

CENTRO DE INVESTIGACION EN ENERGIA

PROPUESTA DEL PROYECTO DE TESIS DOCTORAL

**DESARROLLO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO-HIDROGENO-CELDA DE
COMBUSTIBLE DE 1 kW DE POTENCIA PARA LA GENERACION,
ALMACENAMIENTO Y USO EFICIENTE DE ENERGIA**

Aspirante

M.C. SET VEJAR RUIZ

Director de Tesis

Dr. Sebastián P. Joseph, Inv. Titular C, CIE-UNAM

Temixco, Morelos.

30 de Noviembre 2006

1. INTRODUCCION

El uso de hidrógeno ha sido propuesto como un medio de almacenamiento de energía y combustible universal. La versatilidad del hidrógeno permite que pueda usarse de varias maneras; en motores de combustión interna, en celdas de combustible y como gas para combustión abierta; como también para usos industriales [1]. Debido a esta versatilidad, el hidrógeno tiene un gran potencial para ser el medio de almacenamiento de energía en los sistemas de generación de electricidad con base en las fuentes renovables [2]. La figura 1 muestra los diversos modos de producción de hidrógeno a partir de fuentes de energía renovables.

Todos los sistemas de generación de electricidad con base en las energías renovables que proporcionan servicio eléctrico en zonas apartadas de la red eléctrica convencional, requieren de un sistema de almacenamiento de energía para compensar las demandas de carga y las variaciones del clima. Tradicionalmente las baterías plomo-ácido se han empleado con este fin, pero existen varias desventajas y la principal es su baja relación energía-peso y sus elevados costos de mantenimiento.

En cuanto a la utilización del hidrogeno, la alternativa mas viable es la celda de combustible que opera como una batería. Genera electricidad combinando hidrógeno y oxígeno electroquímicamente sin ninguna combustión, y con una eficiencia superior. Existen varios tipos de celdas de combustible, las cuales están en diferentes etapas de desarrollo. Típicamente las celdas de combustible son clasificadas por su electrolito, siendo la celda de Membrana de Intercambio Protónico (PEM), la más usada.

2. PROBLEMÁTICA

Existe la necesidad de establecer una metodología para la integración de los sistemas Fotovoltaicos, de electrólisis, almacenamiento, y generación de energía eléctrica por medio de celdas de combustible. Así como su análisis de eficiencia.

Por otro lado, los avances hasta ahora logrados se han realizado en forma independiente en cada una de las tecnologías, por lo que su integración en un sistema requiere todavía de trabajo de investigación para maximizar la eficiencia de la conversión, el almacenamiento y suministro adecuado de la energía.

Las necesidades energéticas del país han ido creciendo constantemente a lo largo de los últimos años, siendo los sectores más importantes de esta creciente demanda el del transporte y la industria casi de manera equiparable. Otros sectores como el doméstico y el comercial han ido incrementando su consumo y lo seguirán haciendo junto con los anteriores sectores, debido a la modernización que se está experimentando en el país y al rápido crecimiento económico del mismo.

En los últimos años el concepto de uso eficiente de la energía ha cambiado radicalmente y tomado un ritmo más acelerado. Los avances técnicos presentes en el desarrollo de módulos fotovoltaicos y los costos de fabricación, perfilan a los sistemas fotovoltaicos como el medio de energía primaria renovable más viable.

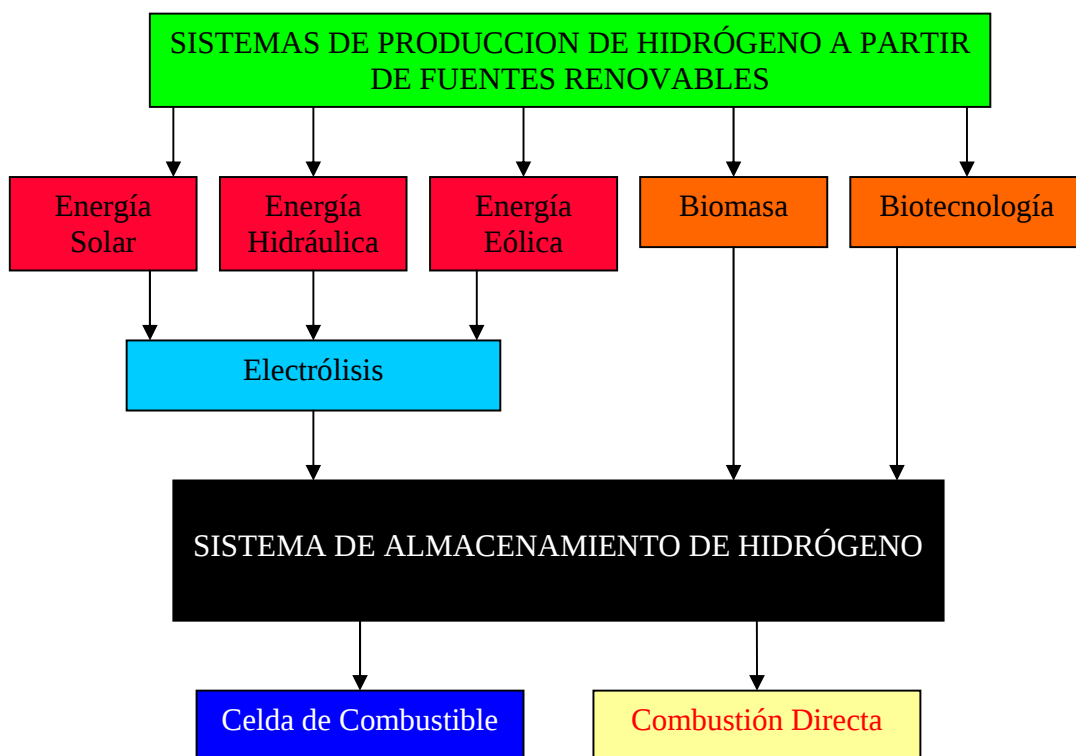


Fig. 1.1 Producción de hidrógeno a partir de fuentes renovables y sus aplicaciones.

3. ANTECEDENTES

De entre los medios alternativos modernos de generación de energía en forma eléctrica, la tecnología de celdas de combustible ha sido la que mayor desarrollo ha experimentado en los últimos 30 años. Ello es debido principalmente a las bondades de la tecnología, principalmente su alta eficiencia, su modularidad, el hecho de ser silenciosas, pero sobre todo ser “limpias” en cuanto a emisiones de contaminantes.

El almacenamiento del Hidrogeno, como fuente de energía ha sido demostrado a través de varios proyectos como los elaborados en Australia [3], Hong Kong [4], y en Estados Unidos [5]. Por otro lado, el panorama del uso eficiente de la energía en México es relativamente joven; Pero se vislumbra un amplio panorama de oportunidad y desarrollo.

Existen trabajos acerca de la simulación de sistemas fotovoltaicos para la generación de hidrógeno tanto en México [6], como en otros Países [7], que servirán de apoyo en el desarrollo e implementación del sistema.

4. JUSTIFICACION

El costo de las fuentes renovables de energía en la década anterior mostró un importante decrecimiento, mientras que la producción se elevó considerablemente, fuentes como la Eólica e Hidráulica son totalmente competitivas con las fuentes convencionales de energía y otras como la fotovoltaica son viables en lugares alejados de la red eléctrica comercial.

El problema actual para la utilización de las energías renovables esta centrado en el almacenamiento y eficiencia. El hidrogeno tiene una capacidad de almacenamiento de energía de aprox. 33kWh/kg, mientras que las baterías de plomo acido tienen alrededor de 0.04kWh/kg. Por otra parte, el tiempo de vida de un batería es de alrededor de 5 años, mientras que el de una celda de combustible puede ser de más de 20 años.

Además del almacenamiento, se presenta el problema de la conversión de energía eléctrica, ya que la corriente directa es incompatible con la mayoría de los aparatos eléctricos que usan corriente alterna, pero en la actualidad existen dispositivos semiconductores de conmutación capaces de realizar conversiones a corrientes y voltajes considerables.

Considerando lo anterior, se abre un amplio campo de oportunidades de desarrollo económico, basado en el desarrollo tecnológico, y el cuidado del medio ambiente, dando las condiciones para un desarrollo sustentable para los sectores sociales urbanos y rurales.

Propuesta

Se propone el desarrollo y estudio de un sistema de 1kW de Paneles Solares, para producir energía eléctrica, un sistema electrolizador de agua, un sistema de almacenamiento de hidrogeno, un sistema de celdas de combustible de 7kW, un sistema de conversión de de energía eléctrica CD/CA. Desarrollar un sistema de adquisición de datos para la medición de las variables características del sistema en su conjunto, y establecer una metodología de diseño, para la optimización del acoplamiento energético de sistemas integrales de fuentes renovables de energía.

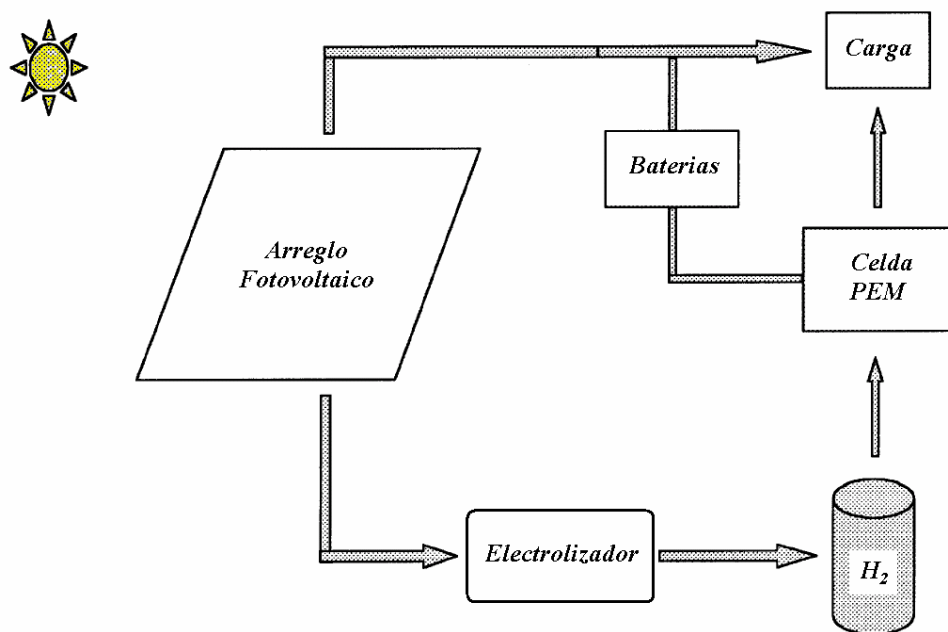


Fig. 1.2 Diagrama a bloques del sistema.

5. OBJETIVOS

Generales

Desarrollar y evaluar un sistema integral de producción de hidrógeno a partir de fuentes renovables de energía, aplicado a celdas combustible.

Específicos

- Diseñar y construir un sistema fotovoltaico en función de las características ambientales específicas y las necesidades energéticas del electrolizador.
- Diseñar e instalar un sistema Electrolizador – Almacenamiento – Celda combustible.
- Diseñar e instalar un sistema de inversores.
- Desarrollar un sistema de adquisición de datos para la medición de las variables características del sistema en su conjunto.
- Establecer una metodología de diseño, para la optimización del acoplamiento energético de sistemas integrales de fuentes renovables de energía.

6. INGENIERIA EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la realización de proyecto, es necesario un conocimiento sólido en ingeniería eléctrica para la parte de potencia del arreglo FV y salida eléctrica de las celdas, también de ingeniería electrónica para la parte de instrumentación.

También se cuenta con la siguiente infraestructura y equipo:

- Laboratorio de Hidrogeno CIE – UNAM.
- Servidor Pentium IV Xeon con dos procesadores duales de 3.6 GHz y 2 Gb en RAM.
- TRNSYS, software para la simulación de sistemas híbridos.
- 8 Paneles Solares de 125W.
- 1 Electrolizador de agua desionizada de 1kW.
- 1 Stack de celdas tipo PEM de 2KW.
- 1 Stack de celdas tipo PEM de 5kW.

7. METODOLOGIA

El proyecto se divide en 6 etapas.

1^{ra} Etapa: Se realizará un estudio bibliográfico sobre la temática de los sistemas integrales de fuentes renovables de energía, sistemas de obtención de hidrógeno a partir de energía solar y sistema de celdas combustible. Enfatizando en las variantes aplicadas para la eficiencia de conversión.

2^{da} Etapa: Se diseñarán, definirán y obtendrán los tipos de componentes a utilizar en el sistema integral, en función de sus características técnicas, costos y disponibilidad en el mercado.

3^{ra} Etapa: Se instalará un sistema de 1kW con paneles fotovoltaicos en la plataforma de proyectos del CIE, un electrolizador de 1kW, un sistema de almacenamiento de hidrogeno, sistema de celdas de combustible, un sistema de inversores y un sistema de adquisición de datos para la medición de variables tanto ambiental como específicas que caracterizan cada una de las partes y componentes del sistema integral.

4^{ta} Etapa: Puesta en marcha, recopilación y procesamiento de la información obtenida. Evaluación de cada componente por separado y posteriormente como sistema, para el desarrollo de modelos que permitan describir la potencia de entrada y salida de cada uno de los componentes del sistema y en consecuencia su eficiencia de conversión.

5^{ta} Etapa: Propuesta de metodología para el diseño de sistemas integrales de producción de hidrógeno a partir de energía solar y su acoplamiento a celdas de combustible para la producción de energía eléctrica alterna, a partir de las experiencias obtenidas.

6^{ta} Etapa: Escritura, revisión y presentación de la tesis doctoral.

8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Etapa	1° Sem	2° Sem	3° Sem	4° Sem	5° Sem	6° Sem
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Comité Tutorial

Dr. Aarón Sánchez Juárez

Centro de Investigación en Energía, UNAM

Dr. Joel Moreira Acosta

Universidad Politécnica de Chiapas

Dr. Sergio Alberto Gamboa Sánchez

Centro de Investigación en Energía, UNAM

Dr. Joel Pantoja Enríquez

Universidad Politécnica de Chiapas

Dr. Sebastián Pathiyamattom Joseph

Centro de Investigación en Energía, UNAM

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **Maria Saxe, Per Alvfors**, *Advantages of integration with industry for electrolytic hydrogen production, Experimental Investigations of a PEMFC*, Energy 32 (2006) 42-50.
- [2] **Kai Strunz, E. Kristina Brock**, *Infrastructure - integrative modular plant for sustainable hydrogen –electric co - generation*, International Journal of Hydrogen Energy 31 (2006) 1129-1141.
- [3] **B. D. Sakya, Lu Aye, P. Musgrave**, *Technical feasibility and financial analysis of hybrid wind – photovoltaic system with hydrogen storage for Cooma*, International Journal of Hydrogen Energy 30 (2005) 9-20.
- [4] **Meng Ni, Michael K. H. Lueng, K. Sumathy, Dennis Y.C Leung**, *Potential of renewable hydrogen for energy supply in Hong Kong*, International Journal of Hydrogen Energy 31 (2006) 1401-1412.
- [5] **S. R. Vosen, J. O. Keller**, *Hybrid energy storage systems for stand - alone electric power systems*, International Journal of Hydrogen Energy 24 (1999) 1139-1156.
- [6] **L. A. Torres, F. J. Rodriguez, P. J. Sebastian**, *Simulation of a solar-hydrogen-fuel cell system*, Journal of Hydrogen Energy Vol. 23, No. 11.
- [7] **Th. F. El-Shatter, M. N. Eskandar, M. T. El-Hagry**, *Hybrid PV/fuel cell system design and simulation*, Renewable Energy 27 (2002) 479-485.