

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**




**“PROPUESTA DE COMERCIALIZACIÓN DE RETARDADORES VOITH, COMO
SISTEMA DE FRENADO HIDRODINAMICO, PARA LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE
PESADO”**

RUDY FÓLGAR VELÁSQUEZ Y VELÁSQUEZ.

MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL Y EMPRESAS DE SERVICIOS

GUATEMALA, JUNIO DE 2010.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure, likely the Virgin Mary, seated on a throne and holding a child. The figure is surrounded by various heraldic symbols, including a crown at the top, a lion on the right, and a castle on the left. The seal is set against a blue background with a white border containing Latin text.

**“PROPUESTA DE COMERCIALIZACIÓN DE RETARDADORES VOITH, COMO
SISTEMA DE FRENADO HIDRODINAMICO, PARA LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE
PESADO”**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

RUDY FÓLGAR VELÁSQUEZ Y VELÁSQUEZ.

PARA OPTAR AL GRADO DE

MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL Y EMPRESAS DE SERVICIOS

GUATEMALA, JUNIO DE 2010.

**JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

| | |
|--|-------------------|
| ÓSCAR MANUEL CÓBAR PINTO, Ph.D | DECANO |
| LIC. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO, M. A. | SECRETARIO |
| LICDA. LILLIAN RAQUEL IRVING ANTILLÓN | VOCAL I |
| LICDA. LILIANA VIDES DE URIZAR | VOCAL II |
| LIC. LUIS ANTONIO GALVEZ SANCHINELLI | VOCAL III |
| BR. MARIA ESTUARDO GUERRA VALLE | VOCAL IV |
| BR. BERTA ALEJANDRA MORALES MÉRIDA | VOCAL V |

**CONSEJO ACADEMICO
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

ÓSCAR MANUEL CÓBAR PINTO, Ph.D
LICDA. ANNE MARIE LIERE DE GODOY, MSc.
DR. JORGE LUIS DE LEÓN ARANA
DR. JORGE ERWIN LÓPEZ GUTIÉRREZ
LIC. FÉLIX RICARDO VÉLIZ FUENTES, MSc.

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS** Mi creador y salvador. Ser supremo y maravilloso que me brindo la sabiduría necesaria para culminar con éxito mi carrera.
- AMIS PADRES** Francisco J. Velásquez y Flora Velásquez de Velásquez (Q.P.D.). Como un reconocimiento a sus sabios consejos y al esfuerzo que realizaron para impulsar mi Formación Profesional. A ustedes debo mucho de mi triunfo.
- A MI ESPOSA** Nerly Reyna M. Por su apoyo incondicional, por las muchas horas que me suplantó como padre ante mis hijos para que yo lograré alcanzar esta meta.
- A MIS HIJOS** Mélida Verónica, Rudy Alexis y Jenny Annabella. Motivos de mi amor, esfuerzo y superación, que les sirva como un incentivo para su futuro. Gracias por su comprensión, al haber sacrificado parte del tiempo que les corresponde.
- A MIS HERMANOS** Marleny, Suceli, Ronaldi, Aníbal y Milton. Gracias por su apoyo.
- A TODA MI FAMILIA** Sea este acto, un reconocimiento al cariño que me han brindado.
- A MIS AMIGOS Y
COMPAÑEROS
EN GENERAL** Por los inolvidables momentos vividos dentro y fuera de la aulas universitarias con cariño y respeto.
- A LA UNIVERSIDAD
SAN CARLOS DE
GUATEMALA** Especialmente a La Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y a todas las personas que de una u otra forma hicieron posible la realización de este informe.
- A USTED** Especialmente.

RESUMEN EJECUTIVO:

El presente trabajo se realizó con el objetivo de comercializar el retardador Voith como un sistema de frenado hidrodinámico, para la industria del transporte pesado.

Debido a la topografía de nuestro país, la falta de infraestructura para la utilización de otro medio de transporte de mercaderías, la inseguridad de las carreteras y la reducción de costos para ser más competitivos en el ramo, nace la idea de buscar alternativas tecnológicas que nos ayuden a resolver estos problemas.

Entre las alternativas presentadas se determinó que la más conveniente es la implementación de un retardador Voith por sus características de funcionamiento y para demostrar la eficiencia de este equipo, se realizaron los contactos con los representantes de Voith en Costa Rica y se buscaron empresas que estuvieran interesadas en realizar pruebas en su flota de vehículos de transporte pesado, las empresas con mayor interés en realizar las pruebas se les ofreció por medio del proveedor sin ningún costo inicial la instalación del retardador Voith y posteriormente a realizar la evaluación y si la misma fuera satisfactoria, se acordó facturar o retirar el componente de la unidad.

Se realizó una reunión en la que intervinieron, los representantes de Navistar, Cummins, Voith y Empresas interesadas, debido a que Navistar y Cummins indicaron que no estaba liberado de fábrica realizar esta adaptación, por usar el mismo sistema de refrigeración del motor para enfriar el retardador y esto podría afectar el desempeño del motor.

Al efectuar las pruebas correspondientes se determinó que no existe ningún problema y que el sistema es confiable por la protección que tiene si se llegará a presentar algún problema en el mismo. (Ver anexo 1. Minuta de reunión)

Después de obtener el resultado satisfactorio de las pruebas realizadas y la liberación por parte de Navistar y Cummins, se presentaron los ahorros obtenidos y los comentarios positivos de los pilotos, con una gran satisfacción, mostrada por el cliente interesado, se facturó el retardador que estaba en prueba y se solicitó la instalación de 7 retardadores en este mismo año.

Para el siguiente año una de las empresas interesadas decide renovar la flota de 20 cabezales y deja presupuestado dentro de la inversión de activos la instalación de los retardadores.

En el año 2008 se concreta la venta de los 20 retardadores Voith, por su eficiencia en su funcionamiento, los ahorros que genera y el confort de los pilotos.

Otra empresa que se interesó en este proyecto ya cuenta con 8 unidades instaladas y estamos en pláticas para continuar la instalación en más unidades.

Actualmente se tiene la carta de presentación y recomendación de varias empresas, para seguir con la comercialización de los retardadores Voith, para iniciar negociaciones con otras flotillas interesadas de transporte de carga y pasajeros.

INDICE GENERAL

| TEMA: | PAG.: |
|---|--------------|
| I. Introducción..... | 01 |
| II. Definición del problema | 02 |
| III. Justificación..... | 03 |
| IV. Marco Teórico | 04 |
| V. Objetivos | 15 |
| VI. Desarrollo del trabajo | 16 |
| VII. Métodos y técnicas empleadas | 17 |
| VIII. Resultados | 18 |
| IX. Discusión de resultado..... | 21 |
| X. Conclusiones..... | 22 |
| XI. Recomendaciones | 23 |
| XII. Bibliografía..... | 24 |
| XIII. Anexos..... | 25 |

I.- INTRODUCCIÓN

En Guatemala el transporte de mercaderías, materias primas y equipos generalmente se realiza con la utilización de vehículos de transporte pesado, ya que en nuestro país no se cuenta con un sistema de transporte ferroviario, además la movilización aérea solo se puede realizar en ciertas áreas del país, contribuyendo a elevar de gran manera los costos de operación de dichas empresas, por esto la industria guatemalteca a optado por adquirir o contratar vehículos de transporte pesado como medio de transporte. Lo anterior incrementa la inseguridad de las carreteras, hoy en día, la necesidad de las empresas guatemaltecas de hacerse cada día más competitivas, así como de lograr una reducción de costos, hace necesario el jalado de productos con doble remolque, debido al peso y la topografía de nuestro país el frenado es constante, el cual provoca calentamiento y desgaste prematuro de los componentes del sistema de frenado de los vehículos.

Por otra parte se ven afectados diferentes componentes del vehículo que son ajenos al sistema de frenos, como por ejemplo las llantas, que al estar sometidas a un gran calentamiento sufren deformaciones e incluso estallidos que a la larga no solo afectan la seguridad del vehículo, sino que también generan un deterioro prematuro en el mismo, ocasionando con esto gastos de mantenimiento elevados por la frecuencia con la que el mantenimiento es necesario realizarlo, accidentes por abuso de los conductores o bien por la falla del sistema de frenos. Todo esto obliga a las empresas a buscar la forma de hacer más seguros sus vehículos, buscando como objetivo implícito la reducción de los costos de operación.

La seguridad de un vehículo de transporte pesado por las carreteras, además de los neumáticos, y el sistema de dirección, la constituye el sistema de frenos.

El sistema de frenos se considera el más importante para la seguridad en la conducción de los vehículos, en virtud de ello los fabricantes dedican mucho tiempo al desarrollo y diseño de los sistemas de frenado.

Las empresas con el deseo de obtener la máxima rentabilidad en el negocio de transporte de mercancías y para que su producto llegue a su destino lo antes posible, han hecho que sus vehículos de transporte pesado se movilen a mayor velocidad, lo que provoca un gran riesgo, debido a la geografía desigual de las carreteras de Guatemala.

El presente documento registra una propuesta para la comercialización del freno Hidrodinámico por su gran utilidad, los resultados obtenidos de la implementación le proporcionan un promedio del 10% de aumento de su velocidad en los descensos, ahorro de combustible, una disminución en el desgaste de las fricciones y llantas. Esto evita el calentamiento de las fricciones lo cual al ser demasiado repetitivo puede llegar a cristalizarlas e invalidar su acción.

Además de los beneficios anteriormente descritos el freno Hidrodinámico también proporciona alta potencia de frenado cuando se utiliza conjuntamente con los frenos de servicio, el freno de motor y/o el freno de escape, lo cual hace que los vehículos en nuestras carreteras sean más seguros y eficaces en su desempeño.

II.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La inseguridad de las carreteras, la necesidad de las empresas guatemaltecas de hacerse cada día más competitivas por medio de la reducción de costos de operación, hace que las empresas busquen alternativas para bajar el costo de transporte de sus productos. La primera alternativa es ampliar el rango de tiempo o kilometraje de los mantenimientos preventivos de los equipos y utilizando repuestos genéricos de menor precio y calidad sin considerar los accidentes que esto puede provocar.

La segunda alternativa es el jalado de productos con doble remolque cumpliendo con todas las normas de seguridad y el reglamento de tránsito. Sin embargo el peso y la topografía de nuestro país hacen que el frenado sea constante, el cual provoca calentamiento y desgaste prematuro de los componentes del sistema de frenado de los vehículos. Adicional a estos también se ven afectados diferentes componentes que son ajenos al sistema de frenos como por ejemplo: las llantas y el tren motriz, ocasionando con esto gastos elevados por la frecuencia con la que el mantenimiento es necesario realizarlo y accidentes por abuso de los conductores.

En Guatemala no existe ninguna empresa que tenga la representación de Voth Turbo, para comercializar el freno hidrodinámico.

III.- JUSTIFICACIÓN

En Guatemala los costos de mantenimiento de frenos en un vehículo de transporte pesado oscilan en un promedio de Q 15,000.00 cada 25,000 Kms. de recorrido, (este costo incluye el doble remolque) para un vehículo que transporta producto a diario las 24 horas del día los recorre en un tiempo promedio de 8 semanas. Lo cual representa grandes inversiones en mantenimiento para las empresas.

Las necesidades de las empresas guatemaltecas que buscan optimizar su operación en el traslado de mercadería a diferentes puntos de nuestro país en el menor tiempo posible y sin correr riesgos que perjudiquen la seguridad tanto de la población como la del vehículo, hacen necesario el estudio sobre la factibilidad de la implementación de un sistema de frenado hidrodinámico (Retardadores Voith) y de esta forma ampliar el rango y tiempo del mantenimiento del sistema de frenos hasta los 150,000 Kms. de recorrido.

Esto representaría para las empresas, mayor seguridad al tener un frenado al 100% en un caso de emergencia y de esta forma evitar accidentes,

Fiabilidad en el traslado de sus productos, disminución del tiempo de viaje, reducción de costos de mantenimiento y operación (ahorro de combustible, ahorro en servicio de frenos, menos desgaste y estallido de llantas) y costo de oportunidad. Los vehículos que dispongan de un sistema de frenos hidrodinámico utilizarían un 90% menos los frenos de servicio.

Debido a las necesidades se hace necesaria la implementación de la comercialización del freno hidrodinámico en Guatemala, aprovechando el parque vehicular de transporte pesado y de pasajeros.

IV.- MARCO TEORICO

RESEÑA HISTORICA DE VOITH TURBO.

La empresa J.M. Voith comenzó su andadura en 1867 con maquinaria para los campos de la técnica del papel y el tratamiento de tejidos y se fue expandiendo, con el transcurso del tiempo, a las áreas de la energía hidroeléctrica y los sistemas hidrodinámicos de transmisión de potencia, acoplamientos y frenado, sectores donde Voith disfruta de fama mundial.

El comienzo se produjo en 1825 en una cerrajería de Württemberg, al sur de Alemania, cuando J.M. Voith tomó posesión del taller de su padre en Heidenheim, con cinco trabajadores.

El consorcio holding Voith AG se sustenta hoy en día de tres pilares principalmente: Voith Paper Tchnology, Voith Turbo y Voith Siemens Hydro Power Generation, Las ventas de la agrupación alcanzaron en 2002 los 652 millones de euros.

El ímpetu innovador, el empeño empresarial y la visión de futuro han hecho posible que Voith se convirtiera de un pequeño taller metalmecánica en una de las más grandes empresas familiares de Europa. En la actualidad Voith está ubicada en 180 localidades empleando a 24,000 personas. Más de una tercera parte de la totalidad de la producción papelera se realiza con máquinas producidas por Voith. Una tercera parte de la energía hidráulica mundial se obtiene con turbinas y generadores de Voith Siemens Hydro Power Generation.

En todo el planeta se emplean elementos de propulsión de Voith Turbo en instalaciones industriales, sistemas de propulsión y de frenado mecánicos, hidrodinámicos, eléctricos y electrónicos para su aplicación en carretera, vías férreas, vías navegables y la industria. En 1968 se inicia la producción de Retardador Voith para autobuses de largo recorrido.

Ubicación de las sedes de Voith Turbo a nivel mundial.



Se realizó un análisis del **FODA** para la implementación de la comercialización de retardadores Voith, como un sistema de frenado hidrodinámico, para la industria del transporte pesado en Guatemala, obteniendo el siguiente resultado:

FORTALEZAS:

- Se lograr una disminución de costos en el mantenimiento y operación del vehículo. (combustible, tiempo de viaje, menos desgaste en el sistema de frenos de servicio y llantas).
- Con este sistema se logra una reducción de costos ya que el rendimiento entre servicios es de aproximadamente 150,000 kms. Comparados contra los 25,000 kms. Que se tienen como rendimiento en la actualidad.
- Es un sistema que ha demostrado ser muy eficiente y de mucha aceptación en Europa, Latinoamérica y América del Norte.
- El Proveedor es un líder a nivel mundial, lo cual garantiza la confiabilidad del producto (Voith de Alemania).
- Es un sistema que es accesible de instalar en los vehículos, ya que no requiere de otros accesorios.
- El sistema puede trabajar tanto con el vehículo cargado a su máxima capacidad, como en su estado normal.
- Se cuenta con el personal técnico para la instalación y operación.
- No es muy pesado (85kg.), lo cual ayuda a mantener la carga útil transportada.
- Si se llegará a detectar una falla en el funcionamiento del retardador, este no interfiere en el funcionamiento general del vehículo y el mismo puede continuar su marcha sin ningún problema ya que el sistema electrónico de funcionamiento del retardador, es independiente del sistema electrónico de operación del vehículo.
- Comodidad y seguridad para el conductor, al evitar maniobras constantes en la conducción durante el viaje.
- Reducción en el tiempo de viaje debido a que la velocidad promedio aumenta.
- No requiere servicios de mantenimiento frecuentes debido a que no hay piezas expuestas a desgastes por rozamiento.
- No requiere mayor capacitación de operación ya que su activación puede ser manual o automática.
- Se puede utilizar en otro vehículo si este sale de operación por cualquier motivo por que el montaje es independiente de los componentes del vehículo.

OPORTUNIDADES:

- Apelar al crecimiento del mercado guatemalteco en el sector del transporte pesado de carga y pasajeros.
- Posibilidad de convertirse en distribuidor e instalador a nivel nacional del sistema de frenado hidrodinámico.
- Ser pioneros en el uso del retardador hidrodinámico en los vehículos de transporte pesado en Guatemala.
- Lograr la aceptación del mercado guatemalteco, por medio del respaldo tecnológico que posee Voith Turbo.

DEBILIDADES:

- La inversión inicial es alta.
- El sistema del retardador hidrodinámico es desconocido en Guatemala, lo cual hace que la industria del transporte desconfíe de él.
- Se utiliza el sistema de refrigeración del motor, como fuente de enfriamiento para el retardador.
- El piloto debe tener un criterio definido para establecer los parámetros adecuados de funcionamiento del retardador para evitar daños en el motor y tren motriz del vehículo.
- Su instalación debe ser por personal capacitado para evitar daños en los demás componentes del vehículo que interactúan directamente con el mismo.
- La adquisición y disponibilidad del retardador no es inmediata, ya que se debe realizar la negociación con el distribuidor para hacer el pedido a la fábrica.
- Que nuestro proveedor no proporcione la información técnica necesaria para el mantenimiento y reparación del retardador.
- En un momento dado nuestro proveedor no tenga la capacidad para suministrarnos los repuestos para el mantenimiento del retardador.

AMENAZAS:

- Que nuestro personal entrenado en la instalación, reparación y mantenimiento, se convierta en nuestra competencia.
- Debido al costo alto del retardador, el vehículo sea víctima de robo.
- Perder la garantía que el fabricante del motor proporciona por utilizar el sistema de enfriamiento del motor, para enfriar el retardador.
- Otras marcas de retardadores de la competencia.

Se realizó un **Análisis Industrial y Competitivo** apoyado en las **5 Fuerzas de Porter** para la implementación de la comercialización de retardadores Voith, como un sistema de frenado hidrodinámico, para la industria del transporte pesado en Guatemala, obteniendo el siguiente resultado:

COMPETIDORES POTENCIALES:

- El ingreso de nuevos competidores: es poco probable debido a las barreras de ingreso que se dan para los productos nuevos.
- Economía a Escala: el uso de retardador hidrodinámico en una economía a escala en Guatemala no se da para uso comercial, ya que las pocas empresas que poseen estos, los utilizan exclusivamente en sus unidades de transporte propio.
- Diferenciación de productos: el retardador Voith hidrodinámico, es un modelo exclusivo, ya que su competencia podría ser el retardador electrodinámico (Telma), que por sus características es menos utilizado.
- Requisito de Capital: esta es una barrera muy importante, ya que en gran medida restringe la utilización del retardador, porque la inversión inicial es muy alta.
- Costos Cambiantes: el proveedor determina el precio, a partir del tipo de cambio en que se encuentre el dólar.
- Acceso a Canales de Distribución: los canales de acceso son bien limitados, ya que este es un producto que por sus características no es muy comercializado. Siendo el único canal de distribución el representante de la región o en su defecto el productor del mismo.

INTENSIDAD DE LA RIVALIDAD ENTRE LOS COMPETIDORES:

- Como ya hemos visto debido a muchos factores principalmente tecnológicos y económicos, la distribución del sistema de frenado hidrodinámico, no posee competencia, debido a que la comercialización de este producto no es fuerte en nuestro medio, los costos de tener almacenado este producto son elevados, sobre todo la inversión inicial y pocos comerciantes tienen la capacidad para adquirir estos sistemas, por esta razón la adquisición de estos productos se hace contra pedido al fabricante.

PRESIÓN DE PRODUCTOS SUSTITUTOS:

- En la actualidad el Retardador de Frenado Hidrodinámico posee un único sustituto que es el Retardador de Frenado Electrokinámico, sin embargo este último posee ciertos inconvenientes que disminuyen su potencial de aceptación, entre ellos debemos de mencionar, su peso y el calor que genera puede dañar componentes externos del vehículo.

PODER NEGOCIADOR DE LOS COMPRADORES:

- Para poder negociar con los compradores, debemos de hacer referencia a los ahorros y beneficios del Freno Hidrodinámico, en base a las pruebas ya realizadas que certifican y dan fe de los beneficios del retardador.
- Con toda esta información el comprador estará seguro de que su inversión se recuperara en un tiempo prudencial y que los beneficios son reales y factible.
- Para iniciar la negociación podemos hacer notar al comprador, que el Freno Hidrodinámico mejora el rendimiento y los rangos entre cada servicio al sistema de frenos del vehículo. Lo que traerá no solo un ahorro en la economía de la empresa, sino también se reducirán los tiempos muertos o improductivos del vehículo, (costo de oportunidad).

PODER DE NEGOCIACIÓN DE LOS PROVEEDORES:

- La negociación en cualquier actividad siempre es clave, para poder adquirir el Frenado Hidrodinámico debemos asegurarnos que los precios a los cuales nos venderán son estables y en un determinado momento por la cantidad de sistemas que adquiramos, puedan reducirse, sin que esto signifique que la calidad del producto se vea afectada.
- La influencia que tendremos sobre el proveedor será grande, ya que los clientes con que cuenta son pocos, este es un punto que podemos usar a nuestro favor para poder tener una negociación eficaz.

Se realizó un **Análisis Comercial** para la implementación de comercialización de retardadores Voith, como un sistema de frenado hidrodinámico, para la industria del transporte pesado en Guatemala, obteniendo el siguiente resultado:

PRODUCTO:

- El sistema de frenado hidrodinámico, está compuesto principalmente por el Retardador, marca Voith Retarder, Modelo 133-2, de fabricación alemana, que tiene un peso aproximado de 85 Kg., una temperatura de funcionamiento 180°F. a 200°F.
- Necesita una corriente de alimentación de alrededor de 1 Amperio, su operación se puede realizar de forma manual (palanca de activación en el timon) y semiautomatica (utilización del pedal del freno).

Figura 1. Freno Hidrodinámico
Voith Retarder VR 133-2



Fuente: http://www.voithturbo.com/retarder_e.htm

PRECIO:

- El precio de adquisición e instalación del Voith Retarder, Modelo 133-2 es de Q.115,000. este precio puede variar de acuerdo al tipo de cambio del dolar respecto al quetzal.

PLAZA:

- En centroamerica, el unico representante y distribuidor se encuentra en Costa Rica con el cual se lleva a cabo la negociación y la importación se realiza directamente desde Alemania hacia el consumidor final con el objetivo de disminuir los costos de importación y almacenaje.

PROMOCIÓN:

- Voith realiza promociones a nivel International, en nuestro medio no es comercial, debido a que la promoción se lleva a cabo a nivel empresarial, el acercamiento y contacto se da directamente entre el distribuidor y los posibles clientes a través de correo electronico, telefono o personalmente.

INFORMACIÓN TÉCNICA DEL FUNCIONAMIENTO DEL RETARDADOR VOITH:

| Datos técnicos VR 133-2 | |
|--|---|
| Par de frenado nominal máx. del árbol de transmisión (depende de la configuración del retarder y del vehículo) | 4000 Nm |
| Revoluciones máximas en el árbol de transmisión | 2800 min ⁻¹ |
| Accionamiento estándar | Conmutador de freno de mano con función v-constante (Limitador automático de velocidad cuesta abajo) Opción: Mando de pie |
| Agente de operación | Aceite (véase las prescripciones) |
| Carga | Ver manual de instrucciones |
| Agente de mando | Aire comprimido |
| Presión de entrada | 7 - 10 bares |
| Peso del agregado incl. brida, intercambiador de calor (sin agente de operación) | aprox. 85 Kg. |
| electrónica de retarder compatible con CAN-Bus | Digiprop o VERA |

Fuente: http://www.voithturbo.com/index_e.php

CONCEPTOS BÁSICOS:

HIDRODINAMICA:

La hidrodinámica es una rama de la mecánica de fluidos que se ocupa de las leyes de los fluidos en movimiento, estas leyes son bastante complejas, y aunque la hidrodinámica tiene una importancia práctica mayor que la hidrostática, solo podemos tratar aquí algunos conceptos básicos.

El interés por la dinámica de fluidos se remonta a las aplicaciones más antiguas de los fluidos en ingeniería. Arquímedes realizó una de las primeras contribuciones con la invención, que se le atribuye tradicionalmente, del tornillo sin fin. La acción impulsora del tornillo de Arquímedes es similar a la de la pieza semejante a un sacacorchos. Los romanos desarrollaron otras máquinas y mecanismos hidráulicos; no sólo empleaban el tornillo de Arquímedes para bombear agua en agricultura y minería, sino que también construyeron extensos sistemas de acueductos, algunos de los cuales todavía funcionan. En el siglo I a.c., el arquitecto e ingeniero romano Vitrubio inventó la rueda hidráulica horizontal, con lo que revolucionó la técnica de moler grano.

FRENO HIDRODINÁMICO

El freno hidrodinámico es un dispositivo que ayuda a frenar un objeto en movimiento con ayuda de un fluido hidráulico el cual puede ser aceite de motor en muchos casos. El freno hidrodinámico funciona mediante el principio hidrodinámico desarrollado por el ingeniero alemán Herman Föttinger a principios del siglo XIX.

Este tipo de freno ayuda considerablemente al frenado del vehículo sin utilizar los frenos de servicio ni el freno de motor del vehículo; ahora bien al combinar ambos produce una mayor frenada al vehículo aumentando la potencia de frenado. Utilizando el freno hidrodinámico se ahorra en la prolongación de los servicios de mantenimiento de los frenos de servicio debido a la disminución en el uso, también aumenta la seguridad del vehículo así como la velocidad promedio del mismo.

El freno hidrodinámico se monta entre la caja de velocidades o transmisión y el diferencial del vehículo, el eje cardan se acopla al freno hidrodinámico mediante juntas especiales y cambio del primer eje cardan del vehículo.

Figura 2. Vista posterior del freno hidrodinámico.



Fuente: <http://www.voith-retarder.com/>

FUNCIONAMIENTO DEL FRENO HIDRODINÁMICO

En los vehículos el freno hidrodinámico puede ser montado, bien directamente sobre la caja de velocidades, posición focal, o bien intercalado en la transmisión o eje cardan, posición libre.

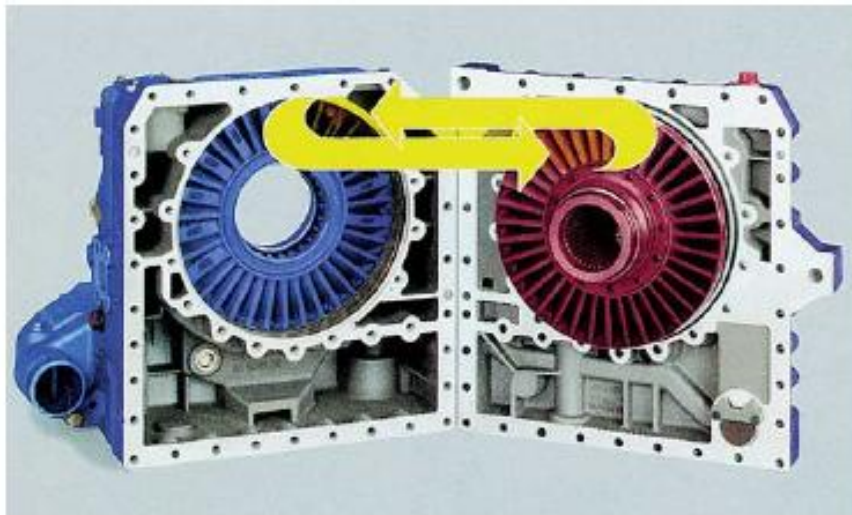
El freno hidrodinámico está compuesto de varias piezas para su funcionamiento entre ellas:

- Carcasa
- Estator
- Rotor
- Carter o depósito de aceite

El rotor del freno hidrodinámico es directamente accionado por el árbol de la transmisión. Frente al rotor se encuentra el estator, que está unido directamente a la carcasa del freno hidrodinámico. El medio de trabajo utilizado usualmente es aceite sintético 10W30 o bien aceite SAE 30, este sufre una aceleración por el rotor en su movimiento que lo lanza contra el estator, experimentando con ello una desaceleración.

La energía cinética se transforma en energía térmica, sufriendo el vehículo una reducción de su velocidad. El calor producido se disipa por medio del intercambiador de calor en el sistema de refrigeración del motor.

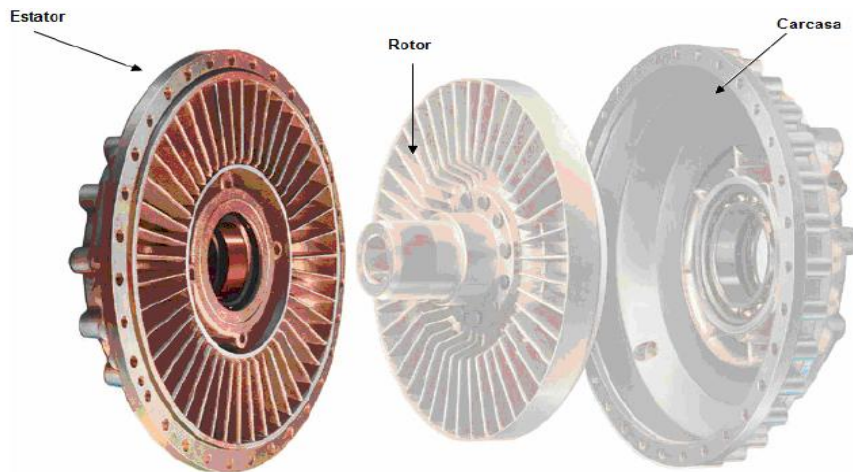
Figura 3. Sección transversal del freno hidrodinámico



Fuente: http://www.voithturbo.com/retarder_e.htm

El estator o rueda exterior es el rodete que, junto con la cubierta forma la envoltura exterior del turbo acoplador o carcasa, el estator es la parte en la que choca el aceite o fluido de trabajo y absorbe la energía cinética del fluido de trabajo; prácticamente este dispositivo es el que detiene al vehículo por medio del fluido de trabajo, en este caso aceite. En la figura 3 se ve al lado izquierdo el estator que va acoplado estáticamente a la carcasa, en medio se puede observar el rotor y al extremo derecho parte de la carcasa del freno hidrodinámico.

Figura 4. Estator de freno hidrodinámico



Fuente: <http://www.voithturbo.com/startup-components/es/home/index.php>

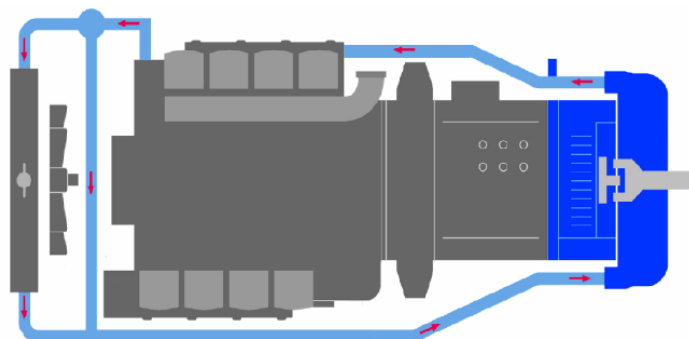
El rotor es el rodete que queda envuelto entre la rueda exterior o estator y la cubierta o parte de la carcasa, esta pieza es la que se mueve juntamente con el eje cardan del vehículo o la transmisión del mismo, cuando el operador acciona el freno, el aire comprimido que entra al depósito inferior de aceite hace que el mismo suba hasta donde está el rotor y el estator haciendo que el rotor lo envíe con fuerza contra el estator provocando fricción y una fuerza contraria al movimiento haciendo que el vehículo sufra una disminución en su velocidad.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL FRENO HIDRODINÁMICO

Debido a que el freno hidrodinámico carece de un sistema de enfriamiento propio, se aprovecha el sistema de enfriamiento del motor para enfriar también el freno hidrodinámico, debido a que este último solo produce calor cuando se está utilizando y además el calor producido es menor a la temperatura que produce el motor del vehículo por lo que se cambia el flujo de agua de enfriamiento del motor de la siguiente manera:

- Primero por medio de una tubería instalada se toma el flujo de refrigerante listo para absorber calor a la salida del radiador.
- El refrigerante pasa por el freno hidrodinámico absorbiendo el calor generado por la presión de aceite en movimiento.
- Luego de absorber el calor del freno hidrodinámico y del motor del vehículo el refrigerante continúa con su flujo normal hacia el radiador para la disipación del calor, ver figura 5.

Figura 5. Sistema de enfriamiento del freno hidrodinámico



Fuente: http://www.voithturbo.de/vt_en_paa_road_retarder_hydrprin.htm

Debido a la instalación del freno hidrodinámico y la extensión del sistema de enfriamiento del motor es necesario agregar aproximadamente 5 litros más de refrigerante para que pueda absorber de mejor manera el calor generado por el motor y el freno hidrodinámico.

El freno hidrodinámico posee dos sensores para medir la temperatura del refrigerante y el aceite, estos sensores van instalados en la salida del refrigerante del freno hidrodinámico.

La ECU (unidad de Control Electrónico) del freno hidrodinámico monitorea la temperatura del refrigerante y mantiene en balance el calor generado con la capacidad de disipación del sistema de enfriamiento del vehículo.

Cuando la temperatura del refrigerante a la entrada del freno hidrodinámico está muy elevada la ECU lo detecta y automáticamente desconecta el freno hidrodinámico, igual hace cuando la temperatura es muy elevada a la salida del freno hidrodinámico, debido a que puede aumentar la temperatura del agua que circula por el motor y producir un sobrecalentamiento del motor, por esto se recomienda siempre mantener las revoluciones del motor un poco más elevadas de lo normal, para que el refrigerante circule con más rapidez y pueda disipar el calor generado con mayor facilidad, en vehículos de transporte pesado con motores de 450 hp o más de potencia se recomiendan de 1600 a 1800 rpm. del motor.

Si el sensor de temperatura del refrigerante detecta una lectura arriba de los 95°C. La ECU del retardador lo irá desconectando gradualmente hasta desconectarlo por completo, esto debido a que por seguridad del operario y del vehículo no se puede desconectar de una vez, debido a que se podría provocar un accidente.

Si el freno hidrodinámico esta por desconectarse la ECU envía una señal intermitente a la luz del tablero del vehículo por lo que el operador estará enterado que el freno hidrodinámico esta por desconectarse y puede aplicar los frenos de servicio para ayudar a frenar antes que se desconecte.

V.- OBJETIVOS.

Objetivo General:

- Lograr establecer la representación y distribución para la comercialización del retardador marca Voith como un sistema de frenado hidrodinámico, en los vehículos de transporte pesado en Guatemala.

Objetivos Específicos:

- Reducir los costos de operación en un 20% anual, al demostrar el costo-beneficio, de la conveniencia de la implementación del uso de un retardador Voith para ser más competitivos en el ramo de transporte de carga a nivel nacional.
- Lograr que la industria del transporte pesado nacional, pueda competir con las empresas internacionales dedicadas a esta rama de la industria.
- Capacitar al personal técnico y pilotos en los temas sobre características y principios básicos del funcionamiento del retardador Voith como un sistema de frenado hidrodinámico, para mejorar el desempeño y manejo de los vehículos de transporte pesado de carga y pasajeros en Guatemala.
- Como parte de la Comercialización del retardador Voith se efectuarán las pruebas necesarias en carretera, para demostrar la eficiencia del funcionamiento del freno hidrodinámico.

VII.- DESARROLLO DEL TRABAJO:

En base a Estrategias Competitivas Genéricas, en el mercado guatemalteco se adoptará la estrategia de Diferenciación, debido a que este producto es único en su rama, por sus características técnicas y de funcionamiento.

Por otro lado se cuenta con un gran respaldo de marca que proporciona Voith Turbo, que es un líder a nivel mundial.

Contar con el respaldo de un líder a nivel mundial como lo es Voith Turbo y demostrar las bondades de la utilización del freno hidrodinámico, ayudará a que el mercado del transporte pesado cree una lealtad y fidelidad para dicho sistema de frenado, esto llevará a crear un aislamiento y una barrera importante para el ingreso de la competencia.

Una de las principales ventajas de esta estrategia es que los clientes no tienen alternativas comparables, la empresa será el distribuidor exclusivo del sistema de frenado hidrodinámico Voith para Guatemala, debido a esto son menos sensibles al precio del retardador y a los servicios que se brindan.

VIII.- METODOS Y TECNICAS EMPLEADAS:

La metodología empleada para el desarrollo del trabajo, de elaborar una propuesta de comercialización de retardadores Voith, como un sistema de frenado hidrodinámico, para la industria del transporte pesado indujo al diseño del estudio de la problemática observada acerca de la seguridad en las carreteras para el transporte pesado y la reducción de los costos de operación de las empresas dedicadas al ramo.

Recolección de los datos necesarios para llevar a cabo el estudio.

Establecimiento de las herramientas estratégicas, para la introducción al mercado guatemalteco del sistema de frenado hidrodinámico Voith. (FODA, 5 fuerzas de Porter, etc.)

Presentación del proyecto, en el cual se muestra la necesidad del uso del freno hidrodinámico Voith, para mejorar la eficiencia en la operación de la industria del transporte pesado en Guatemala.

Elaboración de un análisis financiero que se basa en el Costo-Beneficio de las empresas donde se realizaron las pruebas.

En el análisis operativo se determino que la instalación y puesta en operación del Retardador Voith Modelo VR 133-2 se necesita el siguiente personal y equipo técnico:

Personal:

- Técnico Mecánico.
- Técnico Electromecánico.
- Vendedor y Asesor Técnico

Equipo Técnico:

- Información Técnica para mantenimiento y reparación del Retardador Voith.
- Equipo para programación del Retardador Voith.
- Equipo para diagnóstico y mantenimiento del Retardador Voith.

Estos Costos ya están incluidos en el precio total de venta del retardador Voith, por lo que no será necesario realizar ninguna inversión adicional.

VIII.- RESULTADOS:

Se realizó un análisis financiero para obtener los resultados siguientes:

Capital Invertido:

El capital inicial que será necesario invertir para la compra e instalación del Retardador Voith es de Q.115,000.00.

Fuentes de Financiamiento:

El financiamiento debe ser Interno para la empresa que desee la instalación del equipo, tomando como base las pruebas realizadas, el empresario puede dejarlo presupuestado como costo de mantenimiento durante todo el año y mensualmente cargar un porcentaje de la inversión total, aprovechando la reducción de costo que se obtiene con la instalación del mismo ya que según la proyección de los costos de mantenimiento realizados, el retorno de la inversión es menor de un año.

Análisis de la Reducción de Costos en el sistema de Frenos:

Sin el freno hidrodinámico el promedio en kilómetros recorridos, el cambio de fricciones y rectificado de tambores es de 25,000 km., debido al peso total del vehículo y el peso de la carga hacen que las fricciones se desgasten rápidamente y su utilización sea más frecuente, cabe mencionar que también se cambian las fricciones cuando estas están demasiado cristalizadas o rajadas por los esfuerzos a las que son sometidas.

Los costos de cambio de fricciones, rectificado de tambores, repuestos originales y mano de obra según valores proporcionados por las empresas Clutches de Guatemala S.A. y la Agencia de Vehículos International que se dedica a efectuar este tipo de trabajos en Guatemala son los siguientes:

| | |
|---------------------------|-----------|
| ➤ Cambio de fricciones | Q 5960.00 |
| ➤ Rectificado de tambores | Q 1950.00 |
| ➤ Repuestos originales | Q 3500.00 |
| ➤ Mano de Obra Mecánico | Q 3600.00 |

Este servicio asciende al valor total de Q 15,010.00, tomando en cuenta que no se están cambiando los tambores sino que solo se están rectificando.

En caso se cambiaran los tambores de frenos, estos tienen un costo de Q.575.00 c/u y el equipo completo usa 18 tambores.

Se tiene contemplado que un tambor se puede rectificar hasta 4 veces esto significa que cuando se tengan que cambiar, el valor del servicio aumentaría la cantidad de Q 10,350.00.

Tomando como base los datos anteriores se realizó una proyección para hacer un comparativo de gastos en mantenimiento del sistema de frenos en un equipo completo y se obtuvieron los siguientes resultados durante un año de funcionamiento de un vehículo que no utiliza el freno hidrodinámico:

Si tomamos en cuenta que con ayuda de un freno hidrodinámico, se prolongarían las reparaciones de frenos hasta los 150,000 kms. Este kilometraje se lograría operando adecuadamente el freno hidrodinámico y nos evitaríamos los gastos descritos a continuación.

Sin Freno Hidrodinámico:

Costos de mantenimiento en frenos de servicio para un vehículo en 150,000 kms.

| Kilometraje recorrido | Tiempo en Meses | Costo de mantenimiento en Frenos | Tipo de Servicio |
|------------------------------|------------------------|---|-------------------------|
| 25,000 | 2 | Q. 15,010.00 | Menor |
| 50,000 | 4 | Q. 15,010.00 | Menor |
| 75,000 | 6 | Q. 15,010.00 | Menor |
| 100,000 | 8 | Q. 15,010.00 | Menor |
| 125,000 | 10 | Q. 25,360.00 | Mayor |
| 150,000 | 12 | Q. 15,010.00 | Menor |

TOTAL: Q 100,410.00

Utilizando el Freno Hidrodinámico Marca Voith:

**Costo de mantenimiento en frenos de servicio para un vehículo en 150,000 kms.
Con freno Hidrodinámico**

| Kilometraje Recorrido | Tiempo en Meses | Costo de mantenimiento en Frenos | Tipo de Servicio |
|------------------------------|------------------------|---|-------------------------|
| 0 --150,000 | 12 | Q. 15,010.00 | Menor |

TOTAL: Q. 15,010.00

Análisis de la Reducción de los Costos en Combustible:

Sin freno hidrodinámico el promedio del costo de combustible mensual en un cabezal que jala doble remolque es de Q.49,800.00.

Si tomamos en cuenta que con la ayuda de un freno hidrodinámico, ahorramos el 5% del combustible utilizado durante el mismo periodo, la reducción de costos será de Q.2,490.00 mensuales.

Análisis de la Reducción de los Costos en Llantas:

Sin freno hidrodinámico el promedio del costo de cambio de llantas anual en un cabezal que jala doble remolque es de Q.60,258.00.

Si tomamos en cuenta que con la ayuda de un freno hidrodinámico, ahorramos el 30% en el desgaste de las llantas utilizado durante el mismo periodo, la reducción de costos será de Q.18,078.00 anuales.

Análisis del Costo de Oportunidad:

La renta de un cabezal para jalar doble remolque por día es de Q.11,000.00.

Sin freno hidrodinámico el cabezal recorre un promedio de 25,000 kms. Sin cambiar las fricciones de frenos, después de este recorrido, será necesario ingresarlo al Taller para realizar este servicio y normalmente se hace en un día.

Si tomamos en cuenta que con la ayuda de un freno hidrodinámico, el rendimiento de las fricciones es de 150,000 kms. Lo cual representa parar 6 veces menos para realizar este servicio, representando un ahorro de Q.66,000.00 durante un año.

También se obtiene un ahorro en el tiempo de viaje, debido a que la velocidad promedio es más alta, por la velocidad constante en los descensos, lo cual representa que durante el mes se pueden hacer 1 viaje más de los que se están realizando actualmente a un costo de Q1,000.00.

Adicional a estos costos se tiene el confort y la maniobrabilidad del conductor, esto se refleja en menos rotación de personal y menos accidentes en carretera.

IX.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se diseñó el proyecto para la comercialización de retardadores Voith, como sistema de frenado hidrodinámico, para la industria del transporte pesado en Guatemala, para lo cual se presentó el problema de índole técnico con el personal de Navistar y Cummins por la utilización del sistema de refrigeración para el enfriamiento del retardador, después de las pruebas realizadas se autorizó su utilización gracias al apoyo de las empresas interesadas, para el seguimiento respectivo y de acuerdo a la información recabada durante todo el proceso de prueba y demostración, se obtuvieron los resultados siguientes para su discusión y aprobación.

Resumen comparativo del costo de mantenimiento de operación para un vehículo en 150,000 kms. De recorrido o un año, sin y con freno hidrodinámico.

Sin Utilizar Freno Hidrodinámico:

Costos de Mantenimiento de Operación para un Vehículo en 150,000 kms. Ó un año.

| Kilómetros Recorrido | Tiempo en Meses | Costo en Frenos | Costo en Combustible | Costo en Llantas | Costo de Oportunidad |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 25,000 | 2 | Q.15,010.00 | Q.99,600.00 | Q.10,043.00 | Q.13,000.00 |
| 50,000 | 4 | Q.15,010.00 | Q.99,600.00 | Q.10,043.00 | Q.13,000.00 |
| 75,000 | 6 | Q.15,010.00 | Q.99,600.00 | Q.10,043.00 | Q.13,000.00 |
| 100,000 | 8 | Q.15,010.00 | Q.99,600.00 | Q.10,043.00 | Q.13,000.00 |
| 125,000 | 10 | Q.25,360.00 | Q.99,600.00 | Q.10,043.00 | Q.13,000.00 |
| 150,000 | 12 | Q.15,010.00 | Q.99,600.00 | Q.10,043.00 | Q.13,000.00 |
| Totales | 12 Meses | Q.100,410.00 | Q.597,600.00 | Q.60,258.00 | Q.78,000.00 |
| GRAN TOTAL Q.836,268.00 | | | | | |

Utilizando Freno Hidrodinámico Marca Voith:

Costos de Mantenimiento de Operación para un Vehículo en 150,000 kms. O Un año.

| Kilómetros Recorrido | Tiempo en Meses | Costo en Frenos | Costo en Combustible | Costo en Llantas | Costo de Oportunidad |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 0 a 150,000 | 12 | Q.15,010.00 | Q.567,720.00 | Q.42,183.00 | Q.13,000.00 |
| GRAN TOTAL Q.637,913.00 | | | | | |

La instalación de un freno hidrodinámico Marca Voith es Factible según el análisis y la proyección realizada, ya que se ahorra el 24% del costo de Operación anual, el cual equivale a Q.198,363.00, tomando en cuenta que la inversión inicial es de Q.115,000.00 la recuperación de esta inversión será de siete meses.

X.- CONCLUSIONES

- Por el trabajo realizado se logró la confianza del fabricante y representante de Costa Rica para llevar a cabo la comercialización e implementación del retardador Voith como un sistema de frenado Hidrodinámico en los vehículos de transporte pesado en Guatemala.
- Se logró un 24% de ahorro anual, esto significa un 4% más del objetivo propuesto al inicio de la propuesta de comercialización del retardador Voith.
- Con la capacitación al personal técnico y pilotos en la utilización correcta del freno hidrodinámico, se logró que el 90% de todas las frenadas pueden hacerse sin desgaste de los frenos de servicio, este porcentaje se puede incrementar si el piloto es experimentado, al conseguir velocidades promedio más elevadas, sin poner en riesgo su seguridad y la del vehículo.
- Como parte de la comercialización se efectuaron pruebas en carretera para demostrar la eficiencia del freno hidrodinámico al realizar el viaje en menos tiempo, mayor seguridad, mayor confort para el piloto y sin poner en riesgo los otros componentes del vehículo.

XI.- RECOMENDACIONES

- Es importante que el operador del vehículo antes de utilizar el freno hidrodinámico, reciba un adiestramiento en el uso del freno hidrodinámico para aprender el funcionamiento del mismo, con el objetivo de maximizar el funcionamiento y evitar daños o deterioro prematuro del freno hidrodinámico por una mala operación o por desconocimiento del funcionamiento del sistema del freno hidrodinámico. (ver anexo 3)
- En base a las pruebas realizadas y las recomendaciones del fabricante del retardador se ha determinado por la topografía de nuestro país, que las condiciones óptimas de funcionamiento del motor y del retardador, son las siguientes: Conectar el mando del retardador en la velocidad de crucero, Activar el freno de motor y conectar de forma manual el Fan Clutch para que este siempre este activado, mantener las revoluciones del motor aproximadamente entre 1600 a 1800 RPM, la caja de velocidades debe estar conectada en la sexta marcha baja, con una velocidad máxima del vehículo de 50 km/h. Para lograr estos parámetros la prueba se realizó con el vehículo cargado a su capacidad habitual de trabajo (peso bruto combinado vehicular de 60 toneladas.).
- El mantenimiento preventivo del retardador debe ser realizado de forma periódica, consistente en revisar los niveles de aceite para evitar accidentes y asegurarse del óptimo funcionamiento del freno hidrodinámico.
- Para efectos de operación se recomienda que los servicios de mantenimiento del freno hidrodinámico coincidan con los servicios mayores del vehículo.
- El freno hidrodinámico no debe ser utilizado para detener por completo el vehículo, en estos casos se deben utilizar los frenos de servicio, o en su defecto se debe de combinar el uso de ambos sistemas, para lograr una frenada eficiente y rápida.
- El operador del vehículo debe vigilar, constantemente, la temperatura del motor, si esta empieza a elevarse alrededor de 210°F, el operador debe de aumentar las revoluciones del motor y a disminuir la velocidad con ayuda de los frenos de servicio. Se elevan las revoluciones del motor para que la bomba de agua pueda aportar un flujo mayor de refrigerante y así, disipar de una mejor manera el calor generado por el freno hidrodinámico.
- Utilizar el freno hidrodinámico la mayor cantidad de veces posible, esto ayuda a disminuir los costos de mantenimiento de los vehículos, a lograr una frenada segura y tener un mejor control del vehículo.
- El piloto debe de mantener un registro y control del funcionamiento del retardador con el objetivo de establecer los parámetros de funcionamiento del sistema y determinar los reajustes o mantenimiento correctivo que pueda necesitar el retardador.

XII.- BIBLIOGRAFIA:

- 1.- Streeter, Víctor L. **Mecánica de los fluidos**. Madrid: Ediciones del Castillo, 1990. Obra de consulta para lectores con conocimientos de física y matemática
- 2.- Voith Turbo GMBA & Co. KG, **Instrucciones de Servicio Voith Retarder 133-2**, Alemania 2005
- 3.- Voith Turbo GMBH & Co. KG, **Manual de Taller retarder 133-2**, Alemania 2005
- 4.- Estrategias Competitivas, **Técnica para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia**. Por Michael E. Porter, Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V. México, Cap. 2, pp. 55-67.
- 5.- El artículo titulado **A MODEL FOR ESTATEGIC ANALYSIS**, fue preparado por el profesor John Little, del Instituto Centro Americano de Administración de Empresas (INCAE) para servir como base de discusión en clase, más que como ilustración del manejo correcto o incorrecto de la gestión administrativa. Traducida en el INCAE por Luis Diego Marín. Alajuela, Costa Rica. Junio de 1991.

XIII.- ANEXOS:

ANEXO 1.

Minuta de Reunión en Cervecería Centro Americana, S. A.

21 y 22 de julio 2007.

Asistentes:

Franklin Danilo Morales (Cervecería Gallo)
Julio César Cárdenas (Cervecería Gallo)
Rudy Velásquez (Cervecería Gallo)
Martín Pineda (Maquinos Cummins)
Eri Morán (Maquinos Cummins)
Emilio Valdez López (Internacional)
Emilio Gamboa (Voith)
Rafael Carmona (Voith)

La reunión se realizó para solucionar las dudas que existían con respecto a la operación del retardador Voith R133-2 en unidades Internacional 9200i y sus posibles efectos en el motor Cummins ISX 450 Serie 79007432 CPL8255. Esta unidad ha trabajado con el retardador desde el 14 de Febrero del 2007 sin presentar ningún problema hasta el momento.

El 22 de julio se realizó una prueba con la unidad T2076 cargada a la distribuidora de Jutiapa, ida y vuelta a la Ciudad de Guatemala, con un recorrido total de 260 km y un peso bruto combinado vehicular de 60 toneladas. Se monitorearon temperaturas de agua de enfriamiento del retardador, de aceite del retardador y de aceite de motor. También se hicieron algunas recomendaciones de operación al piloto para mejorar el desempeño del retardador y prolongar aún más la vida de las balatas.

Los asistentes a la prueba fueron Eri Morán, Rudy Velásquez, Emilio Gamboa, Carlos de la Cruz (piloto) y Rafael Carmona.

Los resultados de las temperaturas medidas en la unidad demostraron estar dentro de los rangos de operación que determina Cummins para este motor, aclarando las dudas que se habían presentado. Todos los presentes en la reunión quedamos plenamente convencidos de que el retardador trabaja sin producir condiciones adversas de operación en el motor en cuanto al control de temperatura. Las mediciones de temperaturas se realizaron con Diana (Voith), Quick Check (Cummins), Road Relay 4 (Cummins) y tablero de medición de Internacional, obteniendo mediciones congruentes con todos estos sistemas de medición.

Con base en estos resultados, Internacional Navistar (Emilio Valdez) está de acuerdo en que el cliente a que continúe instalando retardadores Voith en sus unidades actuales y dará su visto bueno para que se instalen en unidades nuevas que se requieran en un futuro próximo.

ANEXO 2.

MANUAL PARA EL MONTAJE DEL FRENO HIDRODINÁMICO.

El montaje del freno hidrodinámico en los vehículos depende del diseño de estos y de la posición más conveniente para la instalación del freno hidrodinámico.

Como bien se ha dicho el freno hidrodinámico debe ir entre la transmisión y el diferencial del vehículo, estos dos componentes están unidos por el eje cardan el cual debe ser reemplazado para la colocación del freno hidrodinámico; debido al diseño del vehículo se puede montar de las siguientes maneras:

- Montaje focal
- Montaje libre
- Montaje offline

Montaje focal:

En este tipo de montaje el freno hidrodinámico se monta frente a la caja de velocidades unido nada más por el yugo de la caja de velocidades directamente al rotor del freno hidrodinámico, las bases que sostienen el freno van acopladas al chasis del vehículo.

Para este tipo de montaje, el freno hidrodinámico viene configurado de forma que se acople directamente a la caja de velocidades y solo es necesario atornillarlo a la misma, ver figura 1.

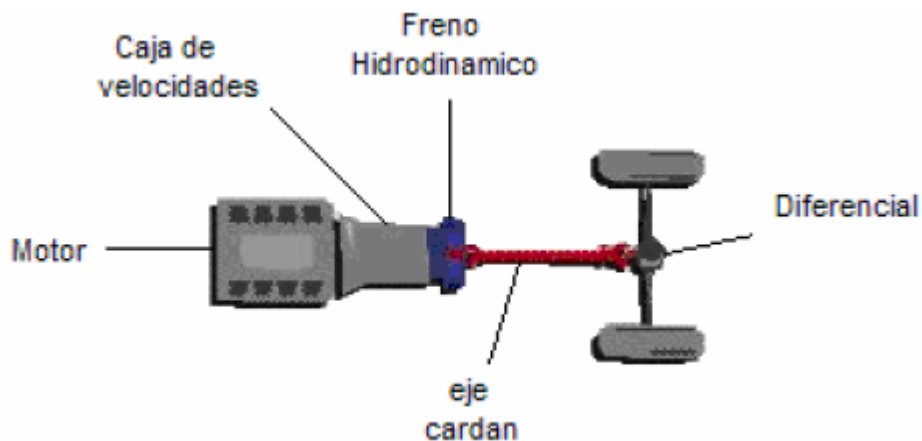


Figura 1. Montaje Focal

Montaje libre:

En el montaje libre el freno hidrodinámico se monta entre la caja de velocidades y el diferencial, para esto se desmonta el eje cardan, el freno hidrodinámico debe ser montado a una distancia equidistante de la caja y del diferencial. El montaje se hace sobre bases que van unidas al chasis del vehículo, se colocan dos ejes cardanes pequeños de los cuales uno va unido de la caja de velocidades al freno hidrodinámico y el otro del freno hidrodinámico al diferencial, con esto el freno hidrodinámico queda

separado de la caja de velocidades, este tipo de montaje usualmente se utiliza cuando por diseños del vehículo no se tiene espacio para el montaje focal.

En este tipo de montaje es necesario hacer las bases sobre las cuales ira montado el freno hidrodinámico; estas irán atornilladas al chasis del vehículo por lo que es necesario hacer perforaciones en el chasis para el acople de las bases, ver figura 2.

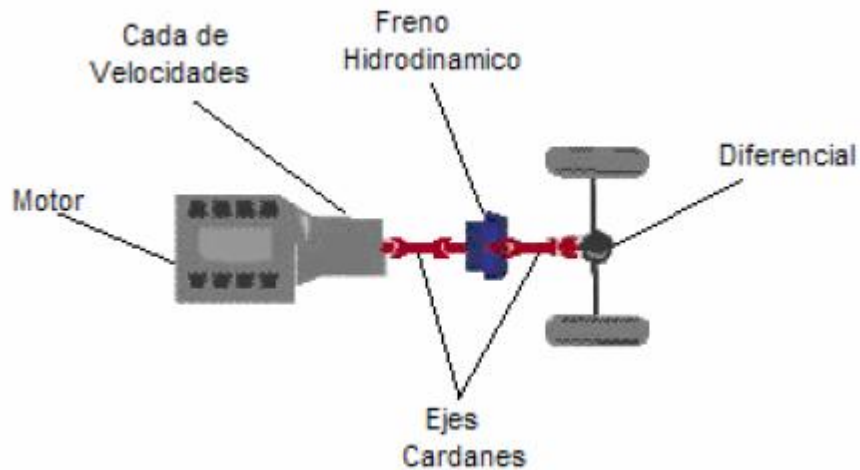


Figura 2. Montaje libre

Montaje offline:

Este montaje se utiliza cuando se carece de espacio para la instalación focal y libre, por lo que el freno hidrodinámico que se utiliza es especialmente fabricado para dicho montaje ya que el tipo de acople a la caja de velocidades es especial por la manera en que se monta, siempre se sujeta al chasis del vehículo, ver figura 3.

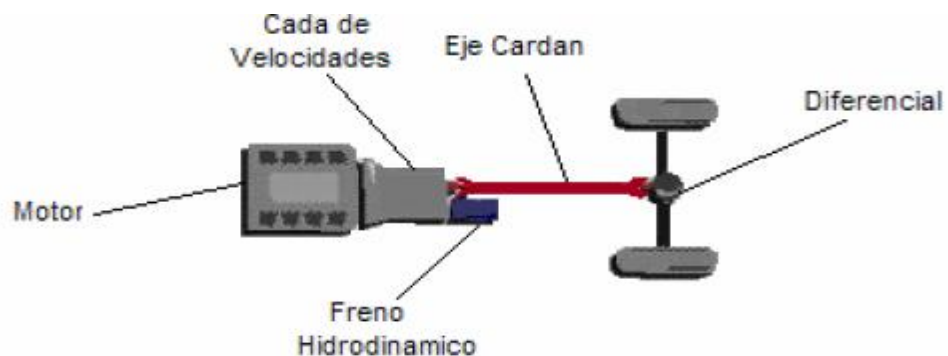


Figura 3. Montaje offline.

ANEXO 3.

MANUAL DE OPERACIÓN PARA EL FRENO HIDRODINÁMICO

Para obtener el mayor beneficio del freno hidrodinámico es necesario que el operador esté capacitado para utilizarlo de una forma adecuada. Se realizó este manual especialmente para explicar al operador del vehículo, como es el funcionamiento del freno hidrodinámico, como se acciona e indicar las situaciones donde este debe ser utilizado plenamente. El operador que sepa utilizar debidamente el freno podrá prolongar la vida útil del mismo así como la del vehículo.

¿Cómo funciona el freno hidrodinámico?

El freno hidrodinámico es un sistema de frenos novedoso que disminuye la velocidad del vehículo mediante la utilización de aceite y dos partes fundamentales dentro de la carcasa del freno hidrodinámico (retardador) llamadas Rotor y Estator. El freno hidrodinámico se monta entre la caja de velocidades y el primer diferencial, entonces el eje cardan que sale de la caja pasa por el retardador y está acoplado al Rotor que dentro de la carcasa está de cara al Estator.

Cuando presiona el pedal del freno, entra aire comprimido al depósito de aceite del retardador el cual hace subir el aceite hasta el rotor generando una contrapresión al estator. En esta acción se crea una fuerza contraria al movimiento del rotor la cual hace que la velocidad del rotor disminuya y así también la del vehículo.

ACCIONAMIENTO DEL FRENO HIDRODINÁMICO:

El accionamiento del freno hidrodinámico se puede hacer mediante el interruptor escalonado de 5 pasos el cual se encuentra cerca del volante de dirección del vehículo o bien accionando la palanca de encendido en el panel de control del vehículo para la utilización del retardador por medio del pedal de freno.

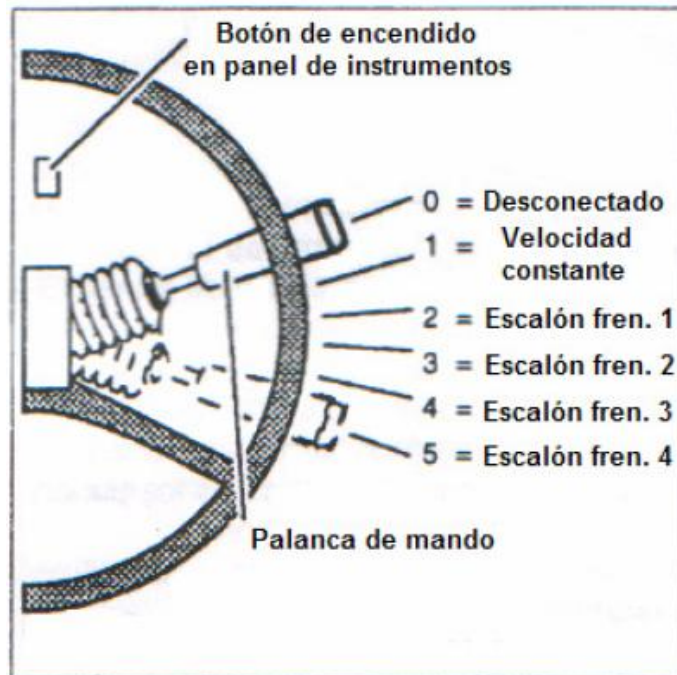


Figura 1. Mando de control del freno hidrodinámico.

Como se puede observar en la figura 1, la palanca de mando o mando de control del freno hidrodinámico puede ser utilizado para fijar una velocidad constante en el vehículo, o para aumentar la potencia de frenado de este. A continuación se describirá el funcionamiento de la palanca.

FIJACIÓN DE VELOCIDAD CONSTANTE:

Para utilizar el interruptor escalonado del freno hidrodinámico es necesario que el operador primero fije la velocidad del vehículo y revoluciones de motor a la que se quiera desplazar; recordemos que en este momento la palanca de mando se encuentra en la posición 0 con el retardador sin accionarse (ver figura 1).

Cuando se ha fijado la velocidad a la que se quiere descender el operador acciona la palanca a la posición 1 (desde la posición 0 ó desde cualquier otra posición.) La ECU del freno hidrodinámico memoriza la velocidad a la que se desplaza el vehículo y lo mantiene automáticamente a esa velocidad (ver figura 1).

Si después de activar la función “velocidad constante” en la posición 1 en la palanca de mando, el operador desconecta el freno hidrodinámico (posición 0) o se introduce otra oposición de frenado cualquiera (posiciones 2.... 5), se borra la información sobre la velocidad que se había fijado anteriormente, y para obtener nuevamente una velocidad constante se debe llevar la palanca de mando a la posición 0 de nuevo para que la ECU memorice la nueva velocidad. Esta velocidad debe ser la apropiada según el operador para que se produzca el frenado adecuado o según las necesidades del operador.

Cuando ya no sea necesaria la utilización del freno hidrodinámico dado que se tenga que detener el vehículo o la pendiente de la carretera termine, el operador debe

desconectarlo llevando la palanca a la posición 0 para que el freno hidrodinámico no siga funcionando y así seguir manejando en condiciones normales.

AUMENTO DE POTENCIA DE FRENADO

Si se desciende una pendiente a velocidad constante con el freno hidrodinámico accionado automáticamente y se quiere aumentar la potencia de frenado basta con utilizar las posiciones 2 al 5 en la palanca de mando del freno según sean las necesidades del operador. Entre más se aumente la palanca de mando en sus posiciones de la 2 a la 5, más se aumentara la potencia de frenado del freno hidrodinámico. Esto se ve a más detalle en la tabla I:

Tabla I. Potencia de frenado según posición de la palanca

| POSICIÓN PALANCA | POTENCIA EXIGIDA AL FRENO HIDRODINÁMICO | COMENTARIOS |
|------------------|---|--|
| Posición 0 | 0% | Freno hidrodinámico desconectado. |
| Posición 1 | 0% - 100% | Según la potencia requerida para llegar a la velocidad requerida. |
| Posición 2 | 25% | Aumento de potencia de frenado en un 25% más para disminuir la velocidad del vehículo |
| Posición 3 | 50% | Aumento de potencia de frenado en un 50% más para disminuir la velocidad del vehículo |
| Posición 4 | 75% | Aumento de potencia de frenado en un 75% más para disminuir la velocidad del vehículo |
| Posición 5 | 100% | Aumento de potencia de frenado en un 100% más para disminuir la velocidad del vehículo |

Fuente:<http://www.voithturbo.com/startupcomponents/es/service/maintenance>

Según las necesidades de frenado que el operador requiera así será la posición en la que deba colocar la palanca de mando, es como ejercer más presión sobre el pedal de freno, entre más lo presionamos más frena el vehículo, sucede lo mismo con el freno hidrodinámico entre más aumentamos la posición de la palanca más se le exige al freno hidrodinámico para que frene el vehículo.

El aumento de potencia de frenado es utilizado comúnmente en ocasiones cuando el frenado con velocidad constante no es suficiente para detener el vehículo, por ejemplo cuando se va a velocidad constante y se aproxima una curva demasiado cerrada y la velocidad a la que se viaja es demasiado alta para poder tomar esta curva, entonces es

allí cuando se aumenta la palanca de mando en uno o varios escalones según la necesidad, para disminuir la velocidad del vehículo y así poder tomar esa curva con toda seguridad.

ACCIONAMIENTO DEL FRENO HIDRODINÁMICO MEDIANTE EL PEDAL DE FRENO

El freno hidrodinámico también puede ser accionado mediante el pedal de freno, esto se hace accionando a la posición de encendido el botón que se encuentra en el panel de instrumentos del vehículo, ver tabla II.

Cuando el operador acciona este botón automáticamente la ECU del freno hidrodinámico lee la presión ejercida sobre el pedal de freno por el operador, según así sea la presión ejercida sobre el pedal así será la potencia de frenado que aplicara el freno hidrodinámico al vehículo.

Esto se hace debido a que se coloca un sensor de presión en el pedal de freno, que es el que envía la señal de presión al ECU del freno hidrodinámico y este a su vez a la válvula proporcional que es la que envía el aire comprimido según la potencia que se requiera a la carcasa del freno hidrodinámico para empujar el aceite hacia el rotor y estator para provocar el efecto de frenado.

La potencia exigida máxima utilizando el pedal de freno no es del 100%, esto debido a que la presión ejercida sobre el pedal del freno depende mucho del operador, y que no se puede exigir de golpe el 100% de la potencia de frenado ya que esto puede ser peligroso para el vehículo puede causar daños considerables en sus componentes como eje cardan, diferenciales, caja de velocidades y obviamente también corre peligro el operador del vehículo.

El sensor de presión colocado en el pedal de freno tomara varios rangos de presión ejercidos por el operador y según la lectura de este, enviara la señal al ECU, estas presiones sobre el pedal de freno se detallan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla II. Potencia de frenado según presión sobre el pedal de freno

| PRESIÓN EJERCIDA SOBRE EL PEDAL DE FRENO | POTENCIA EXIGIDA AL FRENO HIDRODINÁMICO | COMENTARIOS |
|--|---|--|
| 0.3 bar. | 25% | Utilización del freno hidrodinámico en un 25% de su potencia total |
| 0.6 bar. | 50% | Utilización del freno hidrodinámico en un 50% de su potencia total |
| 1 bar. | 75% | Utilización del freno hidrodinámico en un 75% de su potencia total |

Fuente: http://www.voithturbo.com/startup-components/es/service/maintenance_repair.php

Cabe mencionar que al utilizar el pedal de freno para accionar el freno hidrodinámico NO se utilizan las fricciones ya que el rango de lectura de presión del sensor (0.3 bar. – 1 bar.) Es menor a la presión necesaria para activar los frenos de servicio o en todo caso para que entren en funcionamiento las fricciones del vehículo. Por lo tanto de esta manera no se van a desgastar las fricciones del vehículo.

El accionamiento del freno hidrodinámico utilizando el pedal de freno es comúnmente más utilizado, debido a que ayuda enormemente a la comodidad del operador del vehículo ya que para este no será de mucho trabajo estar encendiendo y apagando el freno hidrodinámico.

DESCONEXIÓN DEL FRENO HIDRODINÁMICO POR ALTA TEMPERATURA.

Recordemos que el sistema de enfriamiento del motor es el que enfría también el freno hidrodinámico y si esta temperatura aumenta más allá de lo normal, podría ocasionar problemas al motor, incluso llegar a dañarlo.

En las frenadas utilizando el freno hidrodinámico, la energía dinámica, se transforma en calor, que es transferido al sistema de refrigeración del vehículo por medio del intercambiador de calor.

Para poder controlar estos aumentos de temperatura y no dañar el motor, se colocan dos sensores de temperatura, uno en el tubo de retorno de agua del circuito de refrigeración y el otro en la salida de aceite del freno hidrodinámico hacia el intercambiador de calor, que es donde el aceite cede el calor al refrigerante.

Según el tipo de motor del vehículo se coloca la temperatura máxima en la ECU del freno hidrodinámico, pero en la mayor parte de los motores el valor máximo de

temperatura del refrigerante debe ser 220° F, como máximo, para que el freno hidrodinámico se desconecte automáticamente.

Para no correr riesgos de accidente, debido a que el freno hidrodinámico se desconecte por completo súbitamente; la ECU al detectar aumento de temperatura en el refrigerante, alrededor de 215° F, empieza a encender la luz de advertencia en el tablero del vehículo, a la vez que la ECU envía una señal de disminución de potencia a la válvula proporcional, para que esta entregue nada más el 50% de presión de aire al freno hidrodinámico. Con esto se consigue disminuir la potencia de frenado y por consiguiente la generación de calor hacia el sistema de refrigeración, así mismo que se advierte al operador del vehículo para disminuya a una velocidad segura, en este tipo de casos se deben utilizar los frenos de servicio.

Si en todo caso la temperatura en el refrigerante sigue aumentando hasta llegar alrededor de 220° F, la ECU enviara la señal a la válvula proporcional para que no deje pasar aire y así el freno se desconectaría por completo.

Si el operador del vehículo observa que la luz de advertencia instalada en el panel de instrumentos se enciende, se deberán tener en cuenta lo siguiente:

El operador debe adecuar la velocidad del vehículo con los frenos de servicio y disminuir una o dos velocidades en la caja de cambios del vehículo, con ello se consiguen incrementar la velocidad de giro del motor. Con lo anterior se consigue aumentar el caudal de entrega de la bomba de agua y una mayor velocidad del ventilador, todo ello para disminuir la temperatura del refrigerante.

Conduciendo adecuadamente y realizando un mantenimiento correcto al freno hidrodinámico, se puede incrementar la capacidad de refrigeración del vehículo y, con ello, incrementar y asegurar la disponibilidad del freno hidrodinámico.