Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del Proyecto de Integración: Adecuación de un dispositivo tipo microondas para la exploración de la producción de hidrógeno mediante plasmálisis.

Modalidad: Proyecto de Investigación.

Versión: Primera.

Trimestre Lectivo: 23-I

Datos del Alumno

Nombre: Reyes Pérez, Hiram Absalom.

Matrícula: 2153035808.

Correo electrónico: al2153035808@azc.uam.mx

Firma

Datos del Asesor

Nombre: Dr. José Ángel Dávila Gómez

Categoría: Titular

Departamento de Adscripción: Energía

Teléfono: 5610982370

Correo Electrónico: jadg@azc.uam.mx

Firma:

26/05/2023

1. Introducción

Mucha de la energía que se utiliza hoy en día se origina a partir de combustibles de origen fósil, estos son hidrocarburos. Al entrar en combustión para satisfacer cierta actividad deseada, contaminan el medio ambiente en gran y diversas maneras, por esto se propone al hidrógeno como una fuente alternativa de energía, el cual es por mucho margen bastante más limpio.

La obtención del hidrógeno no es una actividad sencilla; naturalmente se encuentra en poca cantidad como gas puro, y si se desea obtener por medio de un proceso, hay diversidad de estos. El actual proceso, emplea energía eléctrica generada, en México, por combustóleo, principalmente, dando como resultado hidrógeno.

El tipo de unión que presenta el agua es por enlaces o puentes de hidrógeno los cuales necesitan mucha energía para ser rotos y así iniciar la descomposición del agua (oxidano), en sus componentes lo que requiere un proceso conocido como Disociación del agua en hidrógeno y oxígeno (water splitting).

En la presente propuesta se plantea adecuar un dispositivo para obtener hidrógeno mediante este proceso, de “plasmálisis”.

La plasmálisis es una forma muy efectiva de dividir el agua ya que proporciona mucha energía y es más efectiva que la electrólisis, v.gr. el empleo de electrodos y de separación electrónica de componentes. De acuerdo con GRAFORCE [1], se necesita menos energía para plasmálisis que para electrólisis, de aguas residuales o gas natural, obteniendo hidrógeno en cantidad de hasta siete veces mayor.

El hidrógeno como vector energético o de materiales químicos se usa como combustible de plantas industriales o del transporte, generador de calor en la industria o vivienda, incluso para química o productos derivados; su potencial es ilimitado.

2. Antecedentes

Desde antes de la época industrial se he incrementado la emisión de gases invernadero, desde 298ppm en la época preindustrial para llegar a 408ppm en el 2018, siendo el dióxido de carbono el más abundante, permaneciendo por tiempo indefinido en la atmosfera y océanos. La acumulación de estos gases provoca que haya una retención de mayor calor en el planeta, aumentando la temperatura promedio y generando cambios en el clima. Cuando la temperatura aumenta los eventos climáticos extremos aumentan en número, frecuencia e intensidad y la única forma de parar el fenómeno es lograr emisiones netas de cero gases invernadero [2].

Es necesario y deseable obtener combustibles alternativos limpios que busquen mejorías radicales en nuestro planeta. El hidrógeno es una solución a la sustitución del empleo de los combustibles fósiles. Bastante atención se ha colocado en los métodos de producción del hidrógeno, en los cuales es necesario emplear grandes cantidades de energía para obtenerlo, derivado del creciente interés por su empleo, se han descubierto métodos diversos de producción. Donde una de las tecnologías en maduración de su desarrollo tecnológico, que más promete es la fuente plasma de

microondas. El gas de hidrógeno tiene 120 MJ/kg mientras la gasolina tiene 44 MJ/kg de energía. El hidrógeno líquido se usa en la NASA combinado con oxígeno como fuente principal de combustible en los propulsores de los cohetes.

Volviendo al tema de plasma, este es el estado de materia más abundante del universo, usado en fisión y fusión nuclear, fotolitografía, vuelo supersónico, entre otros. El plasma empleado será dentro de un reactor con una antena de tungsteno pasando a través del primero vapor de agua, con el manejo de un magnetrón [3]. La abundancia del hidrógeno en diferentes formas en nuestro planeta nos da la opción de poder “minarlo”, para lo que hay formas variadas, con las que trabajar, ésta forma de combustible es renovable, indicando que no habría escasez.

En los años setenta del siglo pasado, se detalló cómo las ondas de microondas se emplearon para mantener, con descargas de ondas superficiales, con grandes ventajas como; columnas de plasma desde 1 MHz hasta 10 GHz y presiones equivalentes a la atmosférica. Son simples, compactas, fáciles de manipular y aseguran una transferencia eficiente de energía desde la fuente de poder del microondas hasta el plasma. Algo distintivo de las descargas de onda superficiales es que no se requieren guías de onda ya que la “guía” es el espacio del plasma al reactor dieléctrico [4]. La investigación se realizará en base a estas medidas debido al alcance que un horno de microondas comercial puede lograr en cuanto a su rango de Hz.

La producción de hidrógeno verde es aquella que potencialmente emite cero emisiones de carbono en cualquier fase del proceso de producción, desde los materiales a utilizar hasta el producto final. Para quesea definido como hidrógeno verde, se requiere que la energía utilizada para separar el hidrógeno de la materia prima no provenga de combustibles fósiles y a su vez, el proceso de producción no emita carbono en la obtención del producto final además de que los materiales utilizados deben provenir de procesos con muy bajas emisiones de carbono.

El método más utilizado para la generación de hidrógeno verde es el proceso de electrólisis. La plasmálisis se prevé como un método mucho más eficaz que la electrólisis, produce más hidrógeno con menor consumo energético, se ha obtenido hasta una producción de hidrógeno 1490% mayor que con la electrólisis convencional. Empresas como GRAFORCE en Alemania, están apostando por esta tecnología para tratar aguas residuales y compuestos orgánicos para la obtención de hidrógeno verde a nivel industrial con el aparato patentado Plasmalyzer®. Esta tecnología muestra potencial social y económico por lo cual analizar la obtención de hidrógeno utilizando plasma resulta fundamental [5].

El hidrógeno tiene un gran potencial energético, además del agua está en compuestos orgánicos e inorgánicos, la empresa desarrolló un proceso de plasmálisis para producir hidrógeno a partir de material residual y gas natural en una manera tanto eficiente en energía como en costo. GRAFORCE no divide moléculas de agua, más bien separa hidrógeno y nitrógeno de aguas residuales, reduciendo el consumo de energía y costos, no hay emisiones de CO_2. Se usa como combustible, calefacción o materia prima [1].

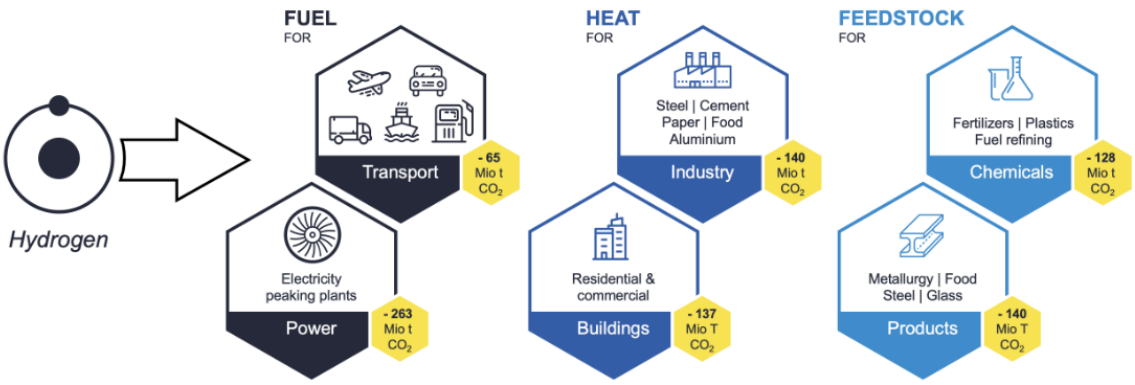

Fig1. Hidrógeno – la llave a una economía neutral al Dióxido de Carbono. Tomado de GRAFORCE [1].

3. Justificación

El uso de combustibles fósiles aumenta la cantidad y concentración de gases de efecto invernadero, desastres climáticos, aumento de la temperatura global, crecimiento del nivel del mar y contaminación para toda forma de vida, por lo que se deben sustituir con un combustible alternativo limpio, tanto este último como sus métodos de producción, donde el elemento de estudio es el hidrógeno, aunando un potencial energético y de mercado de mayor escala. Para ello, la adecuación de un dispositivo plasmalizador RF utilizando de base un horno de microondas que considere los requerimientos necesarios y un funcionamiento seguro, es necesidad urgente de resolver por las vías del diseño de la ingeniería mecánica y otras licenciaturas a fines.

4. Objetivos

Objetivo general

Explorar el proceso que conlleva realizar una plasmálisis en un horno de microondas para la obtención de hidrógeno mediante aplicaciones como "water splitting", o tanto sobre gas natural como aguas residuales.

Objetivos particulares

Determinar el procedimiento apropiado a usar en la obtención de hidrógeno.

Calcular el hidrógeno obtenido mediante el proceso.

5. Metodología

Fase 1. Pruebas del dispositivo tipo microondas RF para recrear un plasmalizador. Se adaptará el equipo y material preciso para el empleo del dispositivo tipo microondas, que se utilizará para la plasmálisis.

Fase 2. Experimentación factorial con la cual se optimiza el procedimiento de la operación del proceso trabajado. Al experimentar se observa cómo se puede mejorar el proceso e intensificar la producción de hidrógeno mediante la manipulación de factores del dispositivo y evaluación de sus resultantes.

Fig. 2. Plasma RF obtenido en water splitting test.

Fase 3. Obtención e interpretación de los resultados obtenidos. Se seguirán los resultados obtenidos de la cantidad de hidrógeno alcanzado por medio de plasmálisis, siendo evidencias la volumétrica por desplazamiento positivo de gases y la térmica por expresión del plasma (Waste plasma, water splitting, y otros).

6. Normatividad

NMX-I-60705-NYCE-2017 HORNOS DE MICROONDAS PARA USO DOMÉSTICO – MÉTODOS PARA MEDIR EL DESEMPEÑO. [6]

Se definen las características principales de desempeño para la función de los hornos de microondas que son de interés para el usuario.

NOM-I-152-1988 Productos electrónicos – Hornos de microondas. [7]

Previene incrementos anormales de temperatura.

Sistema de detención de oscilación al abrirse la puerta.

La ventana debe permitir ver hacia adentro del aparato.

7. Cronograma de actividades

	Actividades de trimestre 23-P	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Determinar espacio y equipo												
2	Adaptar equipo												
3	Experimentar arreglos sucesivos												
4	Optimizar operación												
5	Obtener gases resultantes												
6	Hallar composición de proceso												
7	Análisis de resultados												
8	Elaborar reporte final												
9	Entregar Reporte Final												

8. Entregables

Reporte final de Proyecto de Integración.

9. Referencias bibliográficas

[1] GRAFORCE Hydro GmbH, n.d., de https://www.graforce.com/en/achievements/hydrogen-production

[2] Groll, Stefaine, 2015, *Atlas del carbón*. Bonifatius GmbH Druck - Buch - Verlag, Paderborn, Alemania.

[3] Chehade, G., Lytle, S., Ishaq, H., Dincer, I., 2020, “Hydrogen production by microwave based plasma dissociation of water,” Clean Energy Research Laboratory, Faculty of Engineering and Applied Science, University of Ontario Institute of Technology, 2000 Simcoe Street North, Oshawa, Ontario L1H 7K4, Canada.

[4] Ferreira, C. M., Moisan, M., 1992, “Microwave Discharges: Fundamentals and Applications,” NATO ASI Series., Springer Science+ Business Media, LLC., New York., pp. 117-224 URL.

[5] González Gutiérrez, R. M., 2022, “Análisis de la producción y aplicaciones del hidrógeno verde a través de plasmálisis (Waste Activated Plasma)”, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad, Azcapotzalco, Ciudad de México.

[6] Hornos de microondas para uso doméstico-Métodos para medir el desempeño, 2017, " NMX-I-60705-NYCE-2017,".

[7] Productos electrónicos - Hornos de microondas, 1988, "NOM-I-152-1988,".

10. Terminología

Water splitting: Proceso por el cual, el oxidano (agua desionizada H_2O) se descompone en hidrógeno y oxígeno

Plasmálisis: Proceso que emplea plasma para la separación del oxidano en hidrógeno y oxígeno. Es hasta 1490% mayor en cuanto a efectividad de producción de hidrógeno que la electrólisis convencional. Trata aguas residuales y compuestos orgánicos en la obtención de hidrógeno verde a nivel industrial.

Plasmalizador RF: Tecnología de plasma que usa radiofrecuencias.

11. Infraestructura

El proyecto se desarrollará en los Laboratorios de Termofluidos, UAM Azcapotzalco.

Laboratorios de Mecánica de UAM Azcapotzalco.

12. Asesoría Complementaria

Área de Eléctrica; José Luís Hernández Ávila. ENERGÍA. Edificio P-1er. Piso. hajl@azc.uam.mx, alta tensión.

13. Publicación o difusión de los resultados

Congreso de Ingenierías CIMEEM2023.