

# 8

## Optimización de un prototipo para la producción de hidrógeno a partir de la electrólisis del agua utilizando materiales existentes en el mercado nacional, aplicando normas internacionales

Fernando Vásquez Freire<sup>1</sup>, Jaime Omar Jordán Guillén<sup>2</sup>  
y Carlos Alfredo Zhigüi Loja<sup>3</sup>

### 1. Introducción

En la actualidad existe un enorme interés en la búsqueda de nuevas fuentes de energía. En este contexto la generación de hidrógeno a partir de electrólisis del agua, constituye una importante alternativa. Entre las ventajas del uso del hidrógeno como fuente de energía podemos señalar que en la combustión del hidrógeno genera como resultado agua, trabajando, de esta manera, en un ciclo ecológico cerrado; es decir, utilizando agua en la producción de hidrógeno y despidiendo agua en el ambiente. Por otra parte, el hidrógeno puede reemplazar a los combustibles fósiles adecuando la tecnología existente sin afectar a los componentes principales, pudiendo esto estar al alcance de todos.

Como parte del proyecto se ha diseñado y construido un prototipo de electrolizador, el cual consta de medidores de presión, medidores de

---

1 Director del Proyecto de investigación, Docente de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana.

2 Estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana.

3 Egresado de la Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana.

nivel de agua, medidor de temperatura, dosificador automático de agua, paro automático y manual, y un ciclo automático de control. Los elementos de medición y control garantizan la seguridad requerida al manejar hidrógeno a altas presiones.

A lo largo de la investigación fue observada una fuerte influencia de la corriente eléctrica en la cantidad de hidrógeno producido. Fue determinado además que el material de las placas y las características constructivas de las mismas provocan pérdidas de energía en el sistema por generación de calor. Los experimentos de electrólisis realizados fueron efectuados sobre el principio de obtener reproducibilidad en cualquier ambiente.

## 2. Materiales y métodos

### Materiales

Los materiales utilizados se presentan a continuación:

#### *Materiales usados en la construcción del prototipo*

- 1 tubo de acero inoxidable
- 4 tapas de acero inoxidable
- 4 tubos de acero inoxidable
- 4 pernos de acero inoxidable
- 1 recipiente de acero inoxidable
- 30 acoples de acero inoxidable
- 2 tubos de vidrio
- 2 manómetros en baño de glicerina
- 1 bomba de agua
- 1 presostato.
- 2 llaves de paso de acero inoxidable.
- 2 bornes de níquel con una pureza.
- 40 placas de níquel.
- 2 aislantes de teflón de 10mm.
- 2 aislantes de teflón.

- 1 lámina de polisulfona.
- 4 orines.
- 1 voltímetro de corriente continua.
- 1 amperímetro de corriente continua.
- 1 circuito eléctrico y electrónico de medición y control.

*Materiales usados en los experimentos preliminares de electrólisis:*

- 1 bandeja plástica de 1,5 litros.
- 11 litros de agua destilada.
- 5 kg de hidróxido de potasio (KOH).
- 2 electrodos de acero inoxidable AISI 316.
- 2 electrodos de níquel.
- 2 electrodos de platino.
- 2 cables de cobre # 16.
- 1 fuente de voltaje de corriente continua.
- 1 voltímetro.
- 1 amperímetro.
- 1 termómetro.

## Métodos

El proyecto de investigación consta de dos fases: la experimentación en el laboratorio para la determinación de la separación, el tamaño y la elección del material que cumplan con las especificaciones técnicas para la construcción de las placas, así mismo se procede a elegir el material adecuado para construcción de la cuba electrolítica y la concentración óptima del KOH en el agua; para lograr la mayor producción de hidrógeno.

Para las pruebas de laboratorio, fueron laminadas placas de acero inoxidable AISI 316, níquel y platino, las cuales fueron sometidas al proceso de electrólisis con diferentes concentraciones de hidróxido de potasio (KOH) al 5, 10, 15, 20, 25 y 30% en peso y agua como disolvente. Se trabajó además con voltajes entre 5-15 V y una separación entre placas entre de 1 y 10 mm, con el objetivo de determinar la influencia de estas variables en

la cantidad de hidrógeno producido. La sujeción de las placas fue llevada a cabo con pinzas de cobre con un baño de níquel y se las conectó en el centro del extremo superior de las mismas.

Sobre la base de los datos obtenidos en la experimentación de laboratorio fue llevada la segunda etapa de la investigación que consiste en la construcción del prototipo final para la producción de Hidrógeno, sobre el cual se realizaron pruebas para determinar la influencia de la presión y temperatura sobre el caudal producido.

### 3. Resultados

#### *Resultados de las pruebas de referencia*

Las pruebas se realizaron considerando las separaciones entre los electrodos, y la cantidad de KOH en agua destilada. Las curvas presentadas, muestran la mejor relación entre temperatura y amperaje, lo cual va en una estrecha relación con la producción de hidrógeno.

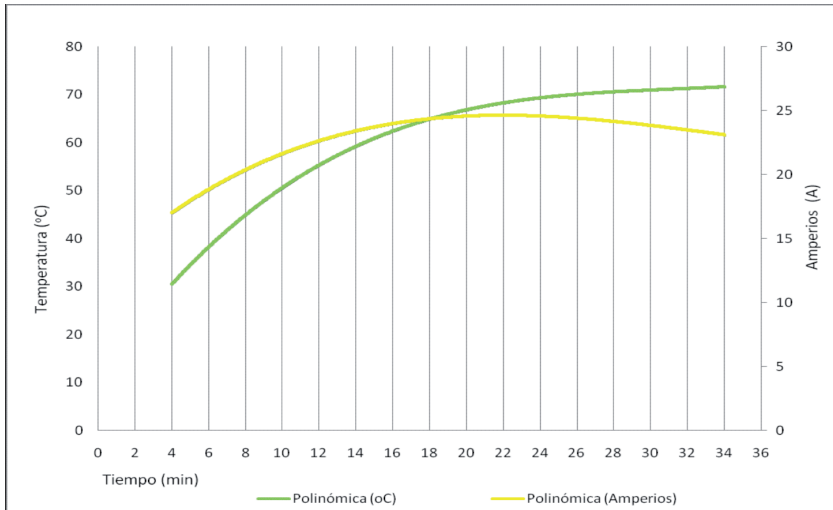


Figura 1. Relación de tiempo vs. temperatura y amperaje en el proceso de electrólisis en las pruebas de referencia en condiciones estandar de presión y temperatura correspondiente al electro de acero inoxidable

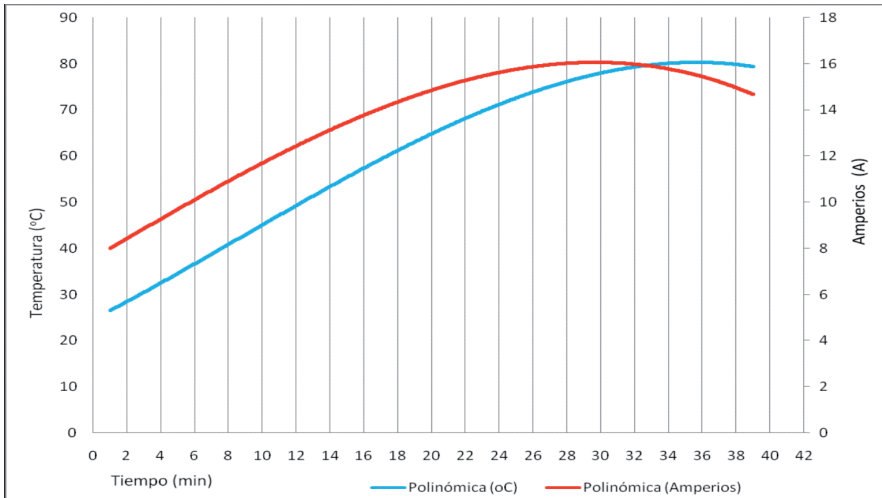


Figura 2. Relación de tiempo vs. temperatura y amperaje en el proceso de electrolisis en las pruebas de referencia en condiciones estandar de presión y temperatura correspondiente al electrodo de níquel

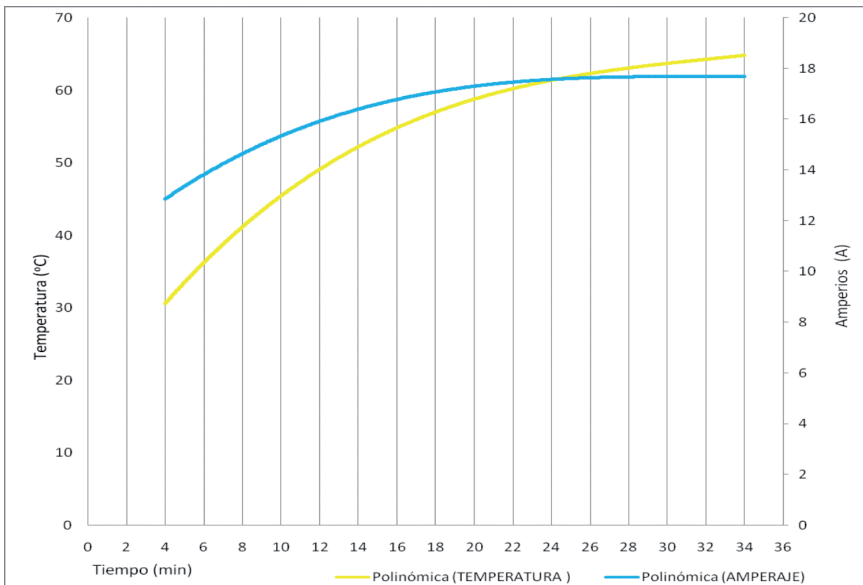


Figura 3. Relación de tiempo vs. temperatura y amperaje en el proceso de electrolisis en las pruebas de referencia en condiciones estandar de presión y temperatura correspondiente al electrodo de platino

Como se puede observar en las Figuras 1, 2 y 3, el mejor resultado se obtuvo con la lámina de níquel, ya que produce mayor cantidad de hidrógeno manteniendo un consumo de energía menor que las otras dos láminas ensayadas en la práctica de laboratorio.

La concentración adecuada de KOH fue del 30% en peso diluido en agua desmineralizada.

### **Resultados del Prototipo Final**

El prototipo construido es capaz de producir 4,32 l/s de hidrógeno almacenándolo a una presión de 80 PSI en la cuba electrolítica y una temperatura de funcionamiento máxima de 60°C, sin riesgos de fugas de gas.

Las placas para los electrodos del prototipo fueron construidas de níquel, sumergidas en agua desmineralizada con un pH de 6,5 y con una concentración del 30 % en peso de KOH.

La cuba electrolítica y las cañerías fueron construidas en acero inoxidable.

Además, el prototipo cuenta con los siguientes dispositivos de seguridad: medidores de presión, medidores de nivel de agua, medidor de temperatura, dosificador de agua, paro de emergencia. Todos estos con sus respectivas etapas de control automáticas.

### **Discusión de resultados**

- Debido a que el electrolizador consume agua para generar hidrógeno, se debe tomar en cuenta una bomba para dosificar constantemente agua en el interior del electrolizador.
- La generación de calor es inevitable en la producción de hidrógeno, por tal motivo se debe implementar un sistema de enfriamiento.
- Si se desea tener Hidrógeno con una pureza elevada, de tal forma que no se tenga que entrar en una etapa de purificación previa al embasamiento en algún recipiente, se debe utilizar un sistema de lavado de KOH.

- Para asegurar una larga vida de las placas se deberá utilizar agua totalmente desmineralizada.
- Para evitar peligros de incendios o explosiones por acumulación de gas hidrógeno debido a fugas del mismo, se debe trabajar en un ambiente que asegure una buena circulación de aire.
- En caso de contacto de la solución electrolítica con alguna parte del cuerpo, se debe neutralizar la misma con aplicación de vinagre.

#### 4. Conclusiones

- Se puede concluir que al finalizar la investigación, se cuenta con un prototipo elemental para generar hidrógeno optimizado, además construido con materiales y elementos existentes en nuestro medio.
- Se concluye que esta investigación abre un camino a una nueva forma de energía en el Ecuador desarrollada y mantenida con mano de obra de ecuatorianas/os y, además la investigación respeta los objetivos de nuestros ancestros que siempre fue la conservación y respeto de la naturaleza.

#### Bibliografía

Varios Autores, editado por Nicolas Alonso-Vante

2003 *Electroquímica y Electrocatálisis*, Volumen 1b, Primera Edición Virtual e-libro.net, Buenos Aires, Mayo.

Varios Autores, editado por Nicolas Alonso-Vante

2003 *Electroquímica y Electrocatálisis*, Volumen 1a, Primera Edición Virtual e-libro.net, Buenos Aires, Mayo.

