

DESCRIPCIÓN.

Procedimiento y Aparato para Inyectar Aire Comprimido de Forma Directa a la Cámara de Combustión Interna de Motores Térmicos.

SECTOR TECNOLÓGICO:

Esta invención se relaciona con el proceso para introducir aire comprimido a las cámaras de combustión interna de motores térmicos, mediante la inyección directa de aire por vía alterna a los tradicionales ductos y válvulas de admisión, usando un inyector de aire comprimido gobernado por la unidad de control del motor (ECU). La invención se relaciona también con un aparato para llevar a cabo dicho procedimiento.

TECNOLOGÍA ANTERIOR O ESTADO DE LA TÉCNICA:

Se desconoce la aplicación o uso de algún tipo de Inyección Directa de Aire Comprimido a la cámara de combustión interna de motores térmicos como se describe en esta solicitud, para su utilización como alimentador o sobre-alimentador de aire para motores de combustión.

Haciendo la revisión del estado de la tecnología, el problema técnico se resume en la optimización energética de los motores de combustión interna, acompañado de la reducción de consumo de combustible y de la reducción de emisión de gases contaminantes a la atmósfera; hasta ahora tal problema se ha enfrentado desde el punto de vista de la introducción eficiente de mezcla de aire y combustible dentro de la cámara de combustión, en términos de proporciones estequiometrias ideales (14.7 partes de aire x 1.0 parte de combustible).

Para el caso del aire, se hace pasar por un dispositivo compresor (Turbo Compresor, Súper Cargador, Turbo Eléctrico), el cual después de una etapa de enfriamiento (Intercooler), es conducido a través de un ducto o múltiple de admisión y finalmente a través de la válvula de admisión, hacia el interior de la cámara de combustión.

Para el caso del combustible (Gasolina o Diésel), se han desarrollado importantes avances como la "Inyección Electrónica de Combustible", en principio "indirecta", es decir que el inyector se instalaba en el múltiple de admisión (para el caso de gasolina), mezclándose dicho combustible con el aire en el trayecto hacia la cámara de combustión, a través de la válvula de admisión; más recientemente la "inyección directa de combustible" (también electrónica), es decir, mediante inyectores ubicados en la cámara de combustión, se coloca la cantidad de combustible adecuada (últimamente usando tecnología para Diésel y Gasolina, denominada Common Rail), directamente dentro de la cámara de combustión, el cual se mezcla con el aire dentro de dicha cámara; dicha mezcla se denomina acuerdo a su composición, como mezcla estratificada, mezcla homogénea y mezcla homogénea pobre.

Cualquiera que sea la forma de alimentar las cámaras de combustión ya sea en motores a Diésel o a Gasolina tienen las ventajas arriba citadas, pero también algunas desventajas que hacen que la industria esté permanentemente habiendo investigaciones y desarrollos al respecto; hasta hoy el máximo desarrollo en cuanto a combustibles se refiere, es la "Inyección Directa de Combustible" (gasolina o diésel); ésta tecnología presenta problemas por excesiva producción de gases nocivos y de efecto invernadero (GEI), especialmente óxidos de nitrógeno (NOx), debido a las altas temperaturas (superior a 1200°C) al interior de la cámara

de combustión, estas emisiones se han corregido en parte con la instalación de catalizadores en el sistema de escape, así como de sistemas de recirculación de gases de escape hacia la admisión de aire (EGR), a fin de reducir la cantidad de oxígeno y la temperatura de combustión, para favorecer la calidad de las emisiones, que es el problema a solucionar, debido a las cada vez más estrictas regulaciones ambientales para estos motores.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENSIÓN:

En el primer aspecto de la presente invención, se proporciona un Procedimiento para la Inyección Directa de Aire Comprimido a la cámara de combustión interna de Motores térmicos, que se caracteriza por la utilización de un conjunto de dispositivos mecánicos, eléctricos y electrónicos, que funcionando articuladamente, permiten la inyección de aire fresco (o mezclas de comburentes) comprimido, al interior de dicha cámara de combustión, a través de un inyector independiente del sistema de admisión convencional (Múltiple y válvula de admisión), alimentado por un compresor (Turbo Eléctrico) mediante un circuito de presión propio; procedimiento gobernado por la unidad de control del motor (ECU).

Se busca que una vez encendida la mezcla aire-combustible al interior del cilindro, se inyecte nuevo aire fresco antes de que la llama se extinga (entre 45° ~ 90° después del momento de encendido de la mezcla), a fin de mantenerla encendida un lapso de tiempo mayor para lograr la combustión total de los hidrocarburos obteniendo el máximo rendimiento térmico-mecánico; igualmente se logra bajar la temperatura (menos de 1200°C) de dicha combustión lo cual reduce la formación de gases de efecto invernadero como Óxido Nítrico (NO_x), y Monóxido de Carbono entre otros, a la vez que aumenta la presión interna del cilindro. Todo lo anterior debe ocurrir antes de que el pistón alcance la mitad del recorrido descendente (90° después de Punto Muerto Superior, en tiempo de encendido), punto en el cuál se obtiene el mayor rendimiento mecánico en potencia y torque del motor.

Una vez terminada la carrera de potencia en el Punto Muerto Inferior (PMI), y simultáneamente al comenzar la carrera de expulsión de gases, poco antes de que esta termine (entre 300° ~ 360°), se realiza una nueva inyección de aire limpio, el cual en primera instancia hace que se quemen los hidrocarburos residuales; adicionalmente ayudado por el movimiento ascendente del pistón, hará un barrido total de los gases quemados, bajará drásticamente la temperatura del cilindro y de la cabeza del pistón, en consecuencia al momento de cerrarse la válvula de expulsión, la cámara interna solo tendrá aire limpio a temperatura relativamente baja (menor de 250°C); seguidamente al momento de abrirse la válvula de admisión, al entrar aire nuevo por dicho ducto y al terminar esta etapa, puede garantizar que dentro del cilindro el aire será virtualmente 100% limpio con mayor densidad y con temperatura baja, lo cual permitirá una mejora sustancial en las condiciones de la nueva etapa de combustión, sea cual fuere el tipo de combustible o el procedimiento de suministro del mismo al cilindro.

El objetivo fundamental de este sistema de inyección de aire fresco comprimido a la cámara de combustión, es llegar al mínimo ideal en consumo de combustible y en emisiones de gases contaminantes, optimizando la mezcla para una combustión perfecta en temperatura, presión y duración, así como lograr mayores rendimientos mecánicos en torque y potencia, inyectando el aire en momentos específicos de posición del pistón respecto del cigüeñal (entre 45° ~ 90°

medidos desde el momento de encendido); adicionalmente, lograr que el interior del cilindro se encuentre a baja temperatura y totalmente limpio de gases de escape (barrido de gases), al momento de recibir el aire nuevo del sistema para el nuevo ciclo de potencia.

Por otro lado, la presente invención proporciona un aparato para llevar a cabo el procedimiento de inyección de aire comprimido según el primer aspecto de la invención anteriormente expuesto. El aparato según la invención se caracteriza fundamentalmente porque permite controlar aspectos de la combustión de la mezcla, después de que se ha cerrado la válvula de admisión, que es cuando se puede obtener el máximo de utilidad a la función de esta invención, entre ellas, controlar o corregir la composición, presión, temperatura, y duración de la combustión, así como de los gases de expulsión y de la calidad del aire previo y posterior a la explosión de la mezcla aire – combustible, igualmente producir y controlar la calidad de la mezcla en cuanto a su distribución interna (Estratificada, Homogénea, Homogénea Pobre); aspectos que con el sistema de admisión tradicional, solo pueden ser intervenidos por la Unidad de Control del Motor (ECU), desde el comienzo de la etapa de admisión, hasta el momento de cierre de dicha válvula de admisión o en algunos casos, pocos grados antes del encendido de la mezcla.

Por su capacidad de intervenir en cualquier momento del ciclo de funcionamiento de los motores de combustión interna, la presente invención proporciona un procedimiento y un aparato con la capacidad de suministrar aire en calidad, temperatura y presión cercanos a los valores ideales, previo al momento de encendido (según sea la necesidad en tipo de combustible, o características como mezcla estratificada, homogénea, homogénea pobre); además de controlar la temperatura interna de los cilindros y la temperatura de la combustión, manteniéndola por debajo de los niveles de riesgo (1200°C) de producción de gases efecto invernadero (GEI) como NOx. Estas características descritas en la presente invención, hace posible prescindir de los elementos tradicionales para dichas tareas, como son: Turbo Cargador o Súper Cargador según el caso; Intercooler y sistemas convertidores catalíticos de expulsión de gases, sistemas de recirculación de gases (EGR) y otros, elementos que resultan altamente costosos en fabricación, consumo energético y de recursos.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS:

Para complementar la descripción que se está realizando y para ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se presenta un conjunto de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se han representado ambos aspectos de Procedimiento y Aparato para Inyectar Aire Comprimido de Forma Directa a la Cámara de Combustión Interna de Motores Térmicos, que según la invención, serán descritos a continuación haciendo referencia a los citados dibujos adjuntos, en donde:

La FIGURA 1 muestra el esquema de un motor de combustión interna con el aparato de Inyección Directa de Aire en la parte superior, el cual está en el momento de encendido de la mezcla aire – combustible.

La FIGURA 2 muestra el esquema del motor, el cual muestra el momento de la inyección de aire cuando el pistón ha descendido 60° en su carrera de potencia, haciendo que se incremente la presión interna de la cámara y se termine de quemar el combustible generando potencia adicional para cuando el pistón pase por la mitad del recorrido de descenso (90°), donde se transmite el máximo de torque al cigüeñal.

La FIGURA 3 muestra el esquema del motor, el cual muestra el comienzo de la etapa de expulsión con los gases totalmente quemados en proceso de salir del cilindro con temperatura baja respecto al sistema tradicional sin el proceso y aparato de que trata esta invención.

La FIGURA 4 muestra el esquema del motor, el cual muestra el pistón cerca de terminar la etapa de expulsión (300°) momento en el cual se produce una nueva inyección de aire frío con lo cual se produce la combustión de hidrocarburos residuales y el barrido total de los gases quemados, así como la reducción de la temperatura, quedando limpia la cámara de combustión, a fin de que el aire nuevo de la subsiguiente admisión ingrese a una atmósfera limpia y relativamente fría.

La FIGURA 5 muestra el esquema del motor, el cual representa dos estadios de los ciclos de funcionamiento del motor:

En primer lugar representa el final de la etapa de expulsión, mostrando una cámara de combustión limpia de residuos de la combustión inmediatamente anterior, gracias a una última inyección de aire limpio, justo al momento de terminar de cerrarse la válvula de expulsión.

En segundo lugar representa el fin de la etapa de compresión (precedida por la etapa de admisión), donde el sistema de inyección directa de aire calibra y ajusta la presión interna de la cámara de combustión a niveles predeterminados, justo antes de producirse la explosión en un nuevo ciclo de potencia.

La FIGURA 6.A muestra el esquema del aparato con un corte de sección transversal, que muestra la disposición de los elementos para hacer la función de inyección directa de aire, que se ubica en el sitio del inyector de un motor diésel convencional.

La FIGURA 6.B muestra el esquema del aparato con un corte de sección transversal, que muestra la disposición de los elementos para hacer la función de inyección directa de aire, que se ubica en el sitio del inyector de un motor de gasolina convencional. Cabe anotar que en esta figura se incluyó el dibujo de un inyector de gasolina (22) el cual no está necesariamente integrado al procedimiento y aparato motivo de esta invención, pero que puede ser considerado como parte constructiva de dicho aparato al momento de la fabricación.

La FIGURA 7 muestra el plano esquemático completo del aparato con todos los componentes dispuestos para hacer el procedimiento de inyectar aire de forma directa a la cámara de combustión interna de motores térmicos, incluyendo conexiones eléctricas y neumáticas.

Según los esquemas de la figuras 1, 2, 3, 4, y 5 la inyección directa de aire se produce en diferentes tiempos del ciclo de funcionamiento del motor, particularmente en la figura 2, cuando el pistón se ha desplazado 45° después del encendido de la mezcla, en sentido

descendente en su carrera de potencia, optimizando la combustión, bajando la temperatura de combustión (a menos de 1200°C) y aumentando la presión interna de gases en el punto de mayor incidencia de producción de torque del motor (a 90° después del encendido de la mezcla); igualmente en la figura 4, donde se grafica una nueva inyección de aire a unos 300° después de encendido de la mezcla, durante el ciclo de expulsión, ayudando al barrido de gases, a quemar los hidrocarburos residuales y a bajar la temperatura de la cámara; y en la figura 5, donde se grafica una nueva inyección directa de aire a 680°, al finalizar la etapa compresión donde el aparato en su conjunto hace correcciones y optimiza la presión y temperatura de la atmósfera antes del comienzo del nuevo ciclo de potencia del motor.

El número de inyecciones así como su momento de aplicación (grados de giro del cigüeñal) durante los ciclos de funcionamiento del motor y el tiempo de duración de dicha inyección, está determinado para cada caso o motor específico, mediante la programación previa de la Unidad de Control del Motor, que se puede apreciar, en su contexto de conexiones del aparato en la figura 7.

MEJOR MANERA DE EJECUTAR LA INVENSIÓN

De acuerdo a nuestra secuencia de dibujos tomaremos como punto de partida el momento de explosión de la mezcla de aire-combustible.

Una vez encendida la mezcla (figura 1), el pistón (7) comienza su recorrido hacia abajo debido a la fuerza de la explosión; los gases se expanden haciendo la presión y temperatura dentro de la cámara de combustión (12), lo cual impulsa el pistón (7) en su recorrido de potencia el sentido descendente; igualmente comienza el agotamiento tanto del combustible como de oxígeno (no siempre de forma equilibrada, razón por la cual en ocasiones aparecen excesos de hidrocarburos, óxidos de nitrógeno (NOx) y otros gases inconvenientes en las emisiones); entre los 45° ~ 60° antes de que el pistón (7) llegue a la mitad (90°) de su recorrido descendente por el cilindro (9) se produce la primera inyección directa de aire (20), el cuál ingresa a la cámara de combustión mediante el inyector (5) en cantidad y presión determinado por la Unidad de Control del Motor (11), la hace los cálculos correspondientes con base en los datos recibidos desde el conjunto de sensores (3) ubicados en el conjunto de elementos con conexión directa a la cámara (12) de combustión de la Figura 6.A para el caso de motor Diésel y de la Figura 6.B para el caso de motor a gasolina; dicho cálculo esta complementado por datos adicionales recibidos en la ECU (11) desde un conjunto de conexiones de sensores externos (17) con información pertinente para dicho cálculo.

Al inyectar aire fresco a presión (20) sobre la llama instantes antes de que el pistón pase por la mitad (90°) de su recorrido (figura 2), se produce un reavivamiento de la llama, debido al nuevo aire, provocando la combustión de hidrocarburos restantes dentro de la cámara (12); sensores de posición del cigüeñal (17) alimentan dicha información al control electrónico del sistema (ECU) (11), el cuál ordena al inyector(5) el momento exacto de hacer la primera inyección de aire previamente comprimido por el compresor eléctrico (13) a una presión superior a la de la cámara de combustión; ese aire nuevo, además de producir el efecto antes explicado, hace que se baje sustancialmente la temperatura de la combustión, lo cual evita la excesiva formación de residuos tóxicos de óxidos nítricos (NOx); simultáneamente produce un aumento sustancial de la presión interna en la cámara de combustión (12), en momentos en que el

pistón pasa por la mitad de su recorrido (90°) descendente, en el cuál se produce un aprovechamiento máximo en torque y potencia, ya que en ese momento, la línea del pasador biela (8) - cigüeñal y eje - cigüeñal(10), se encuentra geométricamente ortogonal (90 grados) a la línea de desplazamiento descendente del cilindro (9).

Puede ocurrir que para este caso sean necesarias una o más inyecciones de aire, lo cual será motivo de estudio y programación (ECU) (11), de acuerdo con los requerimientos de cada motor o cada fabricante.

Finalizado del tiempo de explosión (figura 1 y figura 2) y comienzo de expulsión (Figura 3), una vez el pistón termina su recorrido descendente y simultáneamente comienza su recorrido ascendente (Figura 3), se abre la válvula de expulsión (2) de los gases de combustión lo cual permite su rápida evacuación; sensores de posición del cigüeñal (10) alimentan dicha información al control electrónico (ECU) (11) del sistema, el cuál ordena al inyector de aire (5) el momento exacto de hacer una o más inyecciones de aire (20) a una presión y caudal adecuados, como se ilustra (figura 3).

En una posición (270° ~ 360°) preestablecida del pistón (7), antes de finalizar su recorrido ascendente o de expulsión de gases, ocurre una nueva (pueden ser mas de una) inyección directa de aire (Figura 4) sobre la cabeza del pistón (7), obligando a los gases restantes a salir rápidamente, mediante el barrido de gases programado y ejecutado electrónicamente (ECU) (11), quedando la cámara combustión (12) entre el pistón (7) y las válvulas de admisión (1) y expulsión (2) completamente limpia, virtualmente con la totalidad de los hidrocarburos quemados y con una temperatura sustancialmente inferior (a determinar en laboratorio) que permitirá optimizar la entrada de aire a temperatura baja y con mayor densidad, para el inicio del nuevo ciclo (admisión) de funcionamiento del motor.

De acuerdo a la medición de la secuencia angular (Dos giros o 720° en total para este caso de motor de 4 tiempos) de dichos ciclos de funcionamiento del motor, la nueva etapa de admisión estaría comenzando en el punto muerto superior (PMS), después de un giro completo (360°) desde el momento de encendida la mezcla; dicha admisión se completa en el recorrido de 180° (media vuelta) hasta que el pistón (7) alcance el punto muerto inferior (completando 540° de giro desde el momento del encendido de la mezcla).

La siguiente etapa de compresión (Figura 5) termina entonces después de los siguientes 180° de giro en sentido ascendente del pistón (7), hasta alcanzar el punto muerto superior (es decir se completan los 720° (correspondientes a dos vueltas completas); poco antes de finalizar la citada etapa de compresión, los sensores(3) hacen una medición final de presión y temperatura de aire dentro de la cámara (12); los datos son enviados a la unidad de control de motor (11) la cual de acuerdo a la información recibida puede intervenir haciendo una última Inyección de aire a fin de que la cámara (12) esté en condiciones ideales para la subsiguiente etapa de encendido de mezcla o explosión.

El aire para el procedimiento descrito en esta invención es obtenido de un compresor (13) (Turbo Eléctrico) el cuál lo lleva hasta el interior la cámara de combustión a través del inyector de aire (5) previamente direccionado por ductos neumáticos (18) hasta un tanque acumulador de presión de aire (14), posteriormente por un regulador de presión (15) y finalmente hasta el dicho inyector de aire (5); los conectores eléctricos (19) interconectan todos los elementos y sensores con la ECU (11) a fin de llevar a cabo el funcionamiento o procedimiento arriba descrito.

Comentado [D1]:

Comentado [D2R1]:

En la figura 6.A se muestra un corte transversal de lo que representa el artefacto diseñado para su colocación en el orificio dispuesto originalmente para la colocación del inyector de combustible Diésel en la culata del motor correspondiente; ello incluye el inyector de aire (5), el inyector de combustible diésel (4.A), el elemento de sensores (3), y la rosca o extensión (21) para ser colocado en el sitio original del inyector Diésel como se explicó.

En la figura 6.B se muestra un corte transversal de lo que representa el artefacto diseñado para su colocación en el orificio dispuesto originalmente para la colocación de la bujía (4.B) en la culata del motor de gasolina correspondiente; ello incluye el inyector de aire (5), el inyector de gasolina (22), el elemento de sensores (3), y la rosca o extensión (21) para ser colocado en el sitio original de la bujía como se explicó arriba.