

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

<b>Código:</b>	CIDII-020213
<b>Centro de Investigación:</b>	CENTRO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA
<b>Programa:</b>	Tecnologías de Inclusión
<b>Título del Proyecto:</b>	Diagnóstico del sistema de ignición en motores de combustión interna alternativos diésel mediante el uso de técnicas predictivas.
<b>Grupo de Investigación:</b>	Grupo de Investigación en Control y Automatización
<b>Area de Conocimiento:</b>	Ciencia y Tecnología
<b>Línea de Investigación:</b>	Ingeniería de control y tecnologías de
<b>Tipo de Investigación:</b>	Desarrollo
<b>Campo :</b>	Tecnologías
<b>Investigador Principal :</b>	CRISTIAN LEONARDO GARCIA GARCIA
<b>Proyectos Vinculados :</b>	
<b>Duración del Proyecto :</b>	12 Meses
<b>Localización del Proyecto :</b>	Cuenca-Azuay
<b>Fecha de ingreso :</b>	30/09/2013 09:46

## 2. ANTECEDENTES

La tendencia actual del mantenimiento integral se orienta a reducir el mantenimiento correctivo, optimizar el sistemático y potenciar el predictivo, es por ello que con el uso de técnicas predictivas se podrá dar un diagnóstico del sistema de ignición en un Motor de Combustión Interna Alternativo usando una técnica no intrusiva. En la sociedad industrial en la que nos encontramos, el mantenimiento juega un papel predominante, ya que asociado al mismo existen consideraciones socio-económicas importantes. En el campo del mantenimiento, hay que destacar al mantenimiento predictivo o mantenimiento basado en condición, El mantenimiento predictivo es la serie de acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar fallas y defectos de maquinaria en las etapas incipientes para evitar que las fallas se manifiesten catastróficamente durante operación y que ocasionen paros de emergencia y tiempos muertos causando un impacto financiero negativo. Para potenciar este tipo de mantenimiento, se ha investigado en el uso de técnicas y herramientas de fallos que sean fiables, sencillas y rápidas.

El proyecto actual se enmarca dentro del estudio en el uso de estas nuevas técnicas de detección y diagnóstico automático de fallos en motores diésel tomando como medio de condición las oscilaciones del motor, la variación de temperatura en el múltiple de escape y el ruido generado en su normal funcionamiento. Por ello contribuiremos al desarrollo de herramientas de diagnóstico no intrusivas de los fallos más significativos en el sistema de ignición de los motores Diésel.

Uno de los beneficiarios de este proyecto serían las empresas de transporte urbano conjuntamente con los propietarios; ya que se mejoraría la calidad y durabilidad del producto realizado; esto con respecto a los fabricantes; y reduciendo así los costos de mantenimiento para el propietario.

## 3. JUSTIFICACIÓN

Para potenciar el tipo de mantenimiento predictivo o mantenimiento basado en condición, se ha desarrollado investigación, debido a exigencias legales como comerciales, en el desarrollo y aplicabilidad de técnicas y herramientas de fallos que sean fiables, sencillas, no intrusivas y rápidas.

Con el presente proyecto se propone dar respuesta a la deficiencia en el uso de técnicas Predictivas para el diagnóstico de Motores de Combustión Interna Alternativos ¿MCIA¿.

El uso de técnicas predictivas en el diagnóstico de motores de combustión interna alternativos Diésel; en nuestro país no está muy difundida, sin embargo en otros países se marca la tendencia al uso de las mismas para llevar un adecuado control de los planes, averías y programación de las tareas de mantenimiento, un plan de mantenimiento adecuado nos permite la consecución de estos objetivos, disminuyendo las averías imprevistas, aumentando la fiabilidad, permitiendo la optimización de los recursos y en definitiva reduciendo los costes y contribuyendo a la eficiencia global de la empresa sin descuidar la conservación del medio ambiente.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo General

Implementar un Plan Integral de Mantenimiento predictivo en motores de combustión interna alternativos diésel con el fin de optimizar las operaciones y periodos adecuados de intervención de las diferentes tareas de mantenimiento

### 4.2 Objetivos Especificos

- 1 Elaborar una firma térmica para las averías en el sistema de ignición en Motores de combustión Interna Alternativos.
- 2 Diagnosticar las fallas más comunes en la combustión de un motor alternativo diésel en base al análisis de vibraciones.
- 3 Plantear un sistema de monitoreo por análisis de ruido, para el diagnóstico del sistema de ignición en Motores de Combustión Interna Alternativos.

## 5. ESTADO DEL ARTE

Los motores de combustión interna alternativos, por el principio de funcionamiento, son grandes generadores de vibraciones, inclusive cuando están operando en condiciones de funcionamiento normal, el uso de la técnica de vibraciones ha tenido éxito en el diagnóstico y valoración del estado de los diferentes elementos mecánicos del motor. Es por ello que determinados desperfectos pueden originar un aumento de dichas vibraciones, esto puede ser usado como un indicador de fallos.

Es por ello que para motores diésel, se suelen buscar anomalías en la bomba de inyección, obstrucciones o mal tarado de los inyectores, holgura excesiva entre pistón y cilindro, mal reglaje de válvulas, etc. En el caso de motores diésel la calidad de la combustión en cada uno de los cilindros es un factor primordial con el fin de obtener un funcionamiento óptimo, por ello es importante determinar cualquier fallo que de manera directa o indirecta pueda afectar a la misma, pero el proceso de combustión es un buen indicador para el diagnóstico de fallos por su gran sensibilidad a la mayoría de anomalías que afectan a los motores.

Todas las fuentes vibratorias en un motor actúan simultáneamente, en menor o mayor medida, por lo que el análisis de las medidas obtenidas suele ser, en la mayoría de los casos, muy complejo. Por ello se han intentado aplicar diferentes técnicas de diagnóstico para motores de combustión basadas en el análisis de vibraciones, aunque muchas de ellas están en desarrollo, los resultados obtenidos en maquinaria rotatoria, como los previos para los motores de combustión interna, son elevadas.

Estos movimientos oscilatorios en motores de combustión interna alternativos pueden ser estudiados de diferentes maneras.

Un estudio preliminar se logra mediante el análisis de la variación de la velocidad instantánea de rotación a lo largo de un ciclo de funcionamiento del motor, es decir la irregularidad de dicha velocidad [3]. Estas variaciones de velocidad de rotación son, en general, indeseables en las aplicaciones reales de los motores de combustión interna alternativos Diésel, no solo por el efecto pernicioso sobre el elemento arrastrado y la confortabilidad del usuario, sino de los importantes esfuerzos torsionales que pueden aparecer en el eje y en el acoplamiento de salida del motor. El problema surge como consecuencia de la variación del momento de giro o parte motor a lo largo de una revolución del mismo, lo que implica la aparición de importantes aceleraciones y deceleraciones de la velocidad instantánea de rotación. La detección de un fallo de combustión, utilizando las fluctuaciones de la velocidad angular, es viable con los métodos actuales, para ciertas condiciones de servicio y de operación del motor.

A más del estudio de la irregularidad de rotación se pueden valorar las oscilaciones torsionales en el cigüeñal. Se denominan vibraciones torsionales a las variaciones periódicas provocadas por las fuerzas tangenciales aplicadas al cigüeñal de un motor; estas vibraciones son consecuencia de la elasticidad torsional del árbol. El cálculo de las inercias es muy complejo, ya que no son constantes en todo momento, sino dependen de la posición en ese instante. [4].

Tomando como base estos estudios se ha elaborado manuales guía para la prevención de las oscilaciones torsionales [5]. El primer paso para determinar analíticamente la respuesta de torsión es calcular la torsión natural las frecuencias del sistema. Para este estudio se requiere la rigidez y la masa de inercia del eje y componentes que se analizaron (referidos como los datos de masa-elásticas). Un cigüeñal se puede simplificar en varios componentes principales: eje de mangueta que se conecta a un acoplamiento o volante, determinando dumpers adecuados para motores con diferentes potencias, llegando a dar los problemas, sus causas y soluciones referente al estudio de vibraciones torsionales en el cigüeñal.

La existencia de fuerzas impulsivas y lo señalado hace suponer que durante el funcionamiento del motor de combustión interna son excitadas las frecuencias naturales de oscilación de elementos del mismo, lo cual abre una posibilidad de aumentar la eficiencia del DV a partir del conocimiento de dichas frecuencias. [6] Existen diferentes métodos para determinar las frecuencias naturales de oscilación de elementos sólidos, que pueden dividirse en teóricos o experimentales. Entre los teóricos se pueden plantear los modelos de masas concentradas unidas por elementos elásticos cuyas propiedades reflejen las relaciones dinámicas reales en los elementos mecánicos [7]. Mientras tanto, la determinación experimental con un mínimo de exactitud es imposible si no se cuenta con un analizador de vibraciones mínimo de dos canales.

En otras pruebas se han intentado determinar el curso de la presión interna de combustión en un cilindro sobre la base de señales de vibración registrados para lo cual se ha hecho uso de las redes neuronales utilizando los datos obtenidos a partir de la descomposición de la señal del tiempo. A más se han aplicado transformadas de wavelet discreta en esta prueba para la determinación de presión en el cilindro. [8], [11].

Pudiendo así registrar los siguientes aspectos durante las pruebas:

- ¿ La señal de aceleración de la vibración en dirección paralela al eje del cilindro.
- ¿ La señal de aceleración de la vibración en dirección perpendicular al eje del cilindro.
- La señal de la presión de combustión.
- ¿ La señal del ángulo de rotación del cigüeñal con un marcador de punto muerto superior de la posición del pistón.

Sin embargo este tipo de transformadas están en pleno desarrollo para motores de combustión, siendo así que la más utilizada es justamente la transformada rápida de Fourier (STFT).

Se pretende que con el uso de las diferentes técnicas lograr generar un algoritmo para poder valorarlo en el diagnóstico de fallas en motores de combustión interna alternativos. [9], [10].

El ensayo de termografía constituye una situación mucho más compleja de lo que aparenta. Esta complejidad tiene varios orígenes: la naturaleza física misma de la medición por la cámara, la complejidad del objeto observado, la existencia de transferencias de calor entre este sistema y el medio ambiente que lo rodea, y la existencia de otras posibles fuentes de calor. Una parte de estas transferencias pueden estar bajo el control del operador (caso de la termografía activa) o totalmente independientes a él (caso de la termografía pasiva). Por ello es una de las técnicas que no están desarrolladas en nuestro medio, y más aún en el área del mantenimiento automotriz.

La Universidad Nacional Experimental del Táchira - Venezuela; invirtió 71.500 USD en la generación de un plan de mantenimiento para que de sus 29 unidades 26 estén en condiciones para movilizar al menos unos 7 mil estudiantes, de los casi 11 mil que integran la comunidad universitaria. Explicaron que el transporte universitario de la UNET es uno de los mejores de todas las casas de estudios superiores del país, ya que recorre diariamente al menos 10 municipios del estado. Para el caso de la UNET el contar con un buen plan de mantenimiento le permite contar con el 90% de su flota funcionando.

El Centro de Máquinas y Motores Térmicos ¿CMT¿ de la Universidad Politécnica de Valencia ¿UPV¿ desarrollan investigaciones en la técnica de la Termografía infrarroja para el diagnóstico de motores diesel, mediante el análisis térmico de las superficies externas en componentes del motor, principalmente en los colectores de escape donde además de posibilitar la detección del fallo a través del desequilibrio térmico en los mismos permite identificar fallos en la combustión y compresión. Con el propósito de diagnosticar fallos como base del Mantenimiento Predictivo de motores Diesel en servicio, se ha instrumentado un sistema de monitorizado no intrusivo mediante síntomas de detección por la temperatura superficial de los colectores de escape, utilizando: termopares intrusivos, termopares de contacto y Termografía Infrarroja y síntomas de cuantificación por la medida de potencia, compresión relativa, régimen de rotación, inyección y opacimetría.

Otro centro de investigación importante por el desarrollo de la Termografía Infrarroja en motores es la State University of New Jersey, quienes han estudiado la propagación de la llama en el cilindro y su impacto en las características térmicas de la cámara de combustión. Así también, con la utilización de la nueva generación de cámaras termográficas han podido desarrollar sistemas que permiten registrar simultáneamente cuatro imágenes geométricamente idénticas en diferentes bandas espectrales de radiación para obtener distribuciones instantáneas de temperatura, concentraciones de vapor de agua y carbonilla en la mezcla gaseosa.

Al igual en el GMTS ¿Grupo de Máquinas y Motores Térmicos de Sevilla-España¿, centra su investigación en aplicaciones de la termografía infrarroja a las máquinas y motores térmicos: orientada a aplicaciones de predicción de fallos y programas de mantenimiento.

La emisión de ruido en vehículos se debe a la contribución de diversas fuentes entre las que cabe destacar el motor, el ruido generado por el motor se debe principalmente al ruido de combustión y al ruido de admisión y escape [16]. El ruido asociado al cuerpo de vehículo incluye la interacción con el motor y en entorno (piso y aire circundante) y los mecanismos como la transmisión, suspensión y frenos. En funcionamiento, el ruido del motor prevalece sobre las demás fuentes.

Una de las fuentes de ruido en motores es producido por la vibración de las superficies, en el que la inestabilidad del fluido en reposo es producida por la vibración de las superficies de los elementos del motor. Las fuerzas de excitación provienen de flujos internos no estacionarios, del proceso de combustión y de los impactos debidos al movimiento alternativo rotativo de los elementos del motor

El origen del ruido de combustión radica en la rápida variación temporal que experimenta la presión en el cilindro durante la combustión. Este aumento abrupto de presión produce la principal fuerza de excitación del motor, a la cual se le superpone una intensa oscilación del gas de la cámara de combustión. A su vez, esta excitación causa la vibración de la pared del bloque motor, que es la que precisamente irradia el ruido. Las fuerzas de presión actúan directamente sobre las superficies que conforman la cámara de combustión, mientras que las fuerzas mecánicas ¿potenciadas por la combustión- son debidas al cabeceo del pistón, holguras en los cojinetes, deformación en los elementos, fricción, etc. Las fuerzas de presión dependen en gran medida de la velocidad de combustión que, a su vez, depende de la estrategia de suministro de combustible (que es función directa de combustión) y de otros parámetros de diseño del motor, como la geometría de la cámara de combustión, la relación de compresión, etc.

Existen estudios basados en la creación de modelos termodinámicos con diferentes enfoques para la detección de dos modos de falla comunes - Aumento de blow-by y fallos con el proceso de compresión de los motores diesel, se pone especial atención en la robustez y fiabilidad de estimación mediante la exclusión de partes de la fase de combustión y de señales con alto nivel de ruido. Los algoritmos propuestos se han validado con los datos experimentales. [18]

A más de ello se ha realizado estudios de la evaluación de la combustión en motores diésel, analizando el ruido a nivel global en funcionamiento transitorio [16], El trabajo experimental se ha hecho en un 1,6 litros motor diésel turboalimentado de inyección directa IV. El motor



se cargó en un banco de pruebas eléctrico acoplado directamente a su embrague. El caso de la caja de cambios se mantuvo reunido con el bloque para que el patrón de vibración de la estructura del motor se mantuvo como más cerca posible del funcionamiento real. El banco de pruebas fue colocado dentro de una cámara anecoica cuya frecuencia de corte fue de 100Hz.

Con el análisis de ruido se han optimizado los diseños del sistema de escape, para suprimir el ruido de descarga del motor de marcha en vacío [9], La técnica simulada fue empleada para buscar el diseño optimizado de escape. Las pruebas se han adaptado a un equipo real, el sistema de escape está montado con dos cámaras de expansión simple y dos variables de diseño, se observó que el método de optimización dio buenos resultados. El diseño optimizado irradiaba el nivel de sonido más bajo, lo que fue de aproximadamente 10 dB más bajo.

Una opción acertada también lo es el estudio del ruido generado por el sistema de alimentación [21], centrado en el estudio de la alta frecuencia de oscilación de la presión de combustión y otros factores influyentes de la combustión durante régimen estable y condiciones transitorias, el estudio se ha centrado en descubrir las razones para la diferencia en el ruido de combustión entre transitorios y de estado estable bajo ciertas condiciones de velocidad y carga del motor.

Para crear modelo base en este estudio se ha realizado experimentos en motores de un solo cilindro [22], en el experimento se induce ruido por la presión del cilindro que actúa sobre el estructura del motor, provocando la deflexión de la estructura (Naoya, 1989). La impedancia estructural de una estructura de motor depende de rigidez la rigidez del motor, masa y amortiguamiento. Y se concluye que el ruido de combustión es causado por la fuerza directa de los elementos alternativos del motor (Hiroshi, 1990).

En otros casos de estudio de las fuentes de ruido en motores diésel se da en el sistema de distribución, específicamente en el ruido generado por el golpe de válvula [26], el conjunto empírico permite el diagnóstico de la señal de ruido provocado por el golpe de la válvula que es relativo a la vibración generada por el golpe de combustión alrededor del punto muerto superior (TDC). Las representaciones tiempo-frecuencia de la señal se obtienen por una adaptación generalizada de la transformada rápida de Fourier (AGST). El resultado indica que la válvula de golpeteo del motor diésel es seria, y las frecuencias de ruido son más altas que el golpe de combustión. A más de ello se optó por el tratamiento de la señal por medio de la transformada de Hilbert, obteniendo una comparación acertada entre los dos tipos de tratamiento de señal.

## 6. METODOLOGÍA

La investigación tendrá un enfoque experimental, en cada una de las técnicas aplicadas se manipulara una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas, se hará un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observaremos su efecto en otra variable (variable dependiente).

Cada experimento es una situación simulada, en la que se manipularan las condiciones de una o de diversas situaciones precedentes (variable independiente) para comprobar los efectos que causa dicha variable en otra situación consiguiente (variable dependiente). Esta situación se dará en varias etapas, que pueden resumirse de la siguiente forma:

1. Planteamiento de un problema de conocimiento.
2. Formulación de hipótesis.
3. Realización de un diseño adecuado a la hipótesis:
4. Recogida y análisis de datos.
5. Elaboración de conclusiones.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Macián, V.; Tormos, B.; Olmeda, P, Fundamentos de Ingeniería de Mantenimiento, Ed. SPUPV ¿ Valencia 1999.
- [2] PhD. Simón J. Fygueroa Salgado, Diesel Engine Condition Monitoring Techniques, Departamento de Ingeniería Mecánica, Industrial y Mecatrónica. Universidad de Pamplona. Ciudadela Universitaria. Pamplona. Colombia, 2005.
- [3] Pablo Cesar Olmeda, Diagnostico de fallos de motores Diesel mediante el análisis de oscilación del bloque, Valencia 2003.
- [4] British International Combustion Engine Research Association, 1958.

[5] Troy Feese, P.E. And Charles Hill, Guidelines For Preventing Torsional Vibration Problems in Reciprocating Machinery, University Oak, 2002.

[6] J. Rodríguez Matienzo, Diagnostico por vibraciones en motores de combustión Interna, La Habana 19390, Cuba, 1997.

[7] Rodríguez Matienzo J.; Las frecuencias naturales de elementos de máquinas, su determinación y utilidad en el diagnóstico técnico.

[8] Piotr Czech, Determination of the Course of Pressure in an Internal Combustion Engine Cylinder with the Use of Vibration Effects and Radial Basis Function  $\zeta$  Preliminary Research, Silesian University of Technology, Faculty of Transport, Poland, 2012.

[9] ZHANG Zhi-gang, E Jia-qiang, ZHANG Gui-xiang, A novel dense spectrum correction algorithm for extracting vibration signals in internal combustion engine and its application, Central South University Press and Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012.

[10] V. V. Gotsulenko, Control of the self-oscillation of amplitude of vibration combustion in a liquid-propellant rocket engine by solving the system of equations that describe this regime of combustion, Zheltye Vody Institute Enterprise "Strategy", 2010.

[11] Ean-Hugh Thomas, Bernard Dubuisson And Marie-Agnes Dillies Peltier, Engine Knock Detection from Vibration Signals using Pattern Recognition, 1997 Kluwer Academic Publisher

[12] Lv Shi-Gui, Yang Li and Yang Qian, Research on the applications of infrared technique in the diagnosis and prediction of diesel engine exhaust fault, Department of power Engineering, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China, 2010.

[13] Macián, V.; Tormos, B.; Ruiz, S.; Peralta, R.W, Diagnosis of Diesel engine condition through exhaust manifold temperature using Infrared Thermography Technique CONGRESS EUROPEAN AUTOMOTIVE EAEC 21ST - PROCEEDINGS SAIT01180  $\zeta$  Bratislava 2001.

[14] Grimnes, K. Thermography in Norway: history and state of the art, CONGRESS THERMOSENSE 22<sup>a</sup> - PROCEEDINGS PAPER  $\zeta$  USA 2000.

[15] Heinrich, H. Thermography in Germany: state of the art, CONGRESS THERMOSENSE 22<sup>a</sup> - PROCEEDINGS PAPER  $\zeta$  USA 2000

[3] Carolina Atlmann, Proactivo en flotas de Maquinaria Pesada. 1er Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad, 21 y 22 de Abril de 2005. Montevideo  $\zeta$  Uruguay.

[16] HAO Zhi-yong, JIA Wei-xin, FANG Fang, Virtual design and performance prediction of a silencing air cleaner used in an I.C. engine intake system, Tianjin Internal Combustion Engine Research Institute, Tianjin University, Tianjin 300072, China, May 12, 2005.

[17] D. Watzenig, m. S. Sommer, g. Steiner, Engine State Monitoring and Fault Diagnosis of Large Marine Diesel Engines, Springer-verlag 2009.

[18] Cherie Lu & Peter Morrell, Determination And Applications Of Environmental Costs At Different Sized Airports  $\zeta$  Aircraft Noise And Engine Emissions.

[19] Junhua Wu, Zhen Huang, Xinqi Qiao, Jun Lu, Junjun Zhang, Liang Zhang, Study Of Combustion And Emission Characteristics Of Turbocharged Diesel Engine Fuelled With Dimethylether, Higher Education Press And Springer-Verlag 2008.

[20] F. Payri, a. J. Torregrosa, a. Broatch and I. Monelletta, Assessment of Diesel Combustion Noise Overall Level in Transient Operation, CMT-Motores Térmicos, Universidad Politécnica de Valencia, 2012.

[21] J.-G. Ih, C.-Y. Choi, T.-K. Kim, s.-h. Jang and h.-j. Kim, Optimal Design Of The Exhaust System Layout To Suppress The Discharge Noise From An Idling Engine, Center for Noise and Vibration Control (NoViC), Department of Mechanical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), 2011.

[22] H. WEI, Z. LI, X. LIANG and G. SHU, Influence Of The Accelerating Operation Mechanism On The Combustion Noise In Di-Diesel Engines, State Key Laboratory of Engines, Tianjin University, China 2012.

[23] HE Yong, BAO Yi-dan, Study On The Relationship Between Adjustable Operational Parameters And Noise Of Single-Cylinder Diesel Engine, Dept. of Agricultural Engineering, Zhejiang University, China 2000.

[24] Oscar Ramos, Jorge Perez Villalobo, Análisis del Ruido Producido por Bombas de Agua para Motores de

[25] Inmaculada Andres Verdu, Contribución Al Estudio Y Caracterización De La Generación De Ruido De Flujo En El Sistema De Escape, Departamento De Maquinas Y Motores Térmicos De La Universidad Politécnica De Valencia, 2003.

[26] ZHENG Xu y HAO Zhiyong, Diagnosis of Valve-Slap of Diesel Engine with EEMD-EMD-AGST Approach, Tianjin University and Springer-Verlag Berlin Heidelberg, China, 2012.

## 8. RESULTADOS ESPERADOS

En términos académicos, se producirán publicaciones, presentaciones en congresos nacionales y/o internacionales, eventos académicos y reportes de investigación.

Con el propósito de diagnosticar fallos como base del Mantenimiento Predictivo de Motores Diesel en servicio, se instrumentará un sistema de monitoreo no intrusivo mediante síntomas de detección por la temperatura superficial de los colectores de escape, utilizándose Termografía Infrarroja.

Se espera establecer que síntomas son más importantes, que tipos de fallo son más frecuentes para simular su validación en la técnica de Termografía, a través de los cambios de la temperatura en los gases de combustión del escape.

## 9. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y/O SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

La investigación generará información en cuanto al diagnóstico de motores de combustión interna alternativos mediante el uso de la termografía infrarroja. Esta información será transmitida al pregrado mediante charlas informativas, congresos internos en la Institución Educativa, a más las cátedras que tengan relación directa con Mantenimiento, Motores de combustión, Transferencia de Calor, Termodinámica que dictan los docentes que están directamente involucrados en la investigación tendrán un enfoque al Mantenimiento Predictivo.

El proyecto tendrá como uno de sus objetivos la búsqueda de asociados y/o inversionistas, los mismos que pueden ser las grandes empresas de transporte urbano, interprovincial y/o internacional. Con ello encontrar financiamiento para futuras investigaciones relacionadas al área del transporte.

El uso de esta técnica no está supeditada solamente al transporte, existen diferentes campos en los cuales; manteniendo el mismo enfoque investigativo se las puede aplicar, áreas como la construcción civil, maquinaria pesada, transporte masivo de pasajeros y ferrocarril, tranvía, son buenos aliados para la implementación de esta técnica. Con ello el área de Mantenimiento de la UPS, se puede convertir en gestora de las tareas de mantenimiento de empresas involucradas con el área de transporte, construcción, etc.

## 10. IMPACTOS DEL PROYECTO

El uso de esta Técnica genera un impacto en lo académico; los estudiantes de pregrado tendrán una nueva herramienta no intrusiva, lo que permitirá el diagnóstico de motores en menor tiempo; optimizando así la programación de tareas de mantenimiento, sabiendo que para la industria automotriz, puede mencionarse su utilización en: condiciones de climatización interior y eficiencia de congelamiento, aislamiento térmico del chasis, eficiencia de frenado y fricción en embragues, desgaste de neumáticos, y muy recientemente en sistemas de detección nocturna.

En lo social; al contar con equipos en buen estado se garantiza la seguridad, comodidad y calidad de los servicios, siendo los principales beneficiarios los usuarios de este medio de transporte.

En lo tecnológico presenta una gran ventaja, ya que al ser una herramienta nueva de diagnóstico en el campo automotriz presenta un gran campo de evolución para futuras investigaciones

## 11. INFORMACIÓN DE COFINANCIADORES (en caso de que existieran)

