

UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA
 PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
 FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO

N° DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES

Ejecutor 1		
Nombre (s):	Wilson Alexander	
Apellido (s):	Pérez Méndez	
Código:	20102275026	
E-mail:	wp_091@yahoo.es	
Teléfono fijo:	7220682	
Celular:	316 7660621	
Ejecutor 2		
Nombre (s):	Rubén Darío	
Apellido (s):	Montoya Ruiz	
Código:	20081275018	
E-mail:	R_montoya@hotmail.com	
Teléfono fijo:	7121324	
Celular:	301 7392588	

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	Diseño y construcción de un banco de prueba didáctico para la generación de gas hidroxí	
Duración (estimada):	12 meses	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prestación y Servicios Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
	Otro	<input type="checkbox"/>
Modalidad del Trabajo de Grado:		
Línea de Investigación de la Facultad*:	Desarrollo tecnológico local e institucional	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Ecoingeniería	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Energías Alternativas	

INFORMACIÓN PASANTÍA

Nombre de la empresa:	
Dirección:	
Teléfonos:	
Correo electrónico:	
Página Web:	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Director: (Vo. Bo.)	
---------------------	--

Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

*Las líneas de investigación de la Facultad Tecnológica son 1. Apoyo tecnológico empresarial. 2. Optimización de procesos industriales. 3. Desarrollo tecnológico local e institucional

**Las líneas investigación del Proyecto Curricular son 1. Diseño en ingeniería mecánica. 2. Conversión de energías y mecánica de fluidos. 3. Materiales y procesos de manufactura. 4. Ecoingeniería. 5. Bioingeniería. 6. Educación y comunicación en ciencia y tecnología

1. RESUMEN

En este proyecto se gesta a partir de encontrar una dificultad evidente en el medio ambiente. El hidrogeno es un gas que al combinarse con el oxigeno genera una gran combustión y tiene un frente de llama más rápido que solo el oxigeno, este elemento conocido como gas hidroxi, será utilizado como combustible, para ser adicionado en cualquier proceso de generación de energía, como motores de combustión interna o equipos de soldadura autógena, entre otras aplicaciones que utilicen una explosión energética para generar trabajo.

La estructuración actual del hidrogeno como combustible se encuentra situada en Europa, como la industria más desarrollada en el proceso y utilización del hidrogeno y el gas hidroxi como elemento combustible en maquinas de combustión interna. En este proceso de combustión se mejoran las eficiencias y la quema del combustible en las recamaras del motor es casi completa, lo que será amigable al medio ambiente, al bajar las emisiones de gases y la opacidad en estos, este proceso se ha acondicionado de su magnitud a unos pequeños reactores portátiles que puede llevar cada vehículo y generar gas hidroxi para ser mezclado y quemado inmediatamente a fin de evitar la acumulación y su costoso almacenamiento. Basados en esta estructura se pondrá en funcionamiento un banco de prueba en el que se pueda medir las producciones y gastos energéticos para alcanzar una alta productividad a bajo costo de gas hidroxi.

De esta manera daremos un nuevo campo de acción al proceso de energías alternativas, en la Universidad Distrital a fin de ir mejorando e investigando para obtener un proceso que pueda ser en el futuro una fuente de energía sostenible y casi ilimitado, pues el hidrogeno es el elemento más abundante en el universo.

2. ESTADO DEL ARTE

En estos tiempos de cambio, de evolución y mejoras en todos los sistemas y controles, debemos darnos cuenta que "Colombia es una potencia en energías alternativas". El agotamiento de las fuentes tradicionales de energía (combustibles fósiles) ha puesto al mundo entero a buscar otros tipos de energía, por esto Colombia está trabajando en esta labor, aprovechando su posicionamiento geográfico. Cada una de las energías implica diferentes tipos de tecnologías con las cuales se obtiene energía en forma de electricidad, fuerza motriz, calor o combustibles. Se han clasificado en seis grupos principales: Energía Solar, Energía Eólica (del viento), Energía de la Biomasa, Energía Hidráulica, Energía de

los Océanos y Energía de la Geotermia (Universidad de Antioquia, 2011)¹. Pero además de esto hay que seguir investigando y buscando, ya que el consumo energético se hace cada vez mayor y por esto es importante generar nuevas formas de energía o la combinación de algunas de estas para mejorar rendimientos y bajar costos.

Pese a esta intención en la búsqueda y generación de energías alternativas, los costos de los energéticos en Colombia son los más altos del mundo. Los precios de los combustibles, del gas natural, del GLP y la energía eléctrica, están estructurados como unos de los más altos del mundo en cada una de sus categorías. Es realmente irónico que si el país es autosuficiente energéticamente, no tenga competitividad interna. Una de las explicaciones a estos costos está en la competitividad con el mercado extranjero, lo que hace a los consumidores internos pagar más para competir con la demanda de otros países no productores de energía. Por otra parte se encuentran los grupos oligopólicos que presionan y van en contra de una libertad de precios, lo cual lleva a una situación como la de los combustibles que son elevados en sus costos, como si fueran traídos desde el golfo de México, lo cual es ilógico cuando el crudo se explota en el país(Otero, 2011)². Por esta razón, se debe iniciar la búsqueda de otros elementos o procesos que permitan generar energía más económica que la actual. También se abre la posibilidad de combinar los tipos de energía, a fin de mejorar las eficiencias y disminuir los costos.

Dentro de las investigaciones sobre la energía alternativa, encontramos la posibilidad del hidrogeno como combustible a partir de su poder calorífico. Una de las muchas investigaciones sobre la obtención de energía a partir de las posibilidades actuales de la humanidad, lleva a los ingenieros a demostrar las propiedades térmicas del hidrogeno y de lo productivo que podría ser como combustible a partir de estas. El hidrogeno tiene un poder térmico superior, el cual se puede utilizar para la generación de energía, por lo que un elemento motor puede aprovechar esta propiedad y volverlo trabajo, con gran eficiencia. Las demostraciones analíticas y prácticas elaboradas en la cátedra de máquinas térmicas de la universidad tecnológica nacional de argentina así lo demuestran, en la estructuración y análisis de los procesos químicos que se presentan durante su combustión y la energía que se libera. Por tanto y basados en la información, es claro decir

¹Universidad de Antioquia. (2011). *Colombia una potencia en energías alternativas*. Recuperado 5 de septiembre, 2011, centro virtual de noticias: <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html>

²Otero, Diego. (2011). Los costos de los energéticos en Colombia son los más altos del mundo. Recuperado 12 de septiembre, 2011, avanzar Colombia, Colombia: http://avanzarcolombia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=117:los-precios-de-los-energeticos-en-colombia-son-de-los-mas-altos-del-mundo&catid=25:colombia&Itemid=27

que el hidrogeno puede ser adaptado como elemento combustible de alto rendimiento (Fernández, 2010)³.

Además de que el hidrogeno se puede considerar un elemento combustible es importante tomar los demás combustibles y dar una relación entre estos. Al entrar a comparar los estados energéticos de los combustibles actuales en relación con el hidrogeno, podremos encontrar que estos muestran un resultado inferior al estado del hidrogeno como se ve en la tabla # 1. El estado energético de los combustibles usados hoy en día de manera convencional, tiene una considerable relación inferior con el hidrogeno. Observando estos resultados comparativos realizados, podremos sustentar que el estado actual del hidrogeno aún no está en su aprovechamiento pleno (Hidrogénesis, 2010)⁴.

Por otra parte el hidrogeno es un elemento que puede ser peligroso si no se tiene el cuidado respectivo, por esta razón es importante tener en cuenta la información de seguridad. Pese a que El hidrógeno no genera efectos adversos a la ecología, no contiene ningún químico de clase I o II que afecten la capa de ozono, el hidrógeno no está catalogado como contaminante marino. El hidrógeno por sus características se encuentra dentro del listado de los productos que si se almacenan, producen o transportan en cantidades iguales o mayores a la de reporte se consideran la actividad como de alto riesgo, la cantidad de reporte para el hidrógeno es de 500 Kg (INFRASAL, 2004)⁵. Por estas razones es importante que el gas hidroxí sea quemado una vez obtenido, lo que implica un proceso de almacenamiento mínimo o nulo para evitar riesgos en el proceso.

³Fernández, J. (2010). Poder calorífico. Maquinas térmicas (capitulo 1). Universidad tecnológica nacional, regional Mendoza: ingeniería electromecánica.

⁴Hidrogénesis. (2010). Publicaciones abiertas: *tablas de equivalencia 2001*. Zaragoza, España: el gran secreto del hidrogeno

⁵INFRASAL. (2004). *HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL HIDROGENO*. Recuperado 15 de octubre, 2010, infrasal de el salvador: <http://infrasal.com>

Tabla # 1. Equivalencia entre hidrogeno y otros combustibles.

Equivalent Energy Source	Cubic Meter H2 Gas	Cubic Foot H2 Gas	Liter Liquid H2	Gallon Liquid H2	Kilogram H2	Pound H2
Gasoline Liters	0.352	0.00929	0.279	1.06	3.93	1.78
Methanol Liters	0.676	0.0178	0.536	2.03	7.55	3.41
Diesel Liters	0.279	0.00737	0.221	0.837	3.12	1.41
Jet Fuel Liters	0.287	0.00757	0.227	0.86	3.2	1.45
Methane (scf)	11.4	0.301	9.05	34.2	128	57.6
Propane (scf)	4.48	0.118	3.55	13.4	50.1	22.6
Butane (scf)	3.45	0.091	2.73	10.3	38.5	17.4
Coal Anthracite (Tons)	0.000397	0.0000105	0.000315	0.00119	0.00444	0.002
Coal Bituminous (Tons)	0.000392	0.0000104	0.000311	0.00118	0.00438	0.00198
Coal Lignite (Tons)	0.000731	0.0000193	0.000579	0.00219	0.00816	0.00369
Barrels of Crude	0.00176	0.0000466	0.0014	0.00529	0.0197	0.0089
Gasoline Gallons	0.093	0.00246	0.0737	0.279	1.04	0.469
Methanol Gallons	0.179	0.00471	0.142	0.535	1.99	0.901
Diesel Gallons	0.0738	0.00195	0.0584	0.221	0.824	0.372
Jet Fuel Gallons	0.076	0.002	0.06	0.227	0.846	0.382
H2 Gas Cubic Meters (STP)	1	0.0264	0.792	3	11.2	5.04
H2 Gas Cubic Feet (NTP)	37.9	1	30	114	423	191
H2 Liquid Liters (nbp)	1.26	0.0333	1	3.78	14.1	6.4
H2 Liquid Gallons (nbp)	0.334	0.0088	0.264	1	3.72	1.69
H2 Kilograms	0.0896	0.00236	0.0709	0.268	1	0.454
H2 Pounds	0.198	0.00521	0.156	0.592	2.2	1
H2 Tons	0.000987	0.000026	7.82E-05	0.000296	0.0011	0.0005
Electricity KW-hours	3	0.0791	2.38	8.99	33.5	15.1
Electricity MW-hours	0.003	0.0000791	0.00238	0.00899	0.0335	0.0151
H2 High HV gigajoules	0.0128	0.00034	0.0101	0.0383	0.143	0.0644
H2 High HV million Btus	0.0121	0.000319	0.0096	0.0363	0.135	0.061
H2 High HV Btu	12,100	319	9,600	36,300	135,000	61,000
H2 High HV kilocalories	3,100	80.5	2,400	9,100	34,100	15,400
H2 Low HV gigajoules	0.0108	0.000285	0.0086	0.0324	0.121	0.0544
H2 Low HV million Btus	0.0102	0.00027	0.0081	0.0307	0.114	0.0516
H2 Low HV Btu	10,200	270	8,100	30,700	114,000	51,600
H2 Low HV kilocalories	2,600	68	2,040	7,700	28,800	13,000
Equivalent Energy Source	Cubic Meter H2 Gas	Cubic Foot H2 Gas	Liter Liquid H2	Gallon Liquid H2	Kilogram H2	Pound H2

- * The Hydrogen World View by Roger Billings - American Academy of Science 1991
- * Diesel Fuels Technical Review (FTR-2) by Chevron Products Company a division of Chevron USA Inc 1998
- * Motor Gasolines Technical Review (FTR-1) by Chevron Products Company a division of Chevron USA Inc 1996

3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Debemos reconocer la importancia del problema ambiental, se calcula que ya han aumentado siete décimas la temperatura del planeta basado en los datos tomados en 1990, y que al ritmo actual será difícil evitar que llegue el incremento a los 1,5 grados. Con todo esto, y a partir de los dos grados se prevén fuertes aumentos del nivel del mar y graves sequías e inundaciones.(Según análisis en la cumbre de Copenhague).

Actualmente nuestro país no cuenta con una normatividad clara, para las emisiones que se producen en el territorio nacional, lo cual afecta directamente en el aumento de los gases de invernadero.

Para el caso de la Universidad Distrital, exactamente para el grupo de investigación de Energías Alternativas, el hidrogeno no ha sido objeto de estudio ni análisis, y encontramos la necesidad de iniciar la investigación referente al tema, a fin de dar a conocer a la comunidad universitarias las posibles aplicaciones de este elemento combustible.

4. JUSTIFICACIÓN.

En la actualidad el mundo está enfrentando un serio problema ambiental, por el exceso de emisiones contaminantes y de invernadero, producto de la utilización de los combustibles fósiles como única alternativa (o hasta hace pocos años). El estudio de energías alternativas, es un campo que ha tenido acogida en los últimos años, y con grandes avances.

Para el caso del hidrogeno como combustible, es un área que aun ofrece muchas alternativas, y que en la universidad no se ha iniciado su investigación. Al construir un banco didáctico de producción de este gas, se incluirá al mundo grupo de los nuevos combustibles y la posibilidad de encontrar muchas aplicaciones para este tipo de energía limpia. Aprender de los distintos tipos de reactores y formas de obtención de este gas, su utilización y manejo.

Al conocer el comportamiento de este elemento, y su obtención claro está, comenzará la búsqueda de infinitos campos de acción como en la industria, el área automotriz, hasta en nuestro propio hogar, y así colaborar con el medio ambiente que tanto nos aqueja hoy en día, ya que la combustión de hidrogeno produce agua.

Claro está que la inclusión de varios proyectos a futuro en el grupo de investigaciones de energías alternativa, desde la utilización de gas hidroxí es fundamental y la base de dicha exploración.

5. Objetivos

5.1. Objetivo general

Diseñar y construir un banco didáctico, para la generación y el estudio del GAS HIDROXI, con celdas secas y húmedas, y bajo el efecto de voltaje a corriente directa.

5.2. Objetivos específicos.

1. Establecer el proceso y las configuraciones de las celdas a utilizar en el banco de pruebas, como parámetros iniciales.
2. Definir las variables a ser trabajadas en las diferentes disposiciones.
3. Establecer los elementos necesarios para el buen funcionamiento del banco, tanto de control como de seguridad.
4. Desarrollar el montaje y ejecutar las pruebas necesarias para el buen funcionamiento del banco.
5. Preparar y desarrollar las guías de laboratorio, manual de operación y mantenimiento.

6. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente proyecto se desarrollarán las siguientes fases y actividades.

6.1. Fase de Documentación y Observación

En la Fase de Documentación y Observación, se realizará la recolección de información, de diversas fuentes tales como: artículos on-line, catálogos, libros, fichas técnicas, proyectos de investigación, documentos. Esta información será adecuadamente seleccionada, de páginas en Internet, bibliotecas, proyectos relacionados que hayan sido realizados en nuestra universidad y en otras universidades, principales bibliotecas de la ciudad y, sistematizada. Correspondiendo al estudio del contenido de los documentos, desde la perspectiva del presente proyecto. Se procederá a hacer una clasificación más detallada y específica de la temática del proyecto, herramientas y elementos a probar, entre otros, estableciendo el proceso más adecuado y los parámetros iniciales para su desarrollo.

6.2. Fase de Análisis

La Fase de Análisis, se propondrán diversas alternativas de diseño conceptual, teniendo en cuenta varios aspectos, para proceder con el diseño preliminar, definiendo los parámetros detallados y variables específicas a trabajar. Se determinara la simetría de las piezas y elementos que conforman el banco.

6.3. Fase de Diseño

En la fase de diseño, se especificaran los elementos a utilizar apoyados en el análisis de los mismos, entre estos estarán los elementos de seguridad, buen funcionamiento y operación, con el fin de que el banco sea de fácil manipulación y recolección de datos para su estudio

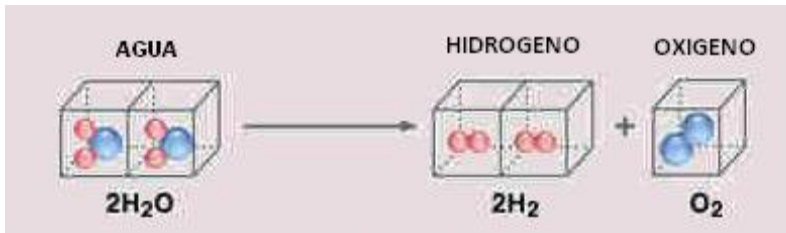
6.4. Fase de Elaboración

La última fase corresponde a la elaboración del banco con todos los elementos seleccionados. Aquí se ejecutara el diseño, guías de laboratorio, manuales de operación y mantenimiento.

7. MARCO TEORICO.

7.1. Gas Hidroxi HHO.

Es un gas compuesto de oxígeno e hidrógeno, es una mezcla de ambos gases también llamada oxyhidrógeno, se libera en una proporción estequiométrica de 2 a 1 hidrógeno y oxígeno; la misma proporción que el agua. Es decir 2 mol de hidrógeno y 1 mol de oxígeno.



7.2. Características del HHO.

El oxyhidrógeno puede hacer auto ignición a una presión atmosférica de 1 atmósfera, (en el medio ambiente) a los $570^{\circ}C$ suministrando calor sin chispa, la energía mínima requerida para hacer ignición con una chispa es con al menos 20 micro joules.

Cuando hace ignición la mezcla de gases de hho se convierte en vapor de agua y cede energía en forma de calor, liberando 241.8 kilo joules de energía solo por cada mol de hidrógeno quemado.

La velocidad de combustión es entre 2.65 mt/seg a 3.25 mt/seg, una velocidad increíblemente rápida, por esto el uso de dispositivos de seguridad como arresta flamas y burbujeadores. la temperatura de la flama que se genera varía según la manera en que haga combustión sin embargo la máxima temperatura es cercana a los $2800^{\circ}C$ que es 700° grados más caliente que la flama de hidrógeno en el aire. Esta mezcla de gases hho, puede obtenerse por la electrolisis del agua en la que por medio de la corriente o amperes se disocian las moléculas hidrógeno y oxígeno.

7.3. LEYES DE FARADAY

Las reacciones químicas que se llevan a cabo en los electrodos pueden producir sustancias sólidas, el desprendimiento de un gas, la oxidación o reducción de un Ion que permanece en la solución, la conversión de un metal en un Ion y la producción de un líquido, así como otros cambios. Pero cualquiera que sea el cambio, la cantidad producida de la sustancia mantiene una relación simple con la cantidad de electricidad que causa el cambio. Esta relación fue descubierta por primera vez por Michael Faraday, y por esta

razón lleva su nombre. Sus conclusiones están dadas en las leyes de la electrolisis de Faraday.

- ***Su primera ley dice que la masa de la sustancia producida en un electrodo mediante electrolisis es directamente proporcional a la cantidad de electricidad que pasa a través de la solución.***
- ***Su segunda ley dice que la masa de las distintas sustancias producidas durante la electrolisis es directamente proporcional a los pesos equivalentes de las sustancias.***

Esta ley se puede resumir cuantitativamente diciendo que 96495 coulombs de electricidad producen 1 equivalente gramo del producto primario, cualquiera que sea su naturaleza, en un electrodo. Esta cantidad de electricidad (que se suele redondear a 96500 coulombs) se conoce como un Faraday.

No se conoce excepción alguna de las leyes de Faraday, siempre que el paso de la electricidad lleve a cabo enteramente por conductancia iónica. Las leyes se aplican tanto a electrolitos fundidos como a sus soluciones, y son independientes de la temperatura y de la presión. En las soluciones, la naturaleza del disolvente no tiene ningún efecto, siempre y cuando soporte la ionización.

Las leyes son independientes del voltaje usado para producir la electrolisis, aunque hay que considerar el voltaje para el cálculo de energía consumida en el proceso.

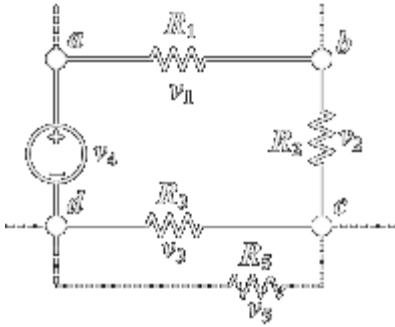
$$\text{No. FARADAYS} = \frac{\text{AMPERES} * \text{TIEMPO}}{96500 \text{amp} * \text{seg}(\text{coulombs})}$$

La fórmula nos da como resultado una constante o número de Faraday.

7.4. LEYES DE KIRCHOFF.

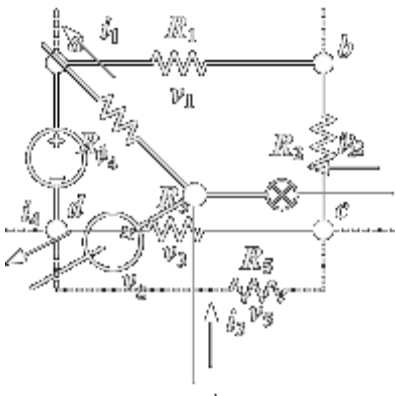
LEY DE NODOS O LEY DE CORRIENTES DE KIRCHOFF.

En todo nodo, donde la densidad de la carga no varíe en un instante de tiempo, la suma de corrientes entrantes es igual a la suma de corrientes salientes



LEY DE MALLAS O LEY DE TENSIONES DE KIRCHOFF

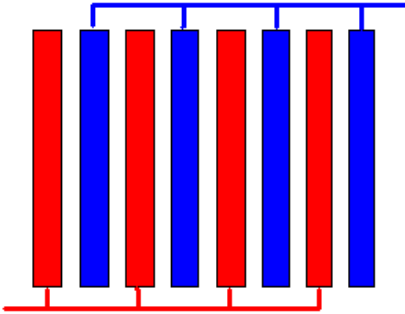
En toda malla la suma de todas las caídas de tensión es igual a la suma de todas las subidas de tensión.



7.5. CELDAS EN PARALELO.

CELIDAS EN PARALELO

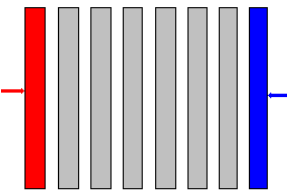
Procederemos a analizar para nuestro ejemplo anterior 7 celdas conectadas en paralelo a 12 volts y que nos consumen 10 amperes para lo cual se simbolizaría así:



Como podemos observar en la figura, las placas están interconectadas entre ellas y forman un circuito en paralelo las placas rojas son de polaridad positiva y las azules de polaridad negativa, con las leyes anteriormente descritas se aprecia cómo se distribuye el consumo de amperes y así mismo los volts, a simple vista parece en serie pero si observamos bien, podremos deducir que es en paralelo.

7.5. CELDAS EN SERIE

Procederemos a analizar para nuestro ejemplo anterior 7 celdas conectadas en serie a 12 volts y que nos consumen 10 amperes para lo cual se simbolizaría así:



Como podemos observar las placas intermedias o neutras forman un circuito ya que entre ellas se conduce la corriente aun no estén cargadas esto lo podremos apreciar físicamente si conectamos un milímetro y analizamos el voltaje y corriente entre cada placa.

7.6. CONDUCTIVIDAD DEL AGUA.

La conductividad eléctrica es la capacidad de permitir el paso de la corriente eléctrica a través de sí. Muy simple, ahora para el agua des ionizada es un valor de 0.000055 Siemens/cm

Esto quiere decir que el agua des ionizada es mas resistiva que conductiva por lo que genera menos hho o casi nada y también se calentara menos.

ASI PUES LA FORMULA PARA CALCULAR LA CONDUCTIVIDAD ES LA SIGUIENTE:

$$\sigma = \frac{\text{CONDUCTIVIDAD}}{\text{AMPERES} \times \text{SEPARACION ENTRE PLACAS (cm)}} \times \text{VOLTS} \times \text{AREA DE ELECTRODOS (cm}^2\text{)}$$

7.7. ELECTROLISIS DEL AGUA.

La electrolisis es el proceso de descomposición de una sustancia por medio de la electricidad. La palabra electrólisis significa "destrucción por la electricidad".

Es decir, sus moléculas se disocian en especies químicas cargadas positiva y negativamente que tienen la propiedad de conducir la corriente eléctrica. Si se coloca un par de electrodos en una disolución de un electrolito (compuesto ionizable) y se conecta una fuente de corriente continua entre ellos, los iones positivos de la disolución se mueven hacia el electrodo negativo y los iones negativos hacia el positivo. Al llegar a los electrodos, los iones pueden ganar o perder electrones y transformarse en átomos neutros o moléculas; la naturaleza de las reacciones del electrodo depende de la diferencia de potencial o voltaje aplicado.

El agua está compuesta por dos elementos químicos: hidrógeno y oxígeno. La separación de éstos mediante la utilización de la electricidad se llama electrólisis del agua.

En la electrólisis del H₂O (agua) se forman hidrógeno (H₂) y oxígeno (O₂) en estado gaseoso, según la siguiente reacción:



Esta reacción no se produce espontáneamente. Para que tenga lugar es necesario aportar energía eléctrica.

9. PRESUPUESTO

Presupuesto General Proyecto		
Duración estimada en meses		5
Semanas		21
Descripción	Costo asociado	Fuentes de financiación
Recurso Humano Asociado	\$ 19.222.665	
2 Autores del proyecto	\$ 15.251.040	Personal
1 Director o tutor	\$ 794.325	Institucional
0 Apoyo técnico	\$ -	
1 Apoyo administrativo	\$ 3.177.300	Personal
0 Asesor	\$ -	
Software o equipo de apoyo	\$ 1.736.805	Personal
Gastos Generales	\$ 1.020.000	Empresarial
Diseño Banco de Prueba	\$ 1.771.600	Personal
Subtotal	\$ 23.751.070	
5% Imprevistos	\$ 1.187.554	
Total presupuestado	\$ 24.938.624	

RECURSO HUMANO ASOCIADO				
Descripción	Cantidad de personas	Dedicación semanal	Valor Hora	Costo personal
	Numero	Horas	Pesos	Pesos
Autores del proyecto	2	16	\$ 15.000	\$ 10.080.000
Director o tutor	1	1	\$ 25.000	\$ 525.000
Apoyo técnico				\$ 0
Apoyo administrativo	1	10	\$ 10.000	\$ 2.100.000
Asesor				\$ 0

				\$ 12.705.000
Carga Prestacional			51,30%	\$ 6.517.665
			SUBTOTAL	\$ 19.222.665

Software	Detalle	Costo referencia	% Uso	Costo Uso	Total
Licencia 1	Solid edge	\$ 7.200.000	1%	\$ 72.000	\$ 720
Licencia 2	Office Windows 2007	\$ 850.000	1%	\$ 8.500	\$ 85
Digitación 1	Documento	\$ 50.000	100%	\$ 50.000	\$ 50.000
Digitación 2	Guias de laboratorio	\$ 50.000	100%	\$ 50.000	\$ 50.000
Computador	Sony vaio	\$ 1.600.000	100%	\$ 1.600.000	\$ 1.600.000
Internet	Epm	\$ 36.000	100%	\$ 36.000	\$ 36.000
Costos de licencias, conexión y computador					\$ 1.736.805

Diseño Prototipo	Detalle	Unidad de medida	Cantidad	valor unitario	Total
Material 1	Pila de generación	unidad	1	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Material 2	Acoples	unidad	8	\$ 3.800	\$ 30.400
Material 3	Manguera	metro	10	\$ 800	\$ 8.000
Material 4	Recipiente de agua	unidad	1	\$ 110.000	\$ 110.000
Material 5	Filtro de secado	unidad	1	\$ 18.000	\$ 18.000
Material 6	Arresta llamas	unidad	1	\$ 25.000	\$ 25.000
Material 7	Relé	unidad	1	\$ 10.000	\$ 10.000
Material 8	Fusibles	unidad	4	\$ 300	\$ 1.200
Material 9	Batería	unidad	1	\$ 180.000	\$ 180.000
Material 10	Perfil en L	metro	20	\$ 2.000	\$ 40.000
Material 11	Controles de voltaje	unidad	1	\$ 45.000	\$ 45.000
Material 12	Termómetro	unidad	1	\$ 45.000	\$ 45.000
Material 13	Cable vehicular	metro	30	\$ 300	\$ 9.000

Material 14	Manómetros	unidad	2	\$ 25.000	\$ 50.000
Material 15	Control de amperaje	unidad	1	\$ 145.000	\$ 145.000
Material 16	Caudalimetro	unidad	1	\$ 80.000	\$ 80.000
Material 17	Switch	unidad	1	\$ 12.000	\$ 12.000
Material 18	Repisa de soporte	metro cuadrado	3	\$ 15.000	\$ 45.000
Material 19	Soldadura	kilo	1	\$ 25.000	\$ 25.000
Material 20	Guías de Laboratorio	unidad	3	\$ 40.000	\$ 120.000
General Banco Didáctico					\$ 1.771.600

Generales	Detalle	Unidad de medida	Cantidad	valor unitario	Total
Fotocopias	Investigación	hoja	400	\$ 50	\$ 20.000
Impresiones	Artículos	unidad	500	\$ 100	\$ 50.000
Planos	Banco didáctico	juego	1	\$ 250.000	\$ 250.000
Horas de taller	Soldadura y ensamble	Horas	12	\$ 15.000	\$ 180.000
Horas de laboratorio	Inspección e instalación	Horas	4	\$ 25.000	\$ 100.000
Impresión de planos	Banco didáctico	plano	20	\$ 5.000	\$ 100.000
Impresión documentos	trabajo y anillado	hoja	300	\$ 150	\$ 45.000
Suministros de oficina		global	3	\$ 35.000	\$ 105.000
Transportes		unidad	100	\$ 1.700	\$ 170.000
Gastos Generales asociados al estudio					\$ 1.020.000

10. Bibliografía

1. Universidad de Antioquia. (2011). *Colombia una potencia en energías alternativas*. Recuperado 5 de septiembre, 2011, centro virtual de noticias: <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html>
2. Otero, Diego. (2011). Los costos de los energéticos en Colombia son los más altos del mundo. Recuperado 12 de septiembre, 2011, avanzar Colombia, Colombia: http://avanzarcolombia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=117:los-precios-de-los-energeticos-en-colombia-son-de-los-mas-altos-del-mundo&catid=25:colombia&Itemid=27
3. Fernández, J. (2010). Poder calorífico. Maquinas térmicas (capítulo 1). Universidad tecnológica nacional, regional Mendoza: ingeniería electromecánica.
4. Hidrogénesis. (2010). Publicaciones abiertas: *tablas de equivalencia 2001*. Zaragoza, España: el gran secreto del hidrogeno
5. INFRASAL. (2004). *HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL HIDROGENO*. Recuperado 15 de octubre, 2010, infrasal de el salvador: <http://infrasal.com>