

DISPOSITIVO O SISTEMA PARA ADICIONAR UN NANOADITIVO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LA COMBUSTIÓN Y REDUCIR LAS EMISIONES CONTAMINANTES EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE IGNICIÓN POR COMPRESIÓN

CAMPO DE LA INVENCION

La presente tecnología se desarrolla en el sector de la industria energética, en particular, en proporcionar un dispositivo y/o sistema para adicionar un nanoaditivo (NNP+O+H₂) que comprende nanopartículas de elementos metálicos funcionalizados, nanoburbujas de oxígeno e hidrógeno, para mejorar la calidad de la combustión y reducir las emisiones contaminantes en motores de combustión interna de ignición por compresión.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Se conoce que más del 75% de la energía que usamos diariamente proviene de plantas industriales que utilizan combustibles para convertirla en energía térmica y que a su vez es utilizada para movilizar directamente equipos y/o movilizar generadores eléctricos que la convierten en energía eléctrica.

Los motores de ignición por compresión son de gran aplicación en la mayoría de las industrias debido a su eficiencia y capacidad para convertir el combustible fósil en trabajo. Actualmente, todavía muchos equipos funcionan con motores de ignición en diversas aplicaciones. Sin embargo, dichos motores debido a sus dimensiones utilizan combustibles pesados tipo bunker o crudo que son responsables de un importante porcentaje de la contaminación que afecta al medio ambiente.

En el estado de la técnica se han documentado dos maneras principales para hacer mejoras en la combustión, la primera de ellas es la más práctica, de menor costo de inversión y de efectos inmediatos en cuanto a la eficiencia de combustión y vida del motor, que es mejorar la calidad del combustible lo cual proporciona resultados benéficos inmediatos que son cuantificados y verificados en el desempeño del motor, consumo de combustible y reducción significativa de los gases contaminantes y de las partículas sólidas que son emitidas por los gases de escape. La segunda consiste en adicionar al combustible un aditivo en el suministro de aire

al motor que también mejora la calidad de la combustión y reduce las emisiones contaminantes.

En este sentido, se han realizado esfuerzos para mejorar la eficiencia de los motores de combustión interna y reducir las emisiones de gases contaminantes por parte de los mismos. Por ejemplo, la patente estadounidense US8276570B2 revela un método y aparato para la combustión interna mejorada de mezclas de combustible/oxidante mediante inyección de nanoestructuras e ignición por pulsos electromagnéticos. Asimismo, la patente estadounidense US10202929B1 revela un sistema y método para el control rápido de la sincronización de la combustión en un motor de combustión interna, que comprende accionar una válvula de suministro de aditivo de combustible de acción rápida para dosificar una cantidad variable de aditivo de combustible en una corriente de combustible, formando así un combustible mejorado con aditivo con una concentración de aditivo que se puede ajustar dinámicamente tan rápido como cada ciclo del motor; inyectar el combustible mejorado con aditivo directa o indirectamente en una cámara de combustión o en un puerto de admisión; y quemar el combustible mejorado con aditivo.

Además, Lv J et al., 2022, divulgan que los nano-aditivos en las mezclas de combustible diésel-biodiésel han logrado mejorar la eficiencia de la combustión y reducir las emisiones nocivas. Se describen las propiedades de las nanopartículas y se resumen y discuten los métodos de preparación de las mismas. Asimismo, se muestran los efectos de varias nanopartículas comúnmente utilizadas como mezclas de combustible diésel-biodiésel sobre el rendimiento de la combustión y las emisiones de sustancias nocivas en términos de eficiencia térmica de la combustión, consumo específico de combustible de los frenos, CO, UHC y NOx. Finalmente, discuten los efectos de los nanoaditivos en los motores de combustión interna, el medio ambiente y la salud humana (véase Lv J, Wang S, Meng B. The Effects of Nano-Additives Added to Diesel-Biodiesel Fuel Blends on Combustion and Emission Characteristics of Diesel Engine: A Review. *Energies*. 2022; 15(3):1032. <https://doi.org/10.3390/en15031032>).

No obstante, no se ha descrito en el estado de la técnica un dispositivo y/o sistema para generar y adicionar un nanoaditivo (NNP+O+H₂) que comprende nanopartículas de elementos metálicos funcionalizados, nanoburbujas de oxígeno e hidrógeno, que mejora la calidad de la combustión y reduce las emisiones contaminantes (gases de efecto invernadero) en motores de combustión interna de

ignición por compresión. En particular, se proporciona un dispositivo y/o sistema para incrementar la eficiencia en las cámaras de combustión de los equipos que utilizan combustibles fósiles líquidos en motores de combustión interna que utilizan el ciclo diésel de ignición por compresión, con el fin de mejorar las condiciones de funcionamiento y como subproducto de la combustión propiciar una captura *in situ* de los contaminantes que producen gases de efecto invernadero como el CO₂.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Las Figuras 1 a 5 que se describen a continuación no deben interpretarse de manera limitativa por cuanto solo muestran una modalidad preferida de la invención.

La Figura 1 muestra el dispositivo y/o sistema de la invención para generar y adicionar un nanoaditivo (NNP+O+H₂) donde se aprecia la bomba de suministro de agua (9), el sistema de tratamiento (10), el sistema de desmineralización de agua (11), los generadores de hidrólisis (1; 2; 3; 4), los reactores de ablación (5; 6; 7; 8), el tanque (12), la bomba de transferencia (13), la unidad local de nanoaditivo (20), el sistema de dosificación o acondicionamiento (15), el inyector de aditivo en línea de aire (21), la unidad de inyección – sensores combinados (22), la unidad de comando de válvulas (23) y el equipo a acondicionar que es un motor

La Figura 2 muestra el dispositivo y/o sistema de la invención para generar y adicionar un nanoaditivo (NNP+O+H₂) donde se aprecia la bomba de suministro de agua (9), el sistema de tratamiento (10), el sistema de desmineralización de agua (11), los generadores de hidrólisis (1; 2; 3; 4), los reactores de ablación (5; 6; 7; 8), el tanque (12), la bomba de transferencia (13), el sistema de dosificación o acondicionamiento (15), la unidad de comando de válvulas (23), la unidad de inyección – sensores combinados (22), la unidad local de nanoaditivo (20), el inyector de aditivo en línea de aire (21) y el equipo a acondicionar que es un generador activado por un turbocargador.

La Figura 3 muestra el dispositivo y/o sistema de la invención para adicionar un nanoaditivo (NNP+O+H₂) donde se aprecia la unidad local de nanoaditivo (20), el sistema de dosificación o acondicionamiento (15), el inyector de aditivo en línea de aire (21), la unidad de inyección – sensores combinados (22), la unidad de comando de válvulas (23) y el equipo a acondicionar que es un motor.

La Figura 4 muestra un acercamiento del motor donde se aprecia la unidad de inyección – sensores combinados (22).

La Figura 5 muestra el dispositivo y/o sistema de la invención para adicionar un nanoaditivo ($\text{NNP}+\text{O}+\text{H}_2$) donde se aprecia el sistema de dosificación o acondicionamiento (15), la unidad local de nanoaditivo (20), la unidad de comando de válvulas (23), la unidad de inyección – sensores combinados (22), el inyector de aditivo en línea de aire (21), y los componentes del turbocargador que son la turbina y el compresor.

La Figura 6 muestra un acercamiento del turbocargador donde se aprecia el sistema de dosificación o acondicionamiento (15), la unidad local de nanoaditivo (20), la unidad de comando de válvulas (23) y la unidad de inyección – sensores combinados (22).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención proporciona un dispositivo y/o sistema para generar y adicionar un nanoaditivo ($\text{NNP}+\text{O}+\text{H}_2$) en los equipos que emplean combustibles fósiles en forma líquida, en particular, para motores de combustión interna de ignición por compresión que mediante la combustión generan energía térmica que se convierte directamente en trabajo útil u otras formas de energías como la energía eléctrica para ser usada en aplicaciones industriales. El nanoaditivo ($\text{NNP}+\text{O}+\text{H}_2$) que comprende nanopartículas de elementos metálicos funcionalizados, nanoburbujas de oxígeno e hidrógeno.

Los motores de combustión interna, también llamados motores ICE o IC, son motores térmicos donde la combustión del combustible se produce con un agente oxidante, que es usualmente el aire, en una cámara de combustión que forma parte integral de un circuito de flujo del fluido de trabajo. En los motores de combustión interna, la expansión de los gases de alta temperatura y presión producidos por la combustión generalmente aplica fuerza directa a algunos componentes del motor tales como los pistones, álabes de turbina, rotores y/o toberas. Esta fuerza mueve el equipo a lo largo de una distancia mediante la transformación de la energía química en energía cinética que se utiliza para propulsar, mover o accionar lo que sea que esté conectado al motor.

Los motores de combustión interna requieren la ignición de la mezcla combustible ya sea por un proceso de ignición o por un proceso de ignición por compresión. Para la ignición por compresión, los motores de combustión interna dependen de la alta temperatura y presión creada por el motor en su proceso de compresión. Los motores solo toman aire y, poco antes de la compresión máxima, rocían una pequeña cantidad de combustible en el cilindro a través de un inyector de combustible que permite que el combustible se encienda instantáneamente.

En una modalidad, el dispositivo y/o sistema para generar y adicionar un nanoaditivo ($\text{NNP}+\text{O}+\text{H}_2$) de la invención se puede usar en motores de ciclo diésel de ignición por compresión, preferentemente, en motores que están diseñados para operar arrancando con diésel, posteriormente cambian a petróleo crudo, ya en operación y cuando las condiciones de demanda de potencia del motor superen un porcentaje establecido, se adiciona gas natural, condición de operación continua que solo cambia cuando las unidades se detienen para efectos de mantenimiento y seguridad cambiando a diésel antes de parar.

En otra modalidad, el dispositivo y/o sistema para generar y adicionar un nanoaditivo ($\text{NNP}+\text{O}+\text{H}_2$) de la invención se puede usar en turbocargadores, donde el turbocargador consiste en un sistema de sobrealimentación de aire que usa una turbina centrífuga para accionar mediante un eje coaxial con ella y un compresor centrífugo para comprimir gases. El turbocargador utiliza la energía cinética de los gases de escape para hacer girar una turbina la cual en su otro extremo “coaxialmente” se encuentra la rueda propulsora de un compresor; el cual succiona aire de su medio circundante a baja presión y alto flujo; el compresor tiene forma de caracola, el aire a baja presión ingresa por la zona frontal y es comprimido en las paredes de la caracola, saliendo por el final de la caracola a alta presión y baja velocidad; por lo que el aire es calentado adiabáticamente llegando a incrementar su temperatura entre 90°C y 200°C inclusive; esta característica en los motores de combustión hace necesaria la inclusión de un sistema de enfriamiento del aire posterior a que sea comprimida por el compresor, el cual se conoce como post enfriador.

La invención proporciona un dispositivo y/o sistema que comprende un efectivo mecanismo para adicionar un fluido con nanoaditivo ($\text{NNP}+\text{O}+\text{H}_2$) que comprende nanopartículas de elementos metálicos funcionalizados, nanoburbujas de oxígeno e hidrógeno, donde el aditivo se ha microfiltrado, desmineralizado y sometido a un proceso de ablación física donde se obtienen las nanopartículas. Las nanoburbujas

de oxígeno y moléculas de H_2 contenidas en el aditivo son útiles para mejorar la combustión del motor, consiguiendo una combustión más completa a una menor temperatura y, de esta manera, originando una menor proporción de gases contaminantes. Asimismo, el aditivo al estar enriquecido con nanopartículas, estas realizan la captura de gases producidos en la combustión como el CO_2 , brindando como resultado un menor consumo de combustible con una importante reducción en la emisión de gases contaminantes sin afectar el funcionamiento del motor.

Las nanopartículas de elementos metálicos funcionalizados se seleccionan del grupo que consiste en nanopartículas de cerio, nanopartículas de aluminio, nanopartículas de titanio, nanopartículas de cobre, nanopartículas de plata, nanopartículas zirconio o combinaciones de los mismos.

De acuerdo con las Figuras 1 y 2, el dispositivo y/o sistema para generar y adicionar un nanoaditivo ($NNP + O + H_2$) comprende una bomba de suministro de agua (9) que impulsa el agua a un sistema de tratamiento (10) que microfiltra el agua y la libera de turbidez. Además, el dispositivo y/o sistema comprende un sistema de desmineralización de agua (11) donde se recibe el agua tratada por el sistema de tratamiento (10) y se realiza la desmineralización del agua mediante ósmosis inversa, quedando el agua libre de minerales. El dispositivo y/o sistema también comprende un equipo de ablación física que se encuentra conformado por generadores de hidrólisis (1; 2; 3; 4) donde una gran porcentaje del agua desmineralizada es separada en sus elementos fundamentales hidrogeno y oxígeno. El equipo de ablación física que comprende además de reactores de ablación (5; 6; 7; 8) donde se producen las nanopartículas mediante ablación física debido al paso del fluido obtenido de los generadores de hidrólisis que se encuentra enriquecido con los gases de hidrógeno y oxígeno (H_2 y O_2). El dispositivo y/o sistema también comprende un tanque (12) que almacena el nanoaditivo ($NNP+O+H_2$) y una bomba de transferencia (13) que dirige el nanoaditivo a un sistema de dosificación o acondicionamiento (15) del equipo a acondicionar (14), donde se consume el nanoaditivo mediante la acción o acondicionamiento realizado por el sistema de dosificación o acondicionamiento (15).

En una modalidad preferida, los reactores de ablación (5; 6) son reactores donde se produce un bombardeo a los átomos libre de hidrógeno donde se produce una reacción de plasma controlada; y los reactores de ablación (7; 8) son reactores de bombardeo y plasma de refuerzo.

En una modalidad preferida, el equipo a acondicionar (14) es un motor seleccionado de al menos un motor de combustión, un turbocargador, un motor de reacción o un quemador de combustible fósil. En una modalidad muy preferida, el equipo a acondicionar es un motor de combustión interna de ignición por compresión o un turbocargador.

En una modalidad preferida, el sistema de dosificación o acondicionamiento (15) es un sistema de control basado en electrónica analógica y digital integrada que se integra al sistema propio del equipo a acondicionar (14).

El nanoaditivo ($\text{NNP}+\text{O}+\text{H}_2$) puede ser llevado a la cámara de combustión del motor ya sea por inyección directa en la carrera de admisión para motores de gran tamaño que disponen de facilidades para acceder a la cámara de combustión, o por inyección en el múltiple de admisión después de un post enfriador. El nanoaditivo ($\text{NNP}+\text{O}+\text{H}_2$) mejora el volumen de masa en la cámara de combustión, disminuye la temperatura en el aire de admisión y las nanoburbujas de oxígeno y moléculas de hidrógeno mejoran la combustión.

En una modalidad preferida, el nanoaditivo ($\text{NNP}+\text{O}+\text{H}_2$) es aplicado a motores de ciclo diésel que son un tipo de motores de combustión interna que requieren de instrumentación y control de acuerdo con el tamaño del equipo asociado al motor. Dichos motores de ciclo diésel presenta un sistema de control que está basado en electrónica analógica y digital integrada, la cual se integra al sistema propio de la unidad mediante protocolos de comunicaciones existentes.

De acuerdo con las Figura 3 y 4, el dispositivo y/o sistema comprende además una unidad local de nanoaditivo ($\text{NNP}+\text{O}+\text{H}_2$) (20) que recibe el fluido con el nanoaditivo desde un tanque (12) de almacenamiento y lo bombea al sistema local de un motor. Además, el dispositivo y/o sistema comprende un inyector de aditivo en línea de aire (21) instalado después de un post enfriador que controla la adición del fluido proporcionalmente mediante una válvula analógica de control proporcional. También se proporcionan unidades de inyección – sensores combinados (22) instalados en cada una de unas cabezas de cilindro que se integran y se sincronizan a un sistema de control del motor. Se proporcionan, además, unidades de comando de válvulas (23) que se activan para dejar inyectar el nanoaditivo ($\text{NNP}+\text{O}+\text{H}_2$), de esta manera, se controla la adición del aditivo de forma proporcional mediante una válvula analógica de control proporcional.

El aditivo (NNP+O+ H₂) puesto en la cámara de combustión mediante el accionamiento de la válvulas de inyección de cada una de las cabezas de cilindro y/o mediante el accionamiento de la válvula de control proporcional instalada después del post enfriador, a razón de no afectar el funcionamiento del turbocargador, disminuye porcentualmente la temperatura del aire a presión del múltiple de admisión del motor y pone un mayor volumen masico en la cámara de combustión, lo que mejora la eficiencia térmica – presión – tiempo en la combustión del motor. El sistema se integra al de cada uno de los motores de naturaleza electrónica, si lo tienen y si no se le adicionan los sensores y elementos requeridos para hacer el control que el equipo que contiene al motor demanda.

A diferencia de sistemas que adicionan fluidos en los sistemas de combustión, hasta ahora ninguno de ellos adiciona nanopartículas de elementos para realizar *in situ* la captura de gases de efecto invernadero. Ninguno de ellos se ha enriquecido con nano burbujas de oxígeno y moléculas de hidrogeno. El dispositivo y/o sistema de la invención se integra al propio del equipo que contiene al motor y se conecta con el funcionamiento del ciclo diésel de ignición por compresión en relación con la demanda de potencia requerida.

En otra modalidad de la invención se proporciona un proceso para generar y adicionar un aditivo (NNP+O+H₂) a un motor de combustión interna de ignición por compresión que comprende las etapas de: (i) suministrar agua desde una fuente y punto disponible acondicionada para tal fin mediante una bomba de suministro de agua (9) hasta un sistema de tratamiento (10); (ii) microfiltrar el agua en el sistema de tratamiento (10) para que quede en condiciones de libre de turbiedad; (iii) desmineralizar el agua mediante ósmosis inversa en un sistema de desmineralización de agua (11); (iv) hacer pasar el fluido desmineralizado a través de unos generadores de hidrólisis (1; 2; 3; 4) donde mediante electrólisis las moléculas de agua son separadas en sus elementos fundamentales hidrogeno y oxígeno; (v) formar nanopartículas a partir del fluido enriquecido con gases de hidrógeno y oxígeno mediante ablación física en unos reactores de ablación (5; 6; 7; 8); (vi) almacenar el aditivo (NNP + O + H₂) en un tanque (12); y (vi) suministrar el aditivo (NNP + O + H₂) a un motor.