

Diseño de un Sistema Híbrido para Generación de Energía Eléctrica Utilizando Celdas de Combustible de Carbonatos Fundidos

Investigación en Curso

Andrés Cabanzo Alvarez
Ingeniería en Energía – Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas
ccabanzo@unab.edu.co

Universidad Autónoma de Bucaramanga

RESUMEN

Las necesidades actuales de energía a nivel mundial implican investigaciones alternativas que provean nuevos recursos, nuevas fuentes, nuevos procedimientos para garantizar el desarrollo y sostenimiento de la sociedad actual. Una de las ventajas del tratamiento de aguas residuales es la producción de Biogás que en algunas ocasiones es quemado directamente y aunque no es nocivo del todo, posee un alto impacto al ser descargado directamente a la atmósfera. Este proyecto realizó el diseño del sistema para generar energía eléctrica a partir del biogás que produce la PTAR Río Frio de Bucaramanga utilizando celdas de combustible de carbonatos fundidos. Tomando también como subproducto la utilización de los lodos que produce la PTAR, ya que estos presentarían características de abonos orgánicos que pueden ser utilizados en prácticas agrícolas u otros dependiendo de las necesidades del usuario final.

ABSTRACT

Nowadays the needs of energy from all the people around the world imply alternative investigations to get new resources, sources, new procedures to guarantee the development to the current society. One advantage is the treatment of wash water is the production of Biogas which sometimes is directly burnt without being toxic at all, has a big impact when pass through the atmosphere. This project made the design of the system to generate electric energy starting from biogas that is produced by PTAR Río Frio. Using cells of melted carbonate. Also, taking muds as subproduct produced by PTAR, because those represent organic characteristics that can be used in agricultural works.

Área de Conocimiento

Ingenierías

Palabras Clave

Tratamiento de aguas, Celdas Combustibles, MCFC, PTAR

INTRODUCCIÓN

Las plantas de tratamientos de aguas residuales a nivel mundial se están enfrentando a una nueva tendencia y es precisamente ser auto sostenibles o por lo menos ahorrar en la cantidad de energía eléctrica que consumen para su funcionamiento durante la ejecución de los procesos propias de ella, teniendo en cuenta que

hay pasos en el ciclo que requieren un gran consumo energético y que puede ser mitigado ya sea con energía solar fotovoltaica u otras por ejemplo la utilización del Biogás que la misma planta produce y emplearlo en solventar esa necesidad.

Para el funcionamiento apropiado de la celda se necesita un reformador de gases, estos salen del proceso y contienen algunos compuestos que podrían envenenar la celda misma, por ello es importante verificar la composición de los gases a la entrada y de esta manera prolongar la vida útil de la celda. La limpieza de los gases implica la desulfuración, obteniendo así un método para eliminar la contaminación por olores que es tan común en las plantas de tratamientos de aguas residuales, pues este es el fin del proyecto y de los siguientes avances que se planean presentar, mostrar las diferentes alternativas de sostenibilidad y así mismo caminos para aportar estrategias ambientales.

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

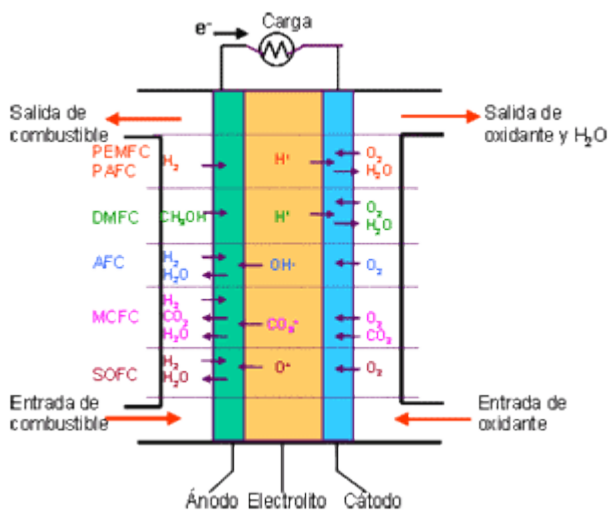
El programa de Ingeniería en Energía de la Universidad Autónoma de Bucaramanga actualmente carece de un Laboratorio de Celdas de combustibles, el cual sería de mucha utilidad para los estudiantes que estén interesados en esta línea de investigación. De esta manera nuestro interés es que con el desarrollo de este proyecto se dé el primer paso para establecer una línea formal de estudio en la Universidad y por ende desembocar en la creación del Laboratorio.

Se tiene registro de un proyecto de grado dentro del programa [2] donde se hace un estudio para implementar celdas de combustible junto a un sistema fotovoltaica aislado, este último ya se encuentra en funcionamiento en el Laboratorio de Energías Renovables; se tiene en cuenta que no hay aplicación industrial de este proyecto, lo que se busca es vincular la investigación de los estudiantes con un desarrollo a nivel profesional.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso como tal del reformador y la producción del biogás se puede subdividir en 2 secciones.

3.1. Reformado



El tratamiento del biogás debe ser adaptado de acuerdo a las necesidades de las celdas, según [1] podemos comprender 4 etapas en el proceso de la preparación del gas para la celda, la primera etapa comprende la eliminación de los compuestos con azufre seguido de una limpieza, posterior a esto se aumenta la presión que vendría siendo la segunda etapa; El secado del gas se realiza en la tercera etapa, y finalizando el proceso se realiza una segunda limpieza donde se pretende eliminar siloxanos y otros contaminantes que las anteriores etapas no pudieran remover.

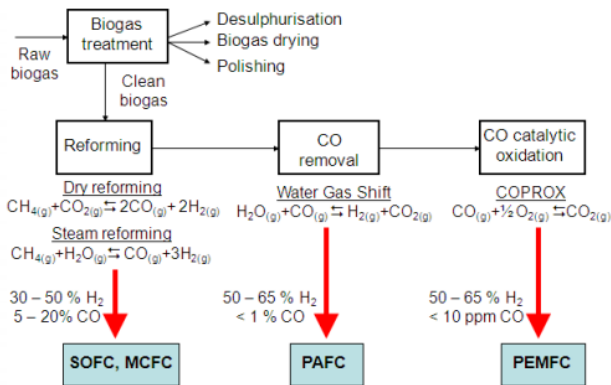


Figura 1: Procesamiento de Combustible para diferentes tipos de celdas de combustible.

3.2. Celda de Combustible

La celda de Carbonatos fundidos (MCFC) funciona por una reacción anódica que ocurre entre el hidrogeno y los iones de carbonato del electrolito, lo que da como productos CO₂ y agua, además de liberar electrones. La reacción catódica combina el oxígeno, el CO₂ y los electrones que han circulado por el circuito externo. La siguiente tabla describe algunas posibilidades de fuentes de alimentación de la celda.

Compuesto	MCFC
H ₂	Combustible
CO ₂	Recirculado
CO	Combinado con agua para crear H ₂

CH ₄	Reformado interna o externamente
O ₂	2-3%
S ₂	Toxico, Coquizacion y reformacion
NH ₃	Inerte <1vol%
Halogenos	Toxico
Particulas	10 ppm, < 0,1g/l de particulas >3um

Tabla.1 Especificaciones de la Celda de Combustible y sus posibles fuentes de alimentación.

Figura. 1 Esquema comparativo de los diferentes tipos de celdas.

ESTADO DEL ARTE (FC)

Alrededor del mundo y desde los años 60s se han desarrollado grandes avances en lo relacionado con la mejora de la eficiencia en los procesos que combinan Biogás y Celdas de Combustible pues se ha comprobado que es una alternativa barata y competitiva en comparación con los hidrocarburos, a continuación se presenta una síntesis de estos avances.

Los primeros registros que se tienen de esta tecnología datan de inicios de los años 90 y la celda de combustible más utilizada en ese momento para ese tipo de procesos era la PAFC, pues ya se habían obtenido algunos casos conocidos como es la PTAR Yokohama, Japón y la PTAR Yonkers en NewYork, EE.UU. [1]

El comercio de los diferentes tipos de celdas se ven afectados por muchos factores pero también por la investigación específica en una de ellas, los productores buscan mejorar la compatibilidad de estas con diferentes fuentes, el control de la temperatura al interior de la celda y la potencia que llegaría a generar dicho elemento.

Las características anteriormente descritas convergen en la Celda de Combustible de Carbonatos Fundidos (MCFC) este tipo de celda es actualmente una de las más prominentes debido a su versatilidad y aplicabilidad.

La investigación se inició alrededor de 1882 con Lord Rayleigh quien modificando trabajos anteriores logro una celda aunque primitiva, tenía una mayor eficiencia que las anteriores y un mejor contacto entre el electrolito y los bornes, en 1954 el experimento de Thomas Bacon dio resultado y logro crear la primera celda de combustible con una capacidad de 5 kW la cual era alcalina, formándose así una línea de investigación con mucho mas bagaje y con miras al salto de la humanidad.

La carrera espacial competencia que involucró a la ex Union Sovietica y a Estados Unidos, logro despertar el interés por esta tecnología que se aplicó con éxito en algunas de las misiones espaciales tales como: La misión "Gemini" y el consecutivo de programas "Apolo" pero afortunadamente a factores como la caída del petróleo y otros eventos propulsaron la investigación de

las celdas sobre todo en reducir el costo de producción y la forma de integrar las celdas a implementos de la vida cotidiana.

Es así como a inicios del año 1993 se entrega a la industria el primer automóvil funcional alimentado con celdas de combustible tipo PEM lo que significó la apertura de una ventana para el estudio de las celdas. Al entrar al nuevo siglo se reciben dos hechos trascendentes, el primero fue otorgarle el Premio Nobel de Química a Gerhard Ertl por sus estudios detallados en el análisis del funcionamiento de las celdas de combustible, seguidamente se presenta en 2013 una celda que es adsequible al público y su durabilidad promedio de 10.000 Horas.

CRONOGRAMA

Actividad	Duración	Fecha
Estructuración del programa.	15 días	01 Febrero
Recolección de información.	15 días	15 Febrero
Análisis de la información.	20 días	01 Marzo
Adecuación de instrumentos de evaluación y plan de acción.	30 días	22 Marzo
Planeación de visita	10 días	23 Abril
Visita PTAR	02 días	30 Abril
Informe Parcial	05 días	03 Mayo

METODOLOGIA

Determinación del programa a seguir, planeando la consecución de los objetivos.

Realización de la recolección de la información principal y evaluación de dicha data.

Preparación del documento donde se agregaran los avances para el informe final.

Gestación de la visita a la PTAR.

Realización de un feedback de acuerdo a la información obtenida en la visita.

Consolidación de la información adquirida a través de varias fuentes y entregar el informe parcial del proyecto.

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Nombre del Semillero	Modelado y Simulación
Tutor del Proyecto	Sebastián Roa Prada
Grupo de Investigación	Control y Mecatrónica
Línea de Investigación	Modelado y Simulación
Fecha de Presentación	13 - 04 - 2015

REFERENCIAS

(2012, 06). Pilas de combustible en EDAR: Directrices generales Energía autosostenible y reducción de la huella ambiental en plantas de tratamiento de aguas residuales mediante pilas de combustible , BIOCELL LIFE07 / ENV / E / 000847.

Laurenis Turizo, (2012). Diseño y dimensionamiento de un sistema de celdas de combustible. Universidad Autónoma de Bucaramanga. 1 (1), pp.57

Este material es presentado al VII Encuentro Institucional de Semilleros de Investigación UNAB, una actividad carácter formativo. La Universidad Autónoma de Bucaramanga se reserva los derechos de divulgación con fines académicos, respetando en todo caso los derechos morales de los autores y bajo discrecionalidad del grupo de investigación que respalda cada trabajo para definir los derechos de autor