frenos tipo de disco.



Figura 21. Sensor de velocidad de la rueda delantera.

Rueda fónica del sistema de frenos tipo de disco.



Figura 22. Ubicación de la Rueda fónica.

En el sistema de frenos tipo de zapatas el sensor de velocidad y la rueda fonica estan situados dentro del propio sistema, de esta forma solo se pude observar el conector del sensor de velocidad ubicado en la parte posterior del conjunto.



Figura 23. Ubicación del sensor de velocidad en la rueda trasera.

➤ **Grupo hidráulico.**

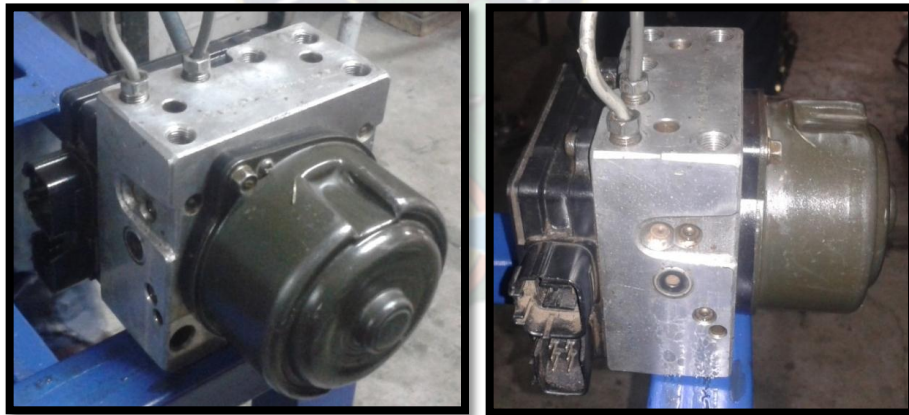


Figura 24. Grupo hidráulico.

➤ **Unidad de control Electrónico del ABS.**

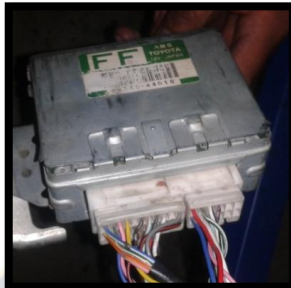


Figura 25. Unidad de Control Electrónico de ABS.

➤ **Relé de ABS.**



Figura 26. Ubicación del Relé del ABS.

7.1.3. EQUIPOS UTILIZADOS.

➤ **Motor electrico.**

El motor utilizado es un motor electrico accionado y presenta las siguientes especificaciones:

Características:

Voltaje utilizado = 380 voltios.
Peso = 32 Kg.
Potencia máxima = 5 HV.
Velocidad máxima = 3500 RPM.



Figura 27. Motor Eléctrico.

➤ **Manómetros de glicerina.**

Características:

Tipo de manómetro: De glicerina

Presión máxima = 150 PSI.

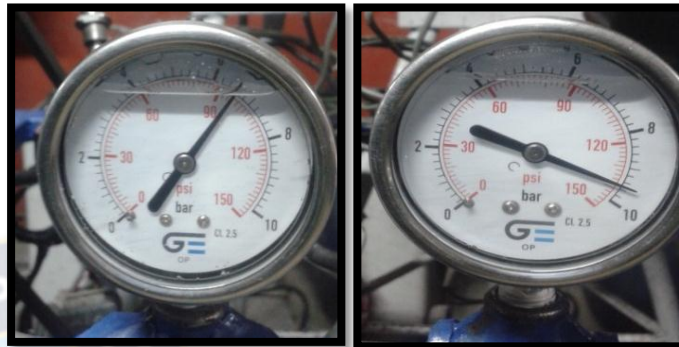


Figura 28. Manómetros de glicerina.

➤ **Bateria.**

La batería utilizada es una batería de 12 voltios utilizada en los vehículos comerciales.

7.2. UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES EN EL SIMULADOR.

- **Montaje del motor eléctrico.**



Figura 29 Ubicación del motor eléctrico y el interruptor.

El motor eléctrico se encuentra montado en la parte inferior derecha de la estructura sujeta a la misma mediante pernos, la instalación eléctrica utiliza un interruptor térmico con una capacidad de 400 voltios y 60 amperios.

El interruptor térmico se encuentra cerca del motor para facilitar la operación del equipo, además se encuentra conectado a una red de 380 voltios a través de un cable de cobre # 10.

- **Montaje de las ruedas y sus correspondientes tipos de frenos.**



Figura 30. Ubicación de la rueda trasera en la estructura.

La rueda trasera con freno de tipo tambor se encuentra en la parte superior derecha de la estructura, alineada sobre el motor eléctrico, esta disposición facilitara la transmisión de la velocidad.



Figura 31. Ubicación de las ruedas en la estructura.

A continuación se procede con el montaje de la rueda delantera la cual se encuentra en la parte superior izquierda.

Esta disposición de las ruedas permite además estudiar de manera complementaria los dos tipos de frenos hidráulicos y al mismo tiempo permite el desmontaje de sus elementos internos.

- **Montaje del pedal, servofreno y cilindro maestro.**



Figura 32. Ubicación del servofreno y del pedal de freno en la estructura.

- **Instalación de los manómetros.**

Los manómetros tienen la función de medir la presión hidráulica del líquido existente en el circuito de cañerías metálicas. Los manómetros están dispuestos en la parte central superior de la estructura.



Figura 33. Ubicación de los manómetros.

- **Instalación de los elementos del ABS.**

Se procede a la instalación del sensor de velocidad de la rueda delantera y la instalación del conector del sensor del velocidad de la rueda trasera.

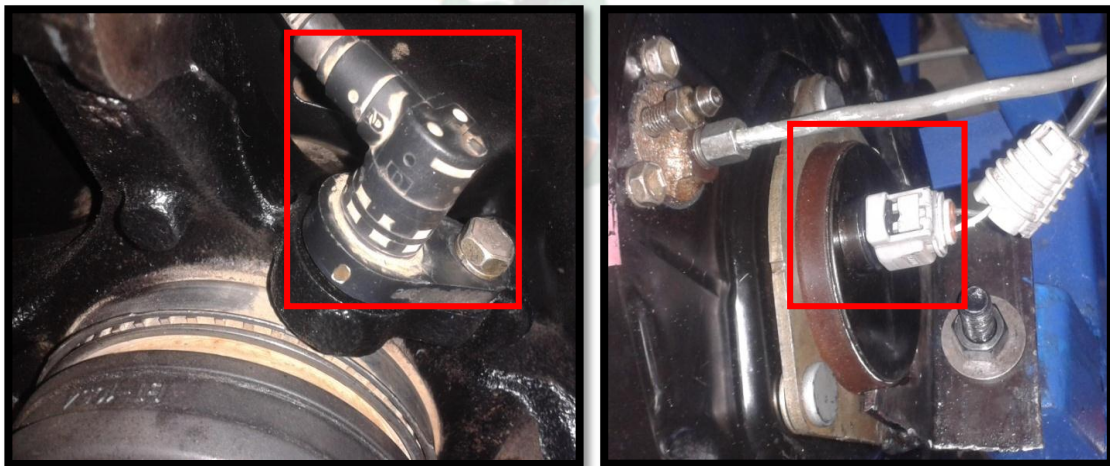


Figura 34. Sensores de velocidad de las Ruedas.

A continuación se instala el grupo hidráulico y sus correspondientes cañerías.

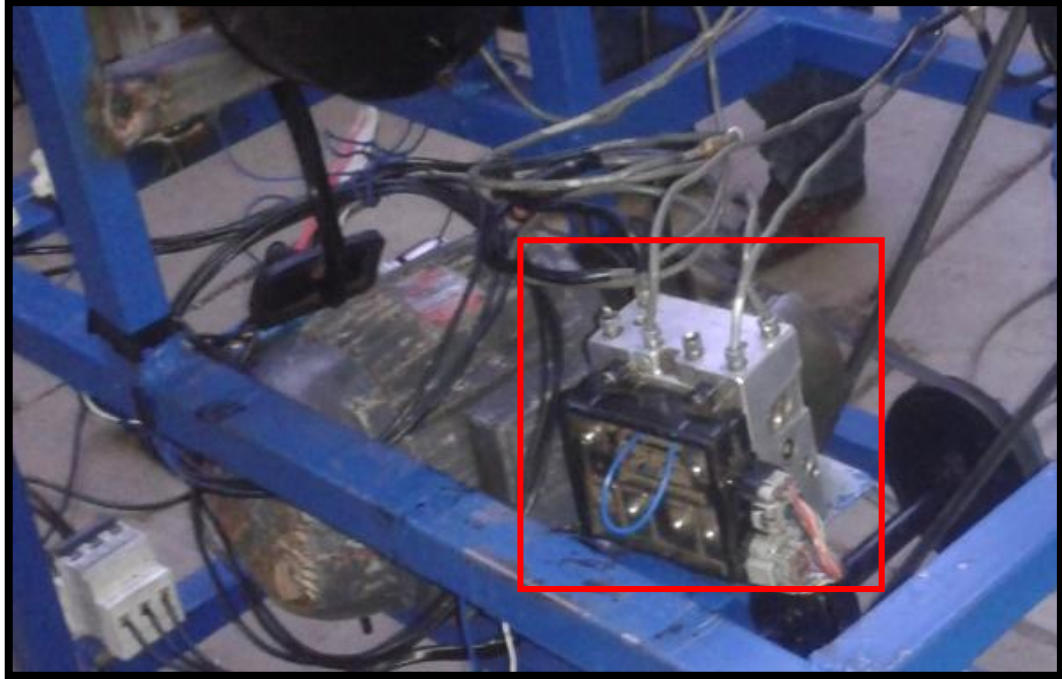


Figura 35. Ubicación del Grupo Hidráulico del ABS.

Se instala el grupo hidráulico y el relé del ABS en la parte posterior de la estructura.



Figura 36. Unidad de Control Electrónica del ABS.

La Unidad de Control Electrónica y los conectores se instalan también en la parte posterior de la estructura.

- **Instalación de la batería.**

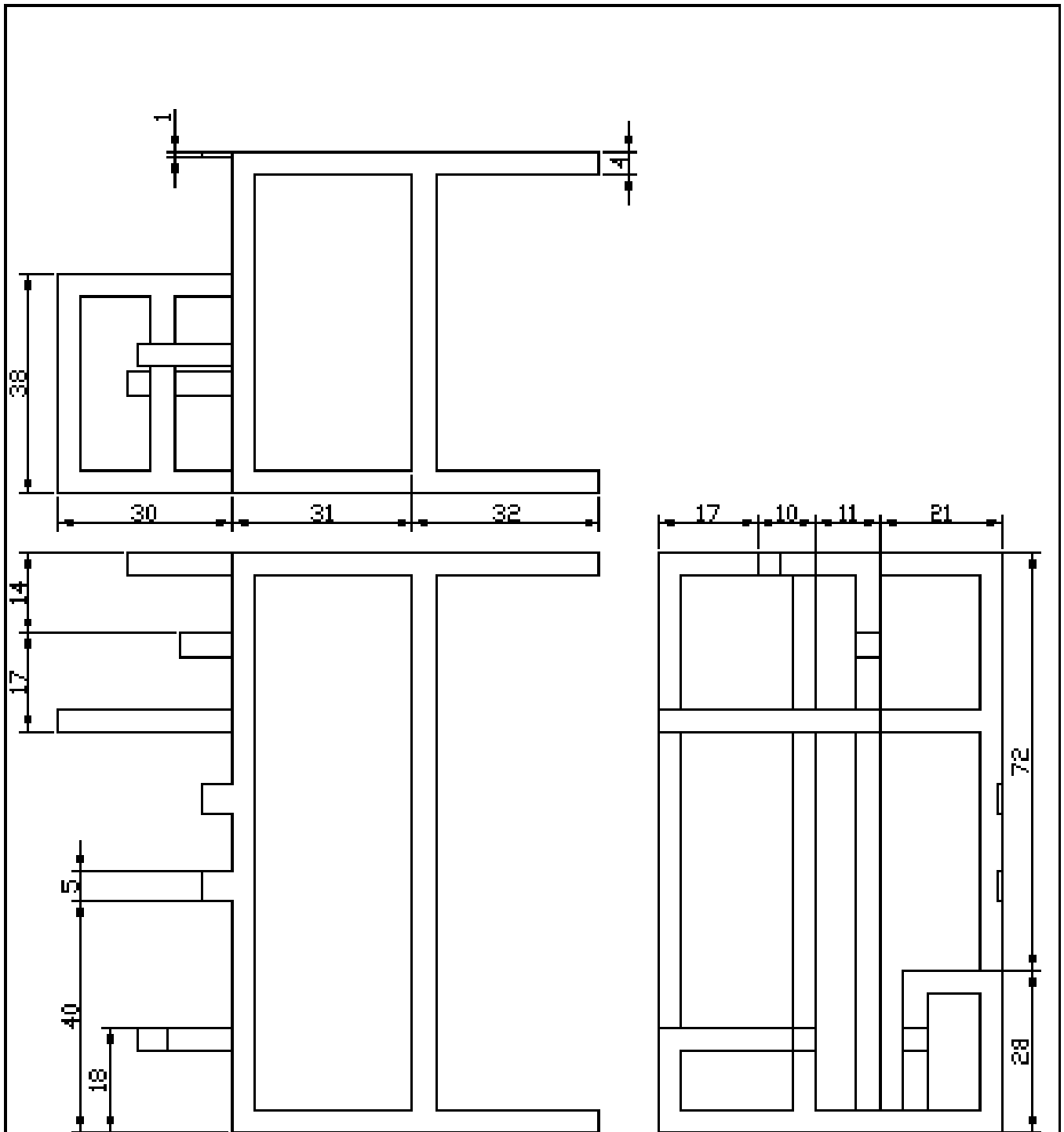
El sistema es alimentado por un voltaje de 12 voltios, para lo cual utilizamos una batería ubicada en la parte inferior izquierda de la estructura.



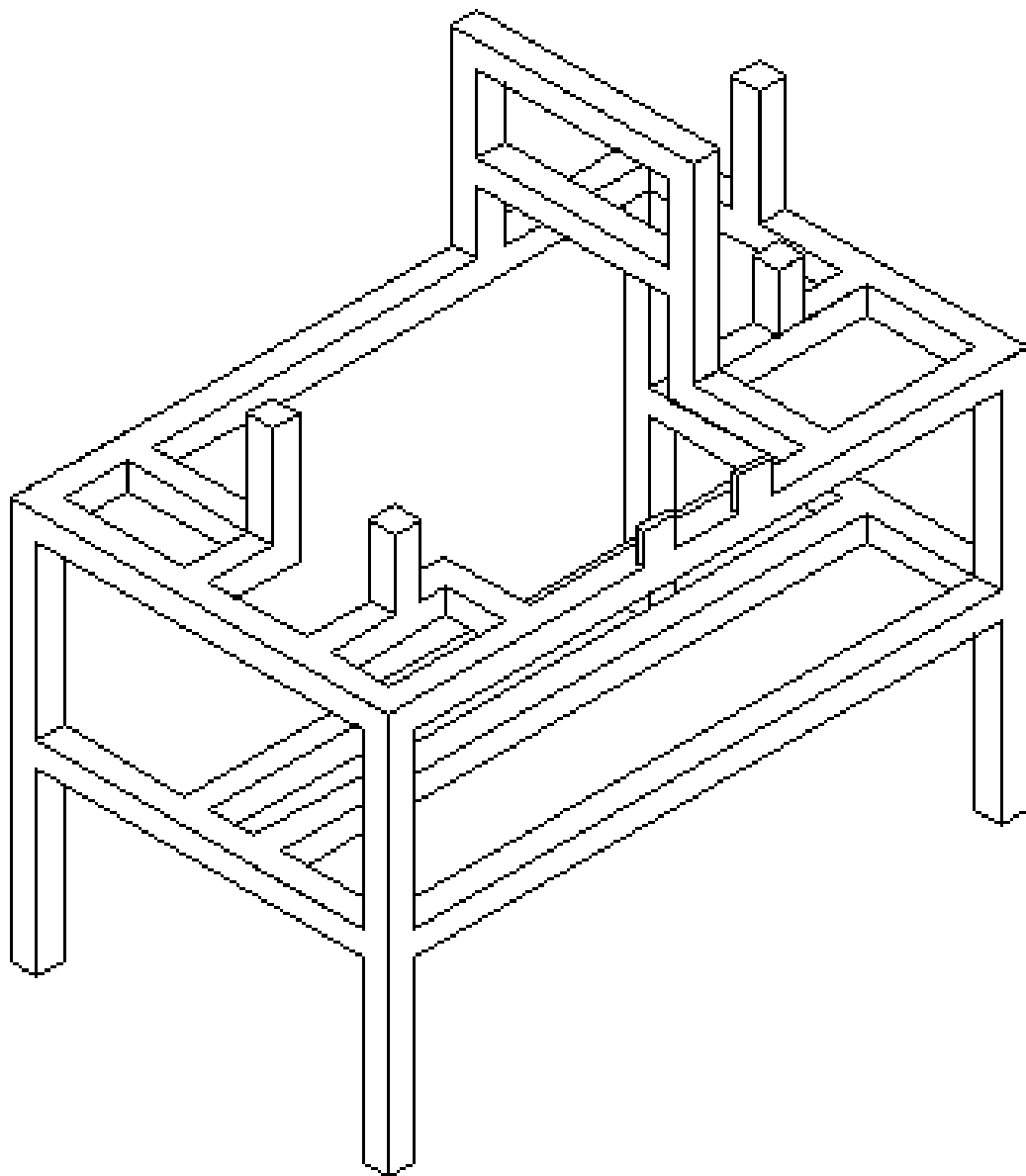
Figura 37. Ubicación de la batería.

7.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

Para la representación gráfica y el diseño de la estructura del simulador nos apegaremos a las normas del sistema Internacional ISO, mediante la elaboración de una proyección isométrica y la correspondiente proyección ortogonal de la estructura, donde se representara las vistas y las dimensiones, de esta forma se facilitara la interpretación.



	FECHA	APELLIDOS	ATM	U M S A
DIBUJADO		MAMANI CONDORI		
REVISADO				FACULTAD DE TECNOLOGIA
APROBADO				MECANICA AUTOMOTRIZ
ESCALA	PROYECCION ORTOGONAL		EXAMEN DE GRADO	
1:10	DEL SIMULADOR DE ABS			



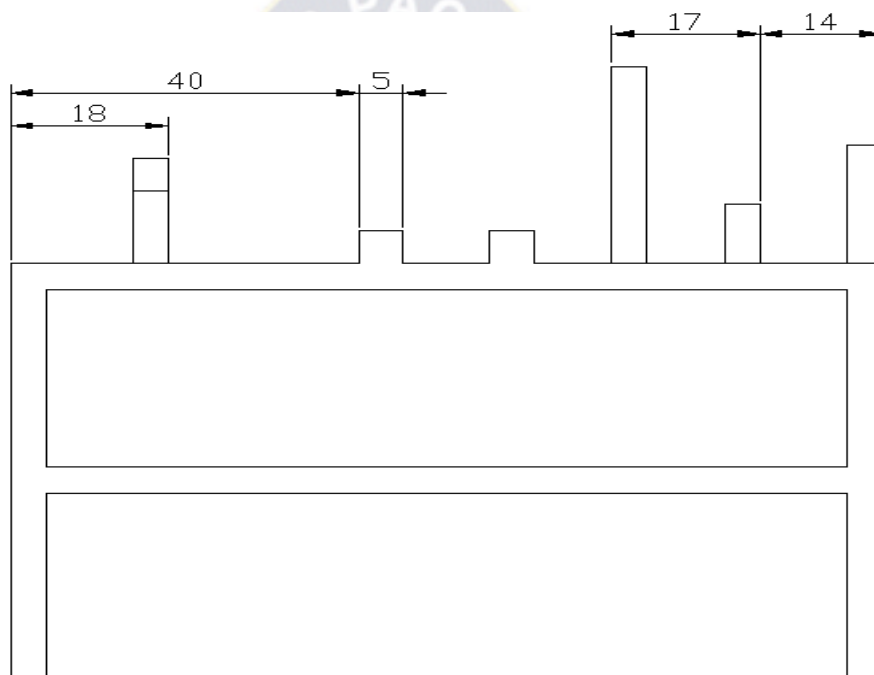
	FECHA	APELLIDOS	ATM	U M S A
DIBUJADO		MAMANI CONDORI		
REVISADO				FACULTAD DE TECNOLOGIA
APROBADO				MECANICA AUTOMOTRIZ
ESCALA	PROYECCION ISOMETRICA		EXAMEN DE GRADO	
1:10	DEL SIMULADOR DE ABS			

7.4. CALCULO DE ESFUERZOS EN LA ESTRUCTURA.

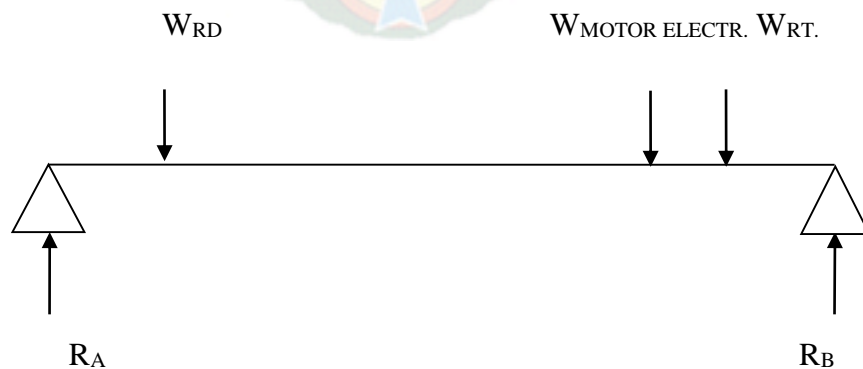
7.3.1. CALCULO DE REACCIONES.

La estructura estará sometida a diferentes esfuerzos resultantes de la acción del peso de cada uno de los componentes del sistema de frenos y el peso del motor eléctrico.

Utilizamos la vista frontal de la proyección ortogonal de la estructura y sus dimensiones.



El cálculo se realiza tomando en cuenta el siguiente grafico:



Tenemos los siguientes datos:

Peso del motor eléctrico : $W_{M\ ELECTR.} = 32\ Kg$

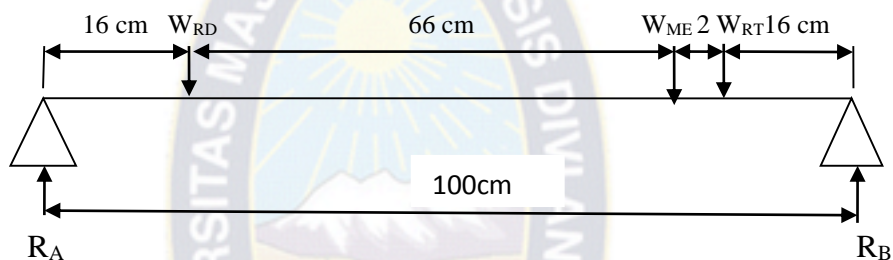
Peso de la rueda delantera : $W_{RD.} = 25\ Kg$

Peso del motor eléctrico : $W_{RT.} = 18\ Kg$

Reacción en el punto A : R_A

Reacción en el punto B : R_B

Una vez realizadas las mediciones obtenemos las siguientes distancias.



Utilizamos sumatoria de momentos para hallar las reacciones en el punto A y B.

En el punto A:

$$\sum M_A = 0$$

$$W_{RD} \times 16\text{cm} + W_{RT} \times 82\text{cm} + W_{ME} \times 84\text{cm} - R_B \times 100\text{cm} = 0$$

Despejamos R_B :

$$R_B = \frac{W_{RD} \times 16\text{cm} + W_{RT} \times 82\text{cm} + W_{ME} \times 84\text{cm}}{100\text{cm}}$$

Reemplazando datos:

$$R_B = \frac{25\ Kg \times 16\text{cm} + 18\ Kg \times 82\text{cm} + 32\ Kg \times 84\text{cm}}{100\text{cm}}$$

$$R_B = 45.64\ Kg$$

En el punto B:

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A \times 100\text{cm} - W_{RT} \times 16\text{cm} - W_{ME} \times 18\text{cm} - W_{RD} \times 84\text{cm} = 0$$

Despejamos R_A :

$$R_A = \frac{W_{RT} \times 16\text{cm} + W_{ME} \times 18\text{cm} + W_{RD} \times 84\text{cm}}{100\text{cm}}$$

Reemplazando datos:

$$R_A = \frac{28 \text{ Kg} \times 16\text{cm} + 32 \text{ Kg} \times 18\text{cm} + 25 \text{ Kg} \times 84\text{cm}}{100\text{cm}}$$

$$R_A = 31.24 \text{ Kg}$$

Transformando las unidades de las reacciones.

$$R_A = 31.24 \text{ Kg} \times \frac{9.81 \text{ N}}{1 \text{ Kg}} \quad R_A = 306.46 \text{ N}$$

$$R_B = 45.64 \text{ Kg} \times \frac{9.81 \text{ N}}{1 \text{ Kg}} \quad R_B = 447.73 \text{ N}$$

El material elegido para la construcción de la estructura es acero al carbono de 40x30x1 mm. con costura bajo la norma IRAM-IAS U 500-228. Según la misma obtenemos el límite de fluencia máximo para la estructura.

$T = 220 \text{ MPa}$ Para secciones cuadradas y rectangulares.

Utilizamos la ecuación:

$$\sigma_w = \frac{\text{lim. de fluencia}}{\text{coef. de seguridad}}$$

Utilizamos un coeficiente de seguridad μ de 4.

Remplazamos los datos en la ecuación:

$$\sigma_w = \frac{220 \text{ MPa}}{4}$$

$$\sigma_w = 55 \text{ MPa}$$

Una vez calculado el esfuerzo de trabajo utilizamos la siguiente formula.

$$\sigma_w = \frac{P}{A}$$

Despejamos la carga:

$$P = \sigma_w * A$$

Calculamos el área.

$$A = (30 \times 40) \text{ mm} - (28 \times 38) \text{ mm}$$

$$A = 136 \text{ mm}^2$$

$$A = 1.36 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Remplazamos los datos para calcular la carga máxima admisible.

$$P = 55 \text{ MPa} * 1.36 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$P = 55 \times 10^6 \text{ N/m}^2 * 1.36 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$P = 7.48 \text{ KN}$$

De acuerdo con los datos calculados la estructura soportaría una carga máxima de 7.48KN, las reacciones en el punto A y B son de 306.46 N y 447.73 N respectivamente,

esto garantiza que la estructura soportara las cargas originadas por el peso de los componentes del simulador.

7.4.2. CALCULO DE LA VELOCIDAD DE FUNCIONAMIENTO.

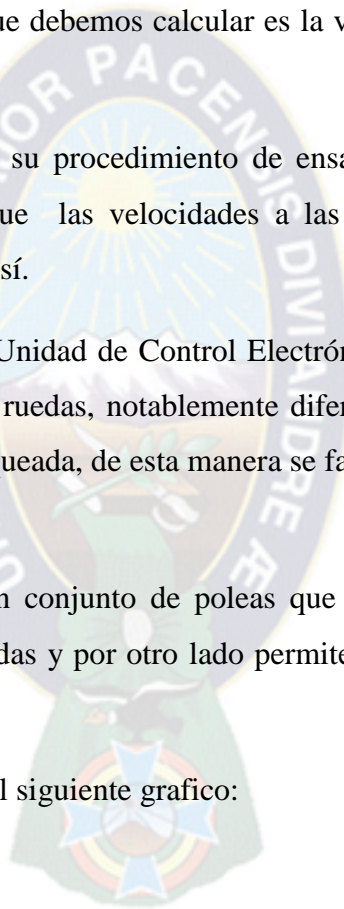
Otro parámetro importante que debemos calcular es la velocidad de funcionamiento del equipo.

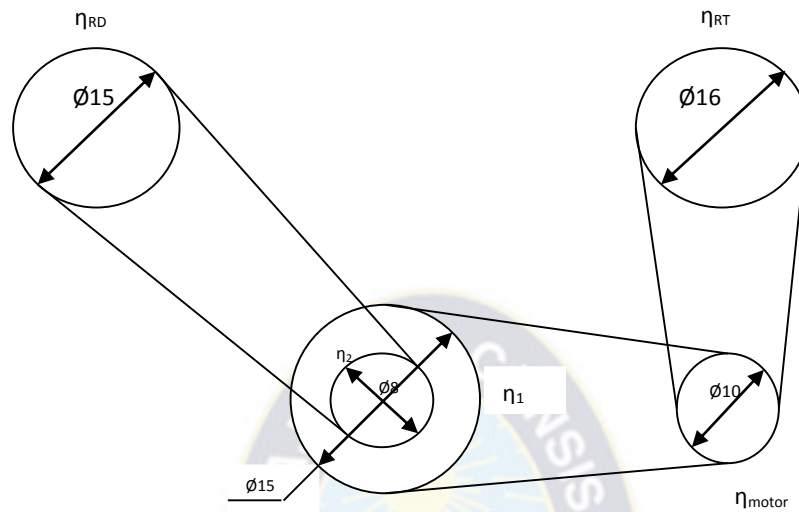
Es posible que el equipo en su procedimiento de ensayo no logre el bloqueo de las ruedas, es por esta razón, que las velocidades a las que giran las dos ruedas, son notoriamente diferentes entre sí.

Mediante esta adaptación la Unidad de Control Electrónica recibirá información de los sensores de velocidad de las ruedas, notablemente diferentes entre sí y entenderá que una de ellas se encuentra bloqueada, de esta manera se facilita el ensayo de pruebas en el equipo.

Para lograr esto se utiliza un conjunto de poleas que por un lado permite variar las velocidades entre las dos ruedas y por otro lado permite reducir la velocidad del motor eléctrico.

El cálculo se realiza en base al siguiente grafico:





Tenemos los siguientes datos y las siguientes incógnitas:

η_{RD} = número de revoluciones de la rueda delantera.

η_{RT} = número de revoluciones de la rueda trasera.

η_{motor} = número de revoluciones del motor eléctrico. = 3500 rpm.

η_1 = número de revoluciones de la primera polea.

η_2 = número de revoluciones de la segunda polea.

Conocemos los diámetros de las diferentes poleas. A continuación calculamos el número de revolución de cada polea.

Cabe recalcar que es el número de revoluciones de las poleas unidas a cada rueda la cual transmitirá su velocidad angular a las mismas.

Utilizamos la siguiente relación entre poleas.

Para el primer conjunto de poleas que relaciona el giro del motor eléctrico con la rueda trasera.

$$\frac{\eta_{motor}}{\eta_{RT}} = \frac{\varnothing_{RT}}{\varnothing_{motor}}$$

Despejamos η_{RT} de la ecuación:

$$\eta_{RT} = \frac{\emptyset_{\text{motor}} \times \eta_{\text{motor}}}{\emptyset_{RT}}$$

Remplazamos datos:

$$\eta_{RT} = \frac{10 \text{ cm} \times 3500 \text{ rpm}}{16 \text{ cm}}$$

$$\eta_{RT} = 2187.5 \text{ rpm.}$$

La velocidad a la que gira la rueda trasera es de 2187.5 revoluciones por minuto.

Para el segundo conjunto de poleas que relaciona el giro del motor eléctrico con la primera polea.

$$\frac{\eta_{\text{motor}}}{\eta_1} = \frac{\emptyset_1}{\emptyset_{\text{motor}}}$$

Despejamos η_1 de la ecuación:

$$\eta_1 = \frac{\emptyset_{\text{motor}} \times \eta_{\text{motor}}}{\emptyset_1}$$

Remplazamos datos:

$$\eta_1 = \frac{10 \text{ cm} \times 3500 \text{ rpm}}{15 \text{ cm}}$$

$$\eta_1 = 2333.3 \text{ rpm.}$$

La velocidad a la que gira la primera polea es de 2333.3 revoluciones por minuto.

Puesto que la primera y segunda polea están unidas al mismo eje se considera que giran a las mismas revoluciones, por lo tanto: $\eta_1 = \eta_2$

$$\text{Entonces: } \eta_2 = 2333.3 \text{ rpm}$$

Para el último conjunto de poleas que relaciona las revoluciones de la segunda polea con el giro de la rueda delantera.

$$\eta_2 = \frac{\emptyset_{RD}}{\emptyset_2}$$

$$\eta_{RD} \quad \varnothing_2$$

Despejamos η_{RD} de la ecuación:

$$\eta_{RD} = \frac{\varnothing_2 \times \eta_2}{\varnothing_{RD}}$$

Remplazamos datos:

$$\eta_{RD} = \frac{8 \text{ cm} \times 2333.3 \text{ rpm}}{15 \text{ cm}}$$

$$\eta_{RD} = 1244.4 \text{ rpm.}$$

La velocidad a la que gira la rueda delantera es de 1244.4 revoluciones por minuto.

De esta manera cumplimos con la condición de funcionamiento de las ruedas las cuales deben girar a diferentes velocidades para facilitar el estudio del sistema de frenos.

Con estos datos podemos hallar la velocidad aproximada con la que se desplazaría el vehículo.

$$\eta_{RD} = \frac{1244.4 \text{ rev}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 130.3 \text{ rad/seg}$$

Por lo tanto:

$$\omega = 130.3 \text{ rad/seg}$$

Utilizamos la relación:

$$V = \omega \times R$$

Consideramos un radio dinámico de la rueda de 30 cm.

Por lo tanto:

$$V = 130.3 \text{ rad/seg} \times 23.5 \text{ cm} = 3062 \text{ cm/seg}$$

$$V = 110 \text{ Km/hora}$$

7.4.3. DETERMINACIÓN DE LAS PRESIONES EN LOS CILINDROS.

En el cilindro maestro se tomo los siguientes datos:

Diámetro del cilindro maestro = 15.05mm

Diámetro del cilindro auxiliar de la rueda trasera = 30.02 mm

Diámetro del cilindro auxiliar de la rueda delantera = 50.02mm

Presión manométrica en el circuito de la rueda trasera 3 bar o $3 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$

Presión manométrica en el circuito de la rueda delantera 8 bar o $8 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$

Utilizamos el principio de Pascal, que indica que las presiones en cualquier punto de un sistema cerrado son iguales:

$$P_1 = P_2$$

De donde obtendremos la relación:

$$F = P \times A$$

Calculando el área del cilindro auxiliar de la rueda trasera.

$$A_1 = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$A_1 = \frac{\pi}{4} (30.02\text{mm})^2 = 707.8\text{mm}^2$$

$$A_1 = 7.08 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Calculando el área del cilindro auxiliar de la rueda delantera.

$$A_2 = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4} (50.02\text{mm})^2 = 1965.06 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 1.96 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Para la fuerza del cilindro de la rueda trasera:

$$F_T = 3 \times 10^5 \frac{N}{m^2} * 7.08 \times 10^{-4} m^2$$

$$F_T = 212 N$$

Para la fuerza del cilindro de la rueda delantera:

$$F_D = 8 \times 10^5 \frac{N}{m^2} * 1.96 \times 10^{-3} m^2$$

$$F_D = 1568 N$$

7.5. ADAPTACIONES DE COMPONENTES.

Para dar cumplimiento con los cálculos realizados se elaboran las siguientes adaptaciones:

- **Adaptación del conjunto de correas y poleas.**



Figura 38. Mecanismo de poleas.

Con el fin de utilizar la potencia del motor en las dos ruedas, se recurre a la adaptación de un mecanismo de poleas para transmitir la velocidad.

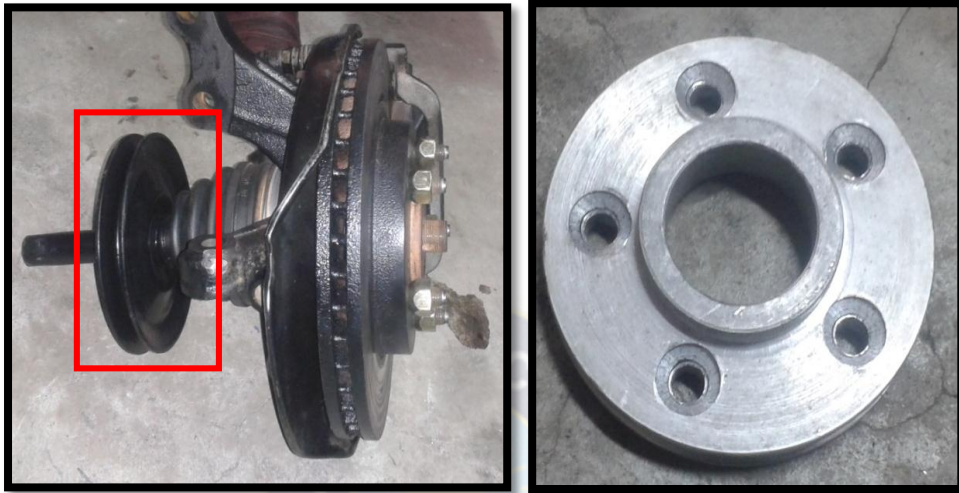


Figura 39. Poleas unidas a las ruedas.

Además del conjunto de poleas se adaptaron dos poleas diferentes, una unida rígidamente a la junta de la rueda delantera, y la otra unida mediante pernos al tambor de la rueda trasera como se muestra en la figura 40.



Figura 40. Transmisión de velocidad por correas.

De esta forma se transmite la velocidad utilizando correas.

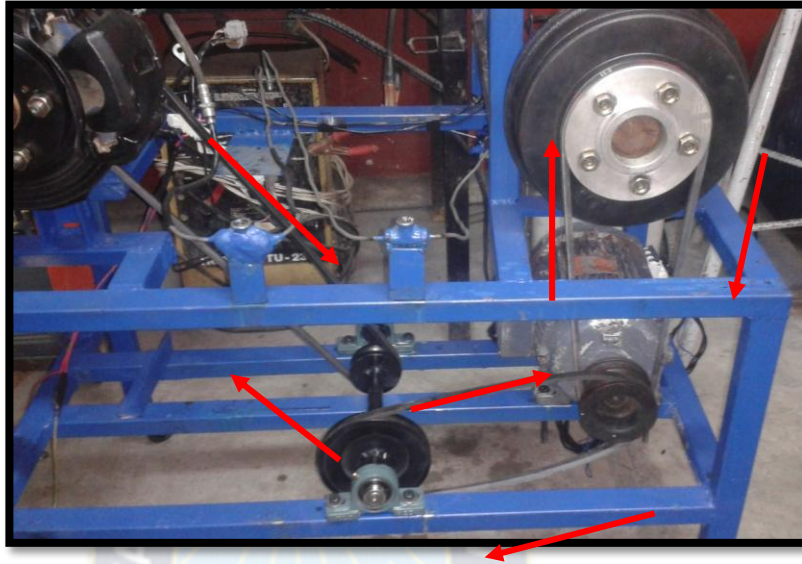


Figura 41. Transmisión de la velocidad a las dos ruedas.

Para comprobar la diferencia de velocidades en las ruedas medimos el voltaje de los componentes electrónicos del equipo, en este caso los sensores de velocidad de las ruedas.



Figura 42. Medición del voltaje de los sensores de velocidad.

- Adaptación de las uniones de los Manómetros.

Los manómetros deben estar unido de manera hermética a las cañerías, por esta razón se adapta una conexión entre los manómetros y las cañerías, utilizando soldadura autógena.

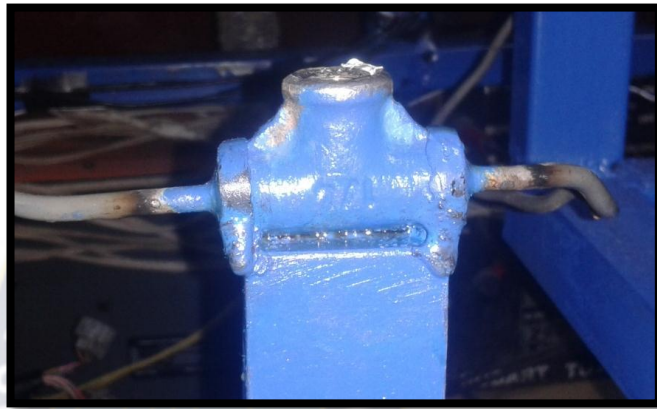


Figura 42. Unión de las cañerías con el manómetro.

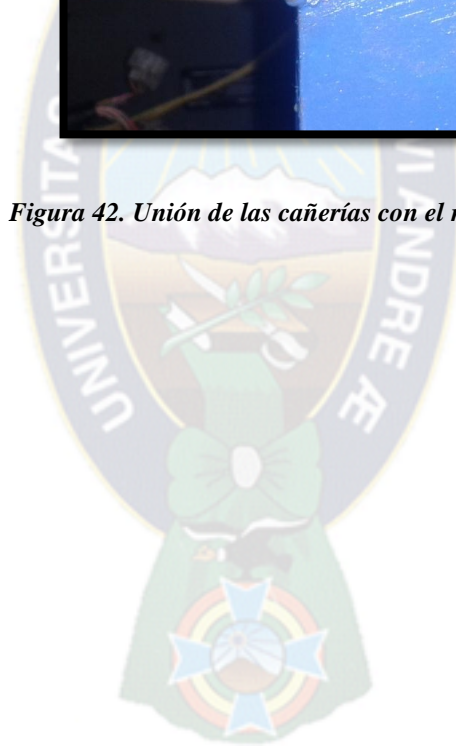


DIAGRAMA ELECTRONICO DEL SMULADOR DE FRENOS ABS

UNIDAD DE CONTROL ELECTRONICO DEL ABS

CONECTOR A

11A	10A	9A	8A	7A	6A	5A	4A	3A	2A	1A
22A	21A	20A	19A	18A	17A	16A	15A	14A	13A	12A

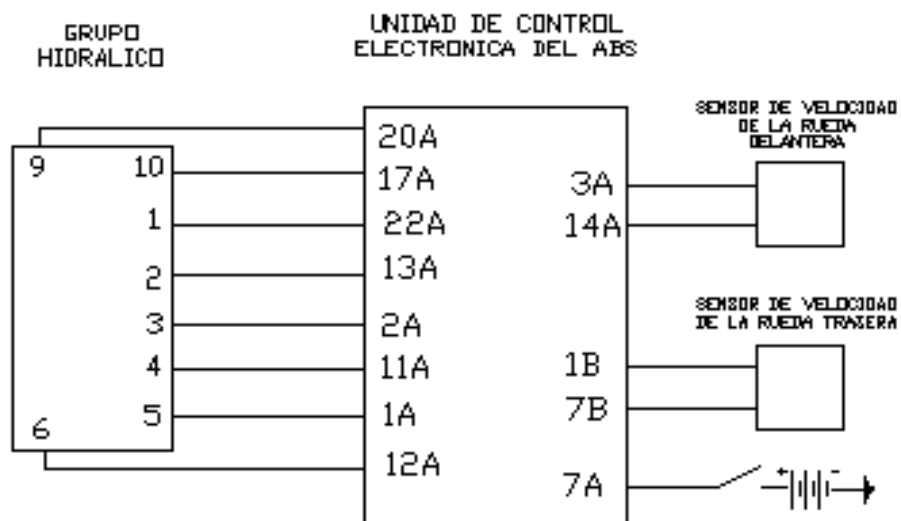
CONECTOR B

6B	5B	4B	3B	2B	1B
12B	11B	10B	9B	8B	7B

CONECTORES DEL GRUPO HIDRAULICO

10	7	
9	8	

5	3	1
6	4	2



8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1. CONCLUSIONES:

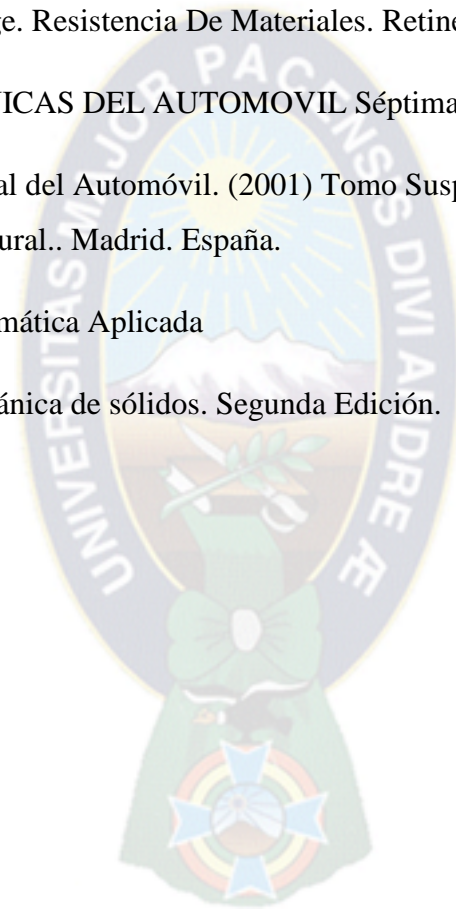
- La construcción del equipo es factible, como se ha demostrado en el trabajo, mediante la utilización de material e insumos de disponibilidad local, y estructurado previo análisis y cálculo técnico desarrollado también en el presente trabajo.
- El simulador sistema de frenos hidráulico permite una mejor apreciación de los diferentes tipos de frenos equipados con ABS.
- El equipo facilita la apreciación del sistema ABS en movimiento, así mismo se observa que el sistema ABS puede funcionar como un sistema convencional en caso de falla de algún componente.
- La diferencia en la velocidad de las ruedas permite observar de manera más clara el comportamiento de los sensores de velocidad.

8.2 RECOMENDACIONES:

- De los resultados obtenidos en las pruebas se considera recomendable la aplicación del simulador en los procesos de formación, ya que se constituye en una herramienta didáctica que permite el estudio de los diferentes tipos de frenos equipados con ABS.
- Para el perfeccionamiento del equipo se recomienda la implementación de un variador de frecuencia que permita la variación de velocidad de rotación del motor.

9. BIBLIOGRAFIA.

- H. Gerschler . (2004).Tecnología del Automóvil. Alemania
- Zegarra Verastegui Justiniano. CONCEPTOS DEL DISEÑO DEL AUTOMOTOR. Bolivia.
- Perelli Botello Jorge. Resistencia De Materiales. Retineo.
- J.M. Alonso. TECNICAS DEL AUTOMOVIL Séptima Edición Actualizada.
- Enciclopedia Manual del Automóvil. (2001) Tomo Suspensión, dirección, frenos y airbag. Editorial Cultural.. Madrid. España.
- Manual GTZ. Matemática Aplicada
- Popov Egor P. Mecánica de sólidos. Segunda Edición.



ANEXOS

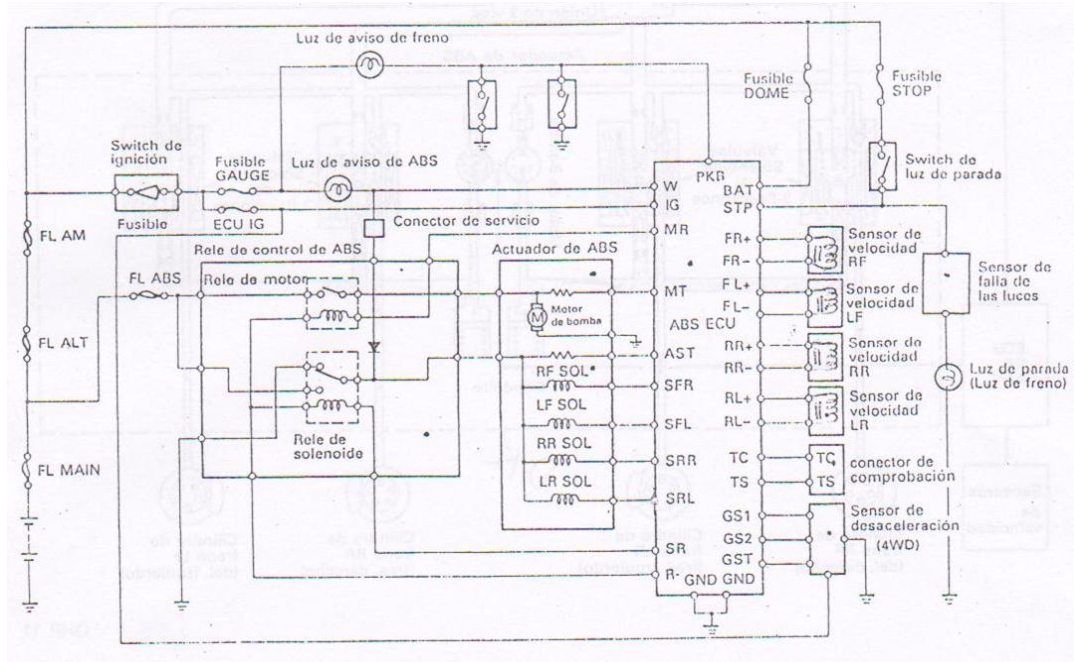
ANEXO No 1. ADOPCION DEL SISTEMA ABS POR MODELOS.

ADOPCION DE ABS POR MODELO

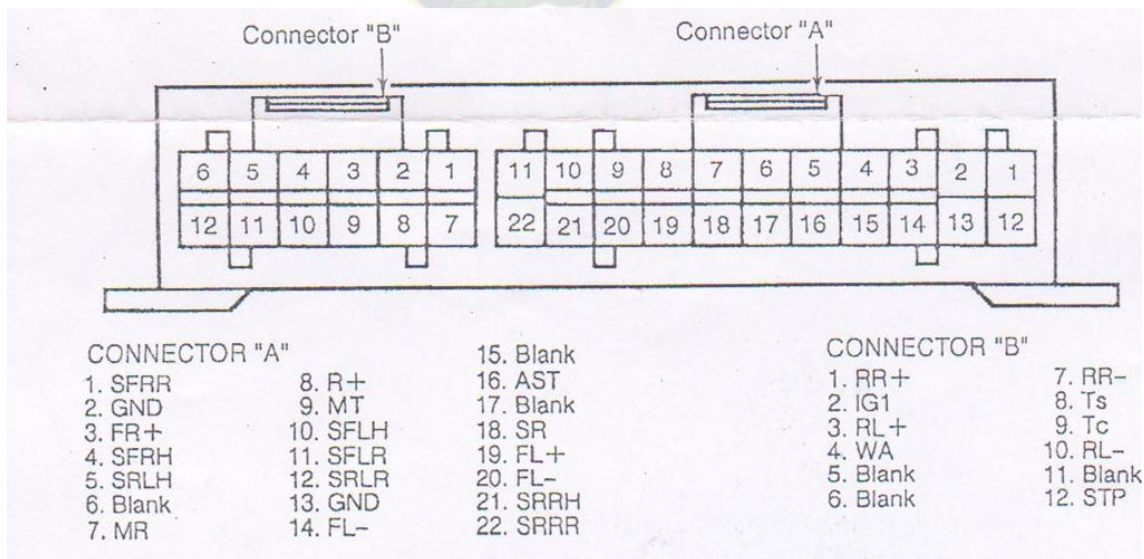
MODELO		Año de producción								
		'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	
Crown			■		Europa solamente					
Supra						■	■	■	■	■
Cressida								■	■	■
Camry	2WD						■	■	■	■
	4WD						■	■	■	■
Celica	2WD						■	■	■	■
	4WD						■	■	■	■
Corolla (2WD)									■	■
Carina II/Corona							■	■	■	■
MR-2										■
Previa/Tarago (2WD, 4WD)										■
Starlet										■
Lexus LS 400									■	■
Lexus ES 250									■	■
Truck*, 4Runner* (2WD, 4WD)									■	■

* Sólo ruedas traseras

ANEXO No 2. DIAGRAMA ELECTRONICO DEL ABS.



ANEXO No 3. CONECTOR DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRONICO DEL ABS.



ANEXO No 4. SECUENCIA DE PROBLEMAS SEGÚN MANUAL DE VEHICULOS TOYOTA

PROBLEMAS	CAUSA PROBABLE		Código de Diagnóstico (Código de función del sensor)
	Parte componente	Tipo de problema	
Luz de aviso del ABS se enciende sin ninguna razón	Lámpara de aviso y su circuito	Corto circuito	--
	Rele de solenoide	Corto circuito o abierto	11, 12
	Rele del motor de la bomba	Corto circuito o abierto	13, 14
	Solenoide del actuador	Corto circuito o abierto	21, 22, 23, 24
	Sensor de velocidad y rotor	Operación defectuosa	31, 32, 34, 34, 35, 36, 37
	Batería y circuito de potencia	Batería defectuosa, corto circuito o abierto	14
	Sensor de desaceleración	Operación defectuosa	43, 44
	Actuador de la bomba	Operación defectuosa	51
Luz de aviso del ABS no se enciende por 3 segundos después de ponerle el switch de ignición.	ECU	Operación defectuosa	--
	Lámpara de aviso y su circuito	Corto circuito o abierto	--
Operación de freno: Frenos halan hacia un lado	Sensor de velocidad y rotor	Instalación defectuosa	71, 72, 73, 74
		Suciedad	71, 72, 73, 74
Frenado ineficiente		Diente faltante en el rotor	75, 76, 77, 78
ABS opera durante frenado normal	Sensor de desaceleración (modelos 4WD)	Operación defectuosa	--
ABS opera justo antes de parar durante el frenado normal	Actuador de ABS	Operación defectuosa	--
Pedal de freno pulsa anormal mientras ABS opera	ECU	Operación defectuosa	--
Dificultad para operar el ABS	Switch de luz de freno	Corto circuito o abierto	--
	Switch de freno estacionamiento	Corto circuito o abierto	--