

Feria Nacional de Innovación Educativa



Nivel Secundario -Modalidad: Técnico Profesional - Tecnología

Informe de Trabajo Titulo “**Ecomotor II**”.

Subtítulo: “Proyecto de Prototipo de un Sistema de Alimentación de hidrogeno aplicable a un motor de combustión interna estándar”

Fecha: 02 - 03 y 04/10/17

<u>Expositores:</u> MOHLINGER, Angel.	DNI N°	42.123.780
MULLER, Eliseo.	DNI N°	40.562.645

Alumnos
de
6to. Año:

APELLIDO Y Nombres	DNI N°
COTTO, Xiomara.	42.123.738
EULER, Ayrton.	42.123.734
EULER, Maximiliano.	40.562.648.
FERNANDEZ, Alan.	42.342.608
GOMEZ, Ezequiel.	40.989.551
GONZALEZ, Victoria.	42.314.986
HENDENREICH, Lautaro.	40.562.638
HERGENRETH, Lucas.	42.123.752
HERGENRETH, Luis.	41.123.720
KOHLMANN, Andrés.	42.346.125
MOHLINGER, Ángel.	42.123.780
MÜLLER, Eliseo.	40.562.645
MÜLLER, Francis.	42.236.045
PAPES, Mateo.	41.866.668
RAMOS, Tomas.	40.872.472
RAMINGER, Sabrina.	42.123.724
RAVASIO, Julián.	42.123.746
SITTNER, Francisco.	40.562.644
SITTNER, Leonel	41.866.657
VAIARINI, Jonathan.	42.123.728
WEISHEIM, Mauro.	42.601.180
ZEROLI, Paloma.	42.123.744
ZINOLA, Diego.	94.205.678

Profesor: PLAZA, Genaro. DNI N°27.609.366.

Asignatura: Operación, Mantenimiento y Ensayos de Equipos Electromecánicos.

Institución: Escuela de Educación Técnica N° 18 “General Manuel Nicolás Savio”
Urdinarrain, Gualaguaychú, Entre Ríos. (2826) epmn18@urdi.com.ar

Colaboración: Prof. VOLKER, Darío Reinaldo, DNI N° 23.386.768.-; (contenido electromecánico)

Prof. SCHMIDT, Matías, DNI N° 28779117; (procedimiento electromecánico)



INDICE

1. Introducción	5
1.1. Situación Problemática	6
1.2. Posibles Soluciones	7
1.3. Solución Propuesta	7
1.3.1. Objetivo General	8
1.3.2. Objetivos Especifico	8
1.4. Diagrama de Investigación	9
2. Marco Teórico	10
2.1. Definiciones	10
2.1.1. Calentamiento Global	10
2.1.2. Hidrogeno	15
2.1.3. Motor de Combustión Interna	16
2.2. Antecedentes	16
3. Desarrollo	17
3.1. Generadores de Hidrogeno	18
3.2. Motor a Combustión de Hidrogeno	19
3.3. Diagrama de Bloques	22
4. Resultados Obtenidos	23
4.1. Desarrollo del Ensayo	23
4.2. Discusión	24
5. Conclusiones	24
6. Proyección	25
7. Costos	26
8. Relación Costo-Beneficio	28
9. Bibliografía Consultada	30
10. Agradecimientos	32
Anexo. Planos. Diagrama de Gantt. Ficha de Seguridad del Hidrogeno.	



RESUMEN

Planteada la problemática de la *crisis ambiental*, analizando las amenazas que ésta representa, se desarrolló un motor de combustión interna que utiliza como combustible el hidrógeno en estado gaseoso, generado a través del proceso químico/físico denominado *electrólisis* (*electro*: electricidad; *lisis*: separación), tomando como punto de partida el agua, que a través de energía eléctrica aplicada a electrodos de una determinada forma separa la molécula del agua (H_2O).

Los dos componentes del agua, se utilizan en magnitudes *estequiométrica* para formar el carburante ideal, el cual es puesto a disposición de los picos inyectoros del equipo de 5ta generación de inyección electrónica de gas instalado en el motor. El carburante puesto en la cámara de combustión y reunido con la chispa eléctrica proporcionada por la bujía, libera la energía necesaria para el funcionamiento de un motor de combustión interna en forma normal.

Utilizando el equipo de inyección electrónica, propio del motor, se da marcha al motor utilizando el combustible fósil "nafta", pasando luego a utilizar un equipo de 5ta generación por inyección electrónica de gas, utilizando como combustible, Hidrogeno.

1. INTRODUCCION

El presente informe de trabajo intenta rescatar e ir más allá del desarrollo realizado con ECOMOTOR I.

Partiendo de la experiencia y el espíritu de trabajo en equipo, luego de lo descubierto en el proceso anterior, se decidió de común acuerdo desarrollar un proyecto de sistema aplicable a un motor a combustión interna estándar.

Desde el grupo de trabajo se cuenta con el apoyo de los docentes involucrados con el proyecto anterior y la colaboración de profesionales, vecinos que entre otras cosas nos permitieron acceder al motor en el cual se desarrollaron las prácticas, experiencias y mediciones.

Para el desarrollo del proyecto, el curso se dividió en 5 grupos de trabajo, cada grupo con tareas específicas y generales asignadas, además de un encargado de grupo por equipo y un encargado general del proyecto. A saber:

- Grupo N° 1: Encargado del motor.
- Grupo N° 2 Encargado del Sistema de Control
- Grupo N° 3 Encargado de los Generadores de Hidrogeno
- Grupo N° 4 Encargado del Chasis del Motor
- Grupo N° 5 Encargado de la Cabina de Seguridad.

Se destaca la cantidad de contenidos involucrados en la temática y, por otra parte, y no menos importante, la posibilidad de aprovechamiento de una energía alternativa que con su uso no genera impactos que afecten de manera negativa al ambiente.

Se integraron, en el proceso de trabajo, los contenidos propios de distintos espacios curriculares correspondientes a 6to año y años anteriores, entre ellos Operación, Mantenimiento y Ensayo de Equipos Electromecánicos; Proyecto Tecnológico; Tecnología de Control; Maquinas, Métodos y Control Dimensional del Procesamiento; Elementos de Máquinas y del Montaje de Equipos e Instalaciones Electromecánicas.

Los conocimientos adquiridos en el desarrollo del proyecto, son aún más profundos que los contemplados por el currículo normal de la Escuela, específicamente en las áreas disciplinares de química y mecánica.

1.1. SITUACION PROBLEMÁTICA

La contaminación ambiental, tiene como una de sus principales consecuencias el calentamiento global, causado por la inestabilidad del efecto invernadero, el cual, es hoy en día una amenaza a nivel mundial, ya que la inestabilidad de éste causa el aumento de la temperatura media anual, que trae consecuencias a nivel mundial.

Los principales subproblemas de esta problemática, son las emisiones de Dióxido de Carbono por la quema de combustibles fósiles, las emisiones de las concentraciones masivas de rumiantes y la deforestación dejando un exceso de CO₂ en la atmósfera.

El desarrollo del proyecto se baso en el principal subproblema causante de la inestabilidad del efecto invernadero, que son las emisiones de Dióxido de Carbono por la utilización de las energías fósiles.

El efecto invernadero es indispensable para que la vida pueda desarrollarse sobre la tierra, este es el encargado, a través de sus gases, de regular la temperatura media, manteniéndola en parámetros aptos para la vida.

El exceso de los GEI (Gases del Efecto Invernadero), es el causante de la inestabilidad del Efecto Invernadero, es decir, el exceso del principal gas del efecto invernadero, el CO₂ (Dióxido de Carbono), por la utilización de energía fósil, provoca que, en el planeta, quede almacenada más energía calórica de la debida, ya que el CO₂ tiene la capacidad de poder almacenar calor en su interior.

Otro de los causantes del calentamiento global, como ya se mencionó, es la deforestación, ya que, al haber menor cantidad de flora en el planeta, hay menos purificación del aire, lo que también contribuye al exceso de CO₂.

De ésta forma es que, en el planeta, a medida que el tiempo pasa, se va almacenando más energía, que llega desde el sol, de la debida, provocando la inestabilidad del efecto invernadero, el calentamiento global y por consiguiente la interrupción del normal desarrollo de la vida en el ecosistema.

La estabilidad del efecto invernadero se manifiesta cuando en la atmósfera se encuentra una relación de los Gases del Efecto Invernadero de diez mil (10.000.) moléculas de gases (oxígeno, nitrógeno, ozono, etc.) por cada tres (3) moléculas de

Dióxido de Carbono. Solo una molécula de más de Dióxido de Carbono por cada diez mil (10.000.-) de los gases restantes, causa efectos notables, significativos y nocivos en la superficie terrestre.

1.2 POSIBLES SOLUCIONES

- La utilización de motores de combustión interna de mayor eficacia, es decir, que sea óptimo el aprovechamiento de la energía fósil liberada en la combustión.
- La utilización de motores híbridos, como los motores eléctricos, los cuales no emiten contaminación al ambiente de manera directa.
- El remplazo de la energía fósil por la energía sustentable y renovable del Hidrogeno, la cual contempla viabilidad de implementación en la sociedad actual

1.3 SOLUCIÓN PROPUESTA

Evaluando posibilidades y tomando como base los temas desarrollados en el año escolar: termodinámica, combustibles, lubricantes, cargas eléctricas, circuitos de control, seguridad, etc., y contando con algunos conocimientos sobre características del gas “Hidrógeno”, fue diseñada, en el curso, la siguiente solución al problema antes planteado:

La utilización de gas Hidrógeno extraído del agua, a partir de una reacción química denominada “**electrólisis**”, como combustible en la maquina térmica “motor” que aprovecha la energía liberada por su combustión para transformarla en Energía Mecánica, siendo un medio efectivo que sustituye al combustible fósil y no emite CO₂ al ambiente, gas que agrava el calentamiento global.

Intentamos demostrar con nuestro proyecto que, esta solución es totalmente viable, en términos de implementación, para ser utilizada en la sociedad actual, dado que su fabricación y puesta en funcionamiento, sobre cualquier sistema electromecánico y/o mecánico que hoy día utiliza energía fósil, no contempla complejidad, ni elevados costos de implementación en comparación con los beneficios que este sistema trae consigo; a saber:

- ❖ Cero emisiones de Dióxido de Carbono al ambiente, lo que no da lugar a la contribución al calentamiento global.
- ❖ Mayor eficacia del sistema electromecánico y/o mecánico, ya que el Hidrógeno utilizado como combustible libera tres veces más energía que los combustibles fósiles.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

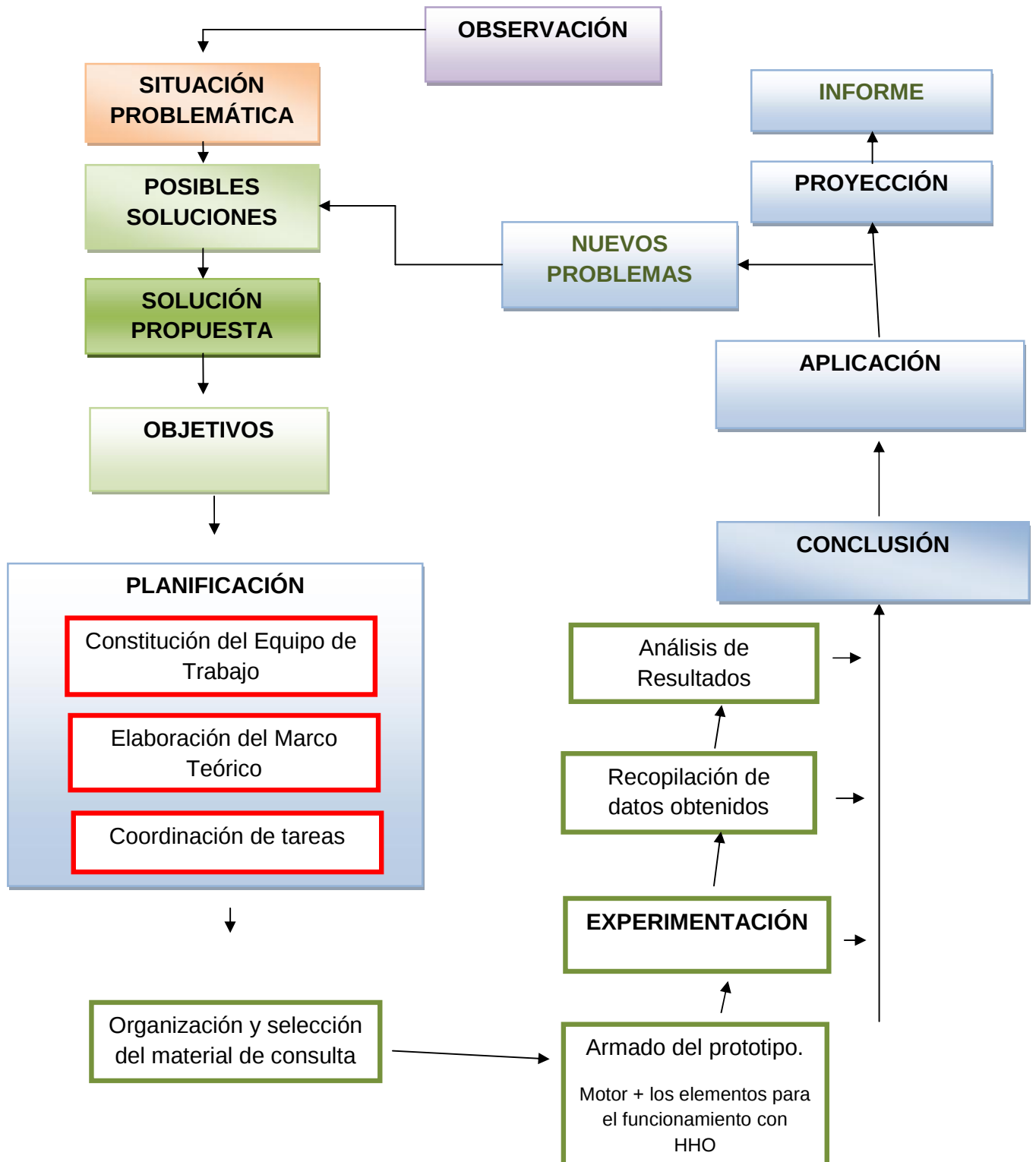
Diseñar, construir y poner en funcionamiento un proyecto de prototipo de sistema de alimentación de hidrógeno, aplicable a cualquier motor de combustión interna estándar, produciendo este combustible a través de una reacción química generada en el agua, con energía eléctrica proveniente del motor, para eliminar la fuente de emisión de dióxido de carbono al ambiente.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

El proyecto tiene como objetivos específicos los siguientes puntos:

- Diseñar, fabricar y poner en funcionamiento un generador de hidrógeno, con capacidad para abastecer un motor, con la energía eléctrica proveniente del motor.
- Adaptar, instalar, y poner a punto un sistema de inyección electrónica de 5ta generación de gas sobre el motor de combustión interna que integra el prototipo del proyecto.
- Combinar los dispositivos anteriores y montarlos sobre el motor, para mejorar el funcionamiento del mismo, comparado con su tradicional combustible.
- Diseñar y fabricar una cabina de ensayos, para garantizar las condiciones de seguridad en el desarrollo del prototipo, previniendo los posibles incidentes en los ensayos.
- Construir un sistema de mando a distancia para controlar el proyecto de prototipo, desde el exterior de la cabina de ensayos, durante las distintas pruebas.

1.4 DIAGRAMA DE INVESTIGACION



2. MARCO TEÓRICO

La siguiente compilación de temas refleja la secuencia de trabajo respecto del proyecto, en este apartado encontrara definiciones, antecedentes y parte de la evolución histórica relacionada con la propuesta. Cabe aclarar que uno de los criterios clave fue considerar la seguridad en la manipulación y el trabajo con los distintos componentes, en especial, con el hidrogeno, en Anexo, adjuntamos ficha de seguridad del gas y normas de manipulación del mismo.

El disparador, la contaminación ambiental, problema que significa una amenaza de nivel mundial, día a día, se agrava debido a que casi el total de las actividades que se desarrollan, emiten, según la magnitud de las mismas, contaminación al ambiente. Por otra parte, y teniendo en cuenta que en el país se declaró el “Año de las Energías Renovables”, en coincidencia con la preocupación del grupo de 6to año y la posibilidad de interactuar y vincular conocimientos en el ámbito de lo electro-mecánico, en una propuesta que mitigue en parte el calentamiento global y permita un medio motriz más económico.

2.1 DEFINICIONES

2.1.1 CALENTAMIENTO GLOBAL

El estilo de vida moderno trae aparejado un crecimiento exponencial y sostenido de la población urbana que no para de crecer. Esta sociedad moderna demanda una mayor cantidad de energía no sólo para satisfacer sus necesidades básicas como son la producción de alimentos, calefacción, iluminación o transporte sino también para la producción de un gran número de artículos que se utilizan a diario.

Éste aumento de actividad humana produce mayores cantidades de residuos y emisiones que afectan los ecosistemas y al medio-ambiente, se lo conoce como impacto ambiental.

A partir de la segunda mitad del Siglo XVIII (inicio de la Revolución Industrial), con la creación de la máquina de vapor y el carbón como principal fuente de energía que impulsa las líneas de producción.

Posteriormente el petróleo, más económico y más fácil de procesar se convierte en la principal fuente de energía y base del desarrollo de la civilización moderna. Hoy en día los “combustibles fósiles” (carbón, gas y petróleo) son utilizados para la generación de energía eléctrica en centrales termoeléctricas.

Esta quema de carbón y petróleo a escalas industriales producen un aumento sostenido de las emisiones de gases de Efecto Invernadero como el CO₂ a la Atmósfera.

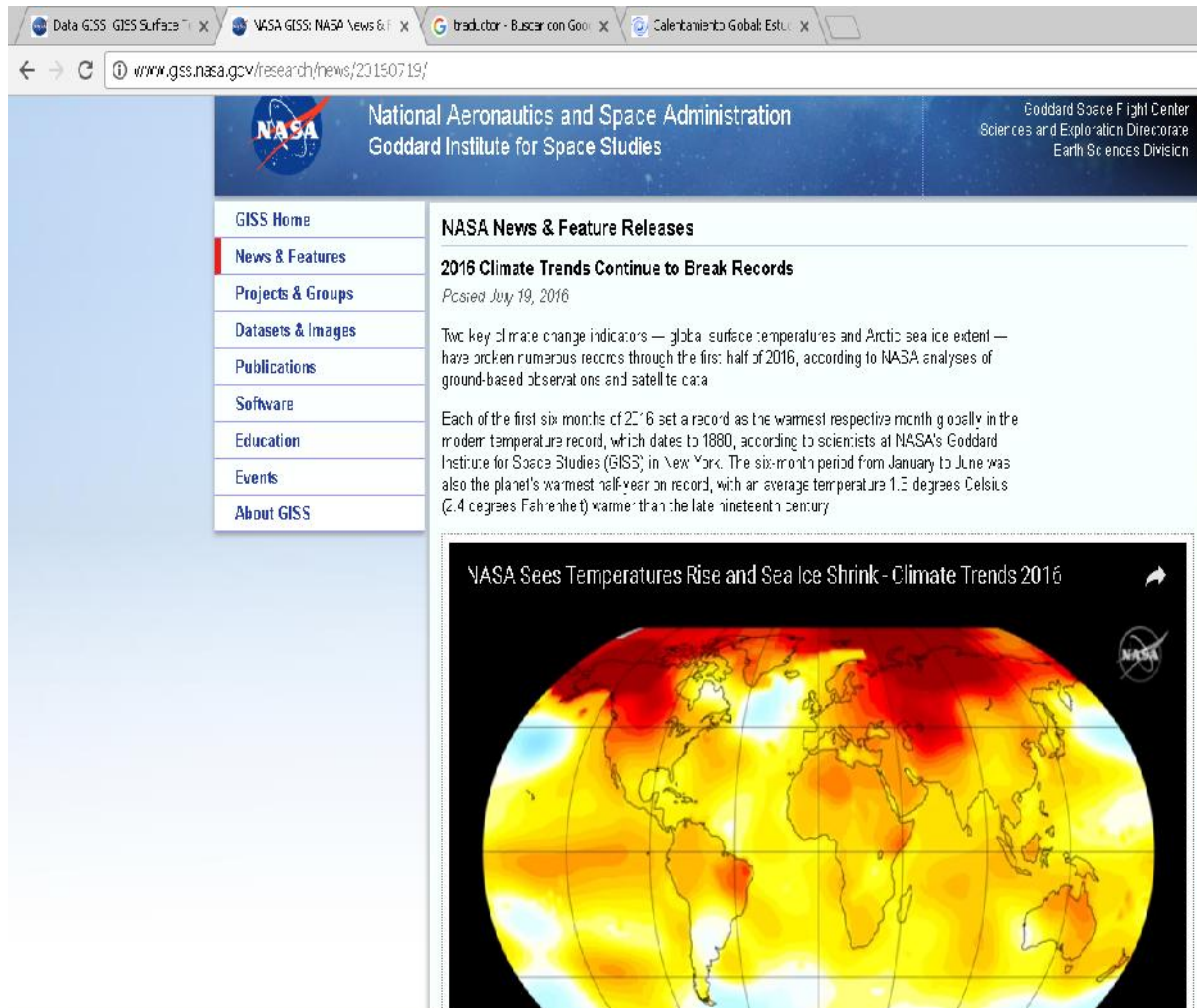
A través de diversas investigaciones a lo largo de las últimas décadas, la ciencia pudo determinar que el incremento de CO₂ en la Atmósfera tiene una estrecha relación con el aumento de la temperatura que se registra todo el mundo:

- En 1896, Svante Arrhenius calculó el efecto de la duplicación del Dióxido de Carbono atmosférico como resultado de un incremento de la temperatura de superficie de 5-6 grados Celsius.
- En 1938, el ingeniero británico, Guy Stewart Callendar presentó evidencia de que ambas, la temperatura y el nivel de CO₂ en la atmósfera se habían estado incrementando durante el último siglo, y argumentaron de que nuevas medidas espectroscópicas demostraron que el gas era efectivo en la absorción de infrarrojo en la atmósfera.
- En 1974, Manabe y Wetherald desarrollan un modelo matemático global del clima que proporcionó una representación casi exacta del clima de la época. El doble de la cantidad de CO₂ en el modelo de la atmósfera dio como resultado una subida de 2°C aprox.
- A mediados de la década de 1980, los núcleos de hielo perforados por un equipo franco-soviético en la Antártida mostraron que el CO₂ y la temperatura habían aumentado y disminuido simultáneamente en oscilaciones amplias a través de las edades de hielo pasadas. Esto confirmó la relación entre el CO₂ y la temperatura de manera totalmente independiente de los modelos climáticos generados por computadora y afirmando el consenso científico emergente.

El calentamiento global ya no es una suposición, es hecho verificado científicamente.

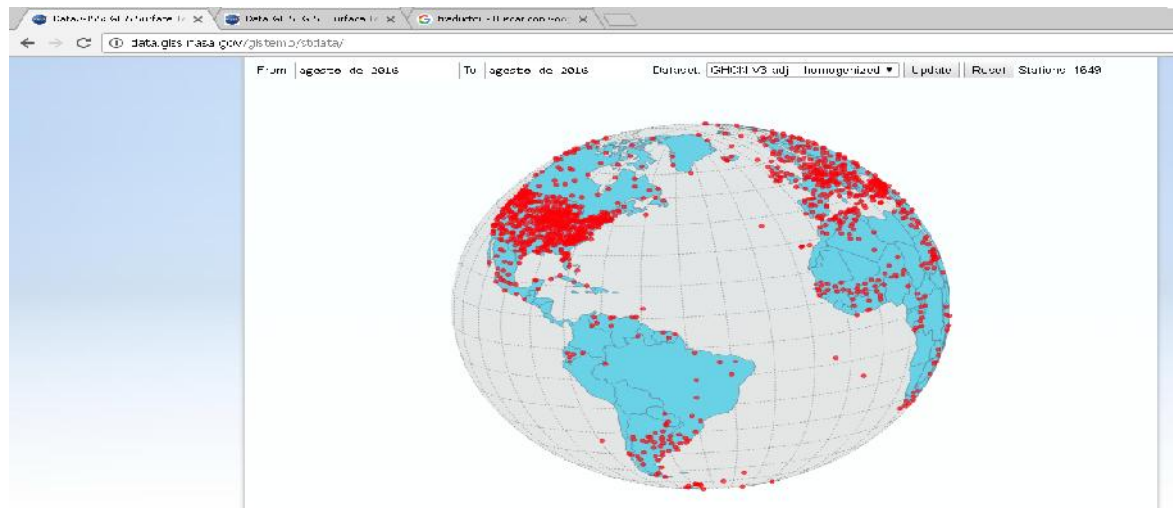
Por otro lado, está comprobado que se trata principalmente de un cambio causado por el aumento del dióxido de carbono en la atmósfera (CO₂). Las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera actual son las más altas que se han medido en 600.000 años. Los datos recopilados en la actualidad muestran que la temperatura ha aumentado 0,8°C desde principios del siglo XX y que la mayor parte del cambio ha sucedido en las últimas tres décadas.

Un informe de la NASA del 16 de Julio de 2016 afirma: “2016 Climate Trends Continues to Break Records” (2016 -“Las Tendencias Climáticas siguen Rompiendo Records”)

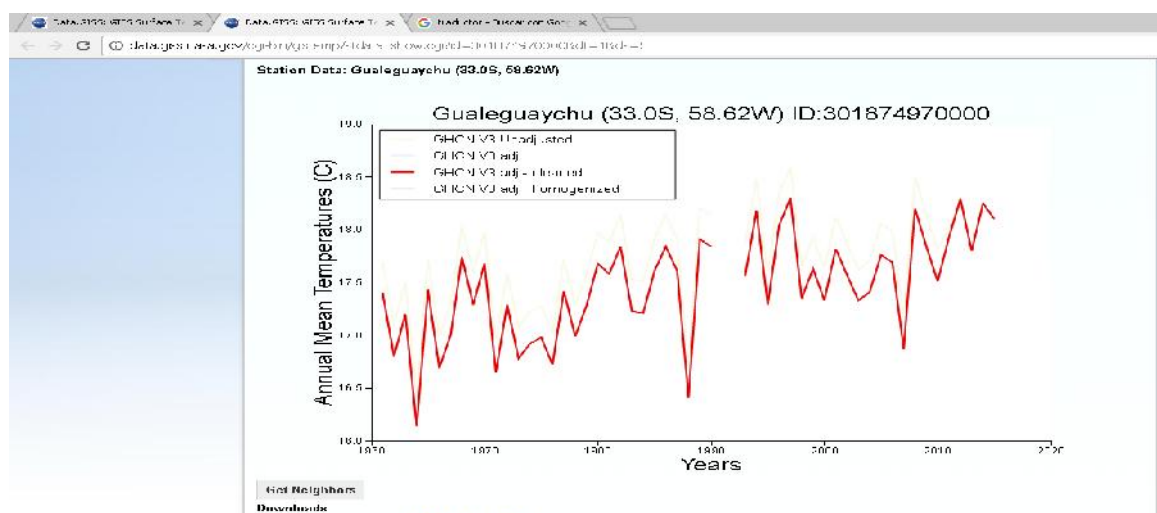


The screenshot shows a web browser window with the URL www.giss.nasa.gov/research/news/20150719/. The page header includes the NASA logo and the text "National Aeronautics and Space Administration" and "Goddard Institute for Space Studies". A sidebar on the left lists navigation links: "GISS Home", "News & Features", "Projects & Groups", "Datasets & Images", "Publications", "Software", "Education", "Events", and "About GISS". The main content area is titled "NASA News & Feature Releases" and features the article "2016 Climate Trends Continue to Break Records", dated July 19, 2016. The article text states: "Two key climate change indicators — global surface temperatures and Arctic sea ice extent — have broken numerous records through the first half of 2016, according to NASA analyses of ground-based observations and satellite data. Each of the first six months of 2016 set a record as the warmest respective month globally in the modern temperature record, which dates to 1880, according to scientists at NASA's Goddard Institute for Space Studies (GISS) in New York. The six-month period from January to June was also the planet's warmest half-year on record, with an average temperature 1.3 degrees Celsius (2.4 degrees Fahrenheit) warmer than the late nineteenth century." Below the text is a large image of a globe showing temperature anomalies, with the title "NASA Sees Temperatures Rise and Sea Ice Shrink - Climate Trends 2016".

En la actualidad, organismos internacionales como la NASA o el “Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático” (entre otros), están monitoreando las temperaturas de todo el mundo a través una red de estaciones meteorológicas con el fin de determinar por medio de modelos matemáticos las consecuencias de estos cambios a nivel global.



En nuestra región estas mediciones también muestran un incremento en las temperaturas medias:



Estudiando y teniendo como base lo antes expresado, se llegó a la certeza de que una de las principales causas del calentamiento global, es la utilización de combustibles fósiles en reiterados sistemas electro-mecánicos, los cuales brindan a la sociedad actual múltiples beneficios.

Estudios científicos del “Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático” aseguran, que la principal causa del calentamiento global se debe al aumento de los gases del efecto invernadero. La causa de este aumento nocivo, se radica principalmente en la quema de combustibles fósiles, y en segundo plano, en la deforestación.

El efecto invernadero es un proceso natural, necesario para la vida humana en el planeta, el cual, a través de sus gases, regula la energía que llega desde el sol a la superficie, absorbiendo el calor y manteniendo la temperatura media estable, posibilitando así la vida.

El uso de la máquina térmica “motor” que, a través de la quema de combustibles fósiles, transforma la energía térmica liberada por la combustión en mecánica, es una de las principales causas de emisiones de algunos de los gases del efecto invernadero (Dióxido de Carbono, Ozono, Vapor de H₂O, Metano, Óxido Nitroso, etc.) y consecuentemente provocando el exceso de los mismos, provocando la inestabilidad climática.

El calentamiento global, actualmente está producido por la inestabilidad del efecto invernadero, debido al exceso de los gases que lo componen. En los últimos 30 años, debido a este fenómeno, hubo un incremento de la temperatura media de más de 0,8°C, y según cálculos de científicos abocados al tema, si las emisiones de estos gases continúan en el mismo grado de la actualidad, en corto plazo, la fluctuación de temperatura podría ser aún más grave.

Las consecuencias del calentamiento global, no son causadas por la inestabilidad del efecto invernadero, sino también la amplia gama de otros tipos de contaminaciones que existen. Estas son:

1. Aumento del nivel del mar: Este ha aumentado 17 centímetros en el siglo XX; lo que significa casi el doble del nivel del siglo pasado.
2. Aumento de la temperatura global: Las tres reconstrucciones más importantes de la temperatura global terrestre muestran que la Tierra se ha calentado desde 1880.

3. Los océanos se calientan. Estos han absorbido la mayor parte del aumento de calor.
4. Las placas de hielo disminuyen. Las placas de Groenlandia y la Antártida han disminuido en masa.
5. Los hielos del Ártico disminuyen. La extensión y grosor del hielo ártico ha disminuido rápidamente en las últimas décadas.
6. Retroceso de glaciares. Los glaciares en todo el mundo están retrocediendo, incluyendo los Alpes, Himalaya, Andes, Alaska, África y otros lugares.
7. Eventos meteorológicos extremos. La cantidad de eventos de temperaturas extremas de calor en los EE.UU. han aumentado, mientras que los eventos de extremo frío han disminuido desde 1950.
8. Acidificación de los Océanos. Desde el inicio de la Revolución Industrial la acidez de las aguas superficiales de los océanos ha aumentado en un 30%.

2.1.2 HIDROGENO

El gas hidrogeno es un gas incoloro, incoloro, insípido y muy volátil, es el elemento 1 de la tabla periódica de los elementos, reúne características muy particulares, por lo cual no se encuentra comprendido dentro de ningún grupo en particular.

Las características del gas en cuestión antes expresadas hacen del manejo del mismo una cuestión muy rigurosa y estricta, dado su alto grado de explosividad y facilidad de fuga en el almacenamiento, ya que el gas hidrogeno por su alta volatilidad tiene la capacidad de fugarse por la estructura molecular de los materiales.

El alto grado de energía liberado en la combustión del hidrogeno y la facilidad de su obtención mediante la reacción química electrolisis en el agua, hacen de este gas un muy buen combustible para los motores de combustión interna a fin de no emitir residuos contaminantes al medioambiente.

Para el manejo de hidrogeno se debe de tener en cuenta su bajo peso atómico, que es menor que el del aire, por lo tanto, siempre tiende a subir, es así que en una eventual fuga de hidrogeno, este gas se almacenara en la parte superior del espacio en donde se produzca la fuga.

La descomposición de la molécula del agua a través de electrolisis deja como resultado un gas que se denomina HHO o bien, "Gas de Brown". Este gas está compuesto por 2 átomos de hidrogeno y 1 átomo de oxigeno, lo cual es una proporción estequimétrica para la combustión. Cuando el Gas de Brown se encuentra almacenado, solo le falta la cuota de calor necesaria para igniciarlo para que se vea producida la combustión.

Para proceder en el desarrollo del proyecto se toma como premisa las seguridades y cuidados del gas hidrogeno, del cual se encuentra anexada la ficha de seguridad. El proceder se realiza utilizando siempre los elementos de seguridad, utilizando ropa adecuada de seguridad, manteniendo el orden y la limpieza, la seriedad, el criterio y el profesionalismo.

La energía liberada por gramo de combustión de nafta es de 49 kilojulios y la cantidad de energía liberada por gramos de combustión de hidrogeno es de 142 kilojulios.

2.1.3 MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

Un motor de combustión interna es una maquina térmica que genera trabajo mediante la combustión, dentro de sí misma, de un combustible y un comburente.

En el caso del prototipo en desarrollo por el proyecto, se trata de un motor con inyección electrónica, es decir, la admisión de combustible a la cámara de combustión y el tiempo de chispa, es controlada por un software que lee las señales arrojadas por los distintos sensores ubicados en diversas partes del motor, que toman valores de distintos parámetros esenciales del motor; de acuerdo a los valores tomados por el software, administra la inyección de combustible, y el momento de ignición, para que la reacción de combustión se produzca de la manera más adecuada.

2.2 ANTECEDENTES

En el año 2016 se desarrolló un trabajo vinculado con el desafío de hacer funcionar un motor mono cilíndrico a carburación de 110 cc, a plena combustión de gas hidrogeno, después de varios ensayos y experimentos se logró con éxito el propósito inicial.

El actual proyecto implica ir más allá de lo alcanzado en el 2016, sobre la base de los conocimientos adquiridos, ampliando y rediseñando los principios orientadores del mismo, comprende la generación, en simultaneo al consumo del gas hidrogeno, de nuevo

combustible a través de la corriente eléctrica del motor, en formato de circuito cerrado, a partir de la reacción química “Electrolisis”

3. DESARROLLO

Del análisis del Marco Teórico y mediante la búsqueda de una solución desde el aspecto electromecánico, fortaleza de contenidos en relación a la orientación de estudios que comprende al grupo, la preocupación por el calentamiento global y más precisamente a una de sus causas, tal como lo es la inestabilidad del efecto invernadero, se llegó a la certeza de que el principal problema es la emanación de toxinas por la quema de combustible fósiles, donde se empezó a plantear la idea de que el motor por combustión de hidrogeno, sería una de las soluciones a uno de los principales problemas a nivel mundial, ya que la combustión de una mezcla estequimétrica entre hidrogeno y oxígeno, dejaría como residuo al ambiente agua totalmente reutilizable.

A partir de este punto surge la propuesta de este proyecto; utilizando como base la indagación científica antes desarrollada, basándose en el objetivo de desarrollar una de las posibles soluciones a la crisis ambiental, tomando como experiencia el prototipo desarrollado antes, en el 2016, ya conociendo empíricamente las complicaciones que proporcionan las características del gas y yendo más allá en el estudio del funcionamiento del motor a combustión interna.

El desafío llevado adelante en el proceso de trabajo y estudio que se presenta en este informe es un Proyecto de Prototipo de un Sistema de Alimentación de Hidrogeno aplicable a un motor de combustión interna estándar.

Para el pleno funcionamiento del motor a gas Hidrogeno, se necesitan que las proporciones de Hidrogeno-Oxígeno sean estequiométricas, es decir, que sigan las indicaciones del triángulo del fuego, la cantidad de comburente y combustible indicadas de acuerdo a las características físicas propias de ambos, para que reunidos con una cantidad de calor indicada por el punto de ignición del combustible se vea producida la combustión.

Ambos gases, combustible y comburente, Hidrogeno y Oxígeno, son extraídos de la molécula del agua a través de su disociación mediante la reacción química “electrolisis” (electro – electricidad, lisis – separación). La reacción química electrolisis se produce, introduciendo ánodos y cátodos, energizados, dispuestos de determinada forma, siendo que el Hidrogeno se acumula en los cátodos y el oxígeno en los ánodos; esto sucede porque el átomo de hidrogeno tiene por naturaleza características electropositivas, por lo

tanto se dirige al electrodo negativo, ya que los polos opuestos se atraen; de la misma forma sucede con el oxígeno, por naturaleza tiene características electronegativas, por lo tanto se dirige al electrodo positivo. El conjunto de ánodos y cátodos dispuestos para la descomposición de la molécula el agua se denomina “Generador de Hidrogeno”

3.1 GENERADORES DE HIDROGENO

Cabe aclarare que existen diversos tipos y formas de obtener Hidrogeno, y la forma anteriormente expuesta, fue la elegida por el alto grado de viabilidad que tiene respecto al prototipo pensado.

El generador de Hidrogeno que integra el prototipo desarrollado por el curso, consta de la siguiente configuración: 1 cátodo, 9 neutros, 1 ánodo, 9 neutros, 2 cátodos, 9 neutras, 1 ánodo, 9 neutras, 2 cátodos, 9 neutras, 1 ánodo, 9 neutras, 1 cátodo, como se detalla en el plano adjunto.

El generador de Hidrogeno es alimentado por un Modulador de Onda (PWM), el cual toma la energía eléctrica proporcionada por la batería del motor, (12 Volts, Corriente Continua) y transforman la onda de corriente continua, a onda de tipo cuadrada, favoreciendo la descomposición de la molécula del agua.

El generador de Hidrogeno tiene su punto de funcionamiento eficaz y este se haya cuando se disponen entre los electrodos una tensión de 1,48 Volts con una onda de tipo cuadrada, como la que proporciona el PWM.

La eficiencia de la generación de hidrogeno, radica en algunos parámetros fundamentales, a saber: la superficie de contacto de los electrodos con el agua, la corriente eléctrica que circula por el agua, la diferencia de potencial eléctrico que es aplicada entre electrodos y el tipo de onda de la corriente proporcionada al generador.

La batería que alimenta los generadores es recargada por el alternador del motor, el cual esta acoplado al cigüeñal del motor

El generador de Hidrógeno esta en paralelo a un almacenamiento, el cual almacena una pequeña cuota del gas producido. Este sistema cuenta con un presostato, que corta la generación de Hidrógeno, al llegar el almacenamiento a contener dos (2) bares de presión. También cuenta con un barómetro que permite observar la presión existente en todo momento dentro del almacenamiento. El presostato solo administra la señal de corriente eléctrica que energiza las bobinas de los relees propios de cada generador; por los contactos principales de los relees, circula la corriente que alimenta los generadores.

Continuando con la indagación científica, se llegó a saber que si en el generador se hace una solución de agua desmineralizada e Hidróxido de Sodio (soda caustica) en una relación de: una (1) parte de Hidróxido de Sodio cada cien (100) partes de agua desmineralizada, la generación de Hidrógeno es más eficaz, dado que el agua aumenta su conductividad eléctrica y favorece la circulación de la corriente, por lo tanto, favorece la reacción química y vuelve más eficaz la generación.

3.2 MOTOR A COMBUSTION DE HIDROGENO

Los parámetros termodinámicos estandarizados de un motor común comienzan a variar si se le fluctúa el combustible que utiliza ese motor. En el caso de cambiar en un motor su combustible “nafta” por “Hidrógeno” el calor generado es mayor, debido a que el poder energético del Hidrógeno está por sobre el de la nafta, siendo así que las dilataciones y parámetros termodinámicos que fueron contemplados en la fabricación del motor ya no son los mismos.

El motor utilizado en el prototipo desarrollado es una máquina de ciclo Otto, de cuatro cilindros, con admisión de combustible a través de inyección electrónica, es decir, la nafta es succionada del tanque de combustible por una bomba que genera una presión de 3 bares y deja el combustible a disposición de los picos inyectores, que al recibir una señal eléctrica que proporciona la central de control del sistema, inyecta el combustible pulverizado en el conducto de admisión. Al abrirse la válvula de admisión, el combustible pulverizado en conjunto con la cantidad de aire necesaria, entra en la cámara de combustión, que con la chispa eléctrica que produce la bujía propia del motor, se ve producida la combustión.

La central de control del sistema, administra dos parámetros fundamentales del motor, la chispa eléctrica de las bujías en la cámara de combustión y el momento de apertura e inyección de los picos inyectores como la duración de mencionada apertura. De esta manera, la central de control, maneja la aceleración del motor, siempre en su punto más eficaz, es decir, el sistema censa distintos parámetros, y modifica las inyecciones y tiempos de chispas, buscando siempre que la combustión sea lo más cercana a la perfección.

En el normal funcionamiento de un motor, la ignición del combustible se produce pocos grados de rotación de cigüeñal antes de que el embolo llegue al punto muerto superior (PMS), siendo esos grados, dependiente del tiempo de propagación de llama propio de cada combustible, si la chispa se produce con demasiada anterioridad a que el

pistón llegue a su PMS, se produce la denominada detonación, que produce un cabeceo del embolo en el cilindro que se traduce a vibraciones, causando una anomalía en el tradicional sonar del motor, además de la ineficacia de la combustión y el funcionamiento del motor, tal es así, que la central de control, censa, a través de un piezo eléctrico dispuesto en el block del motor, las vibraciones y detecta de esta forma las detonaciones, corrigiendo el tiempo de chispa para que estas no se produzcan, siendo de esta manera que el motor desarrolla su combustión en los distintos estadios que desarrolla y esfuerzos a los que es sometido de la manera más eficaz.

Además, la central de control, a través de distintos sensores, toma distintos parámetros para poder observar el funcionamiento del motor como también para detectar averías. Algunos de los parámetros que censa son: rotación del cigüeñal, cantidad de oxígeno en el escape, temperatura del refrigerante, temperatura del aire de admisión, presión en la admisión. Todos los valores de los parámetros censados, como las averías detectadas por la central de control pueden ser observados a través de la conexión a la central de control de un software ejecutado en una PC, Notebook, Etc.

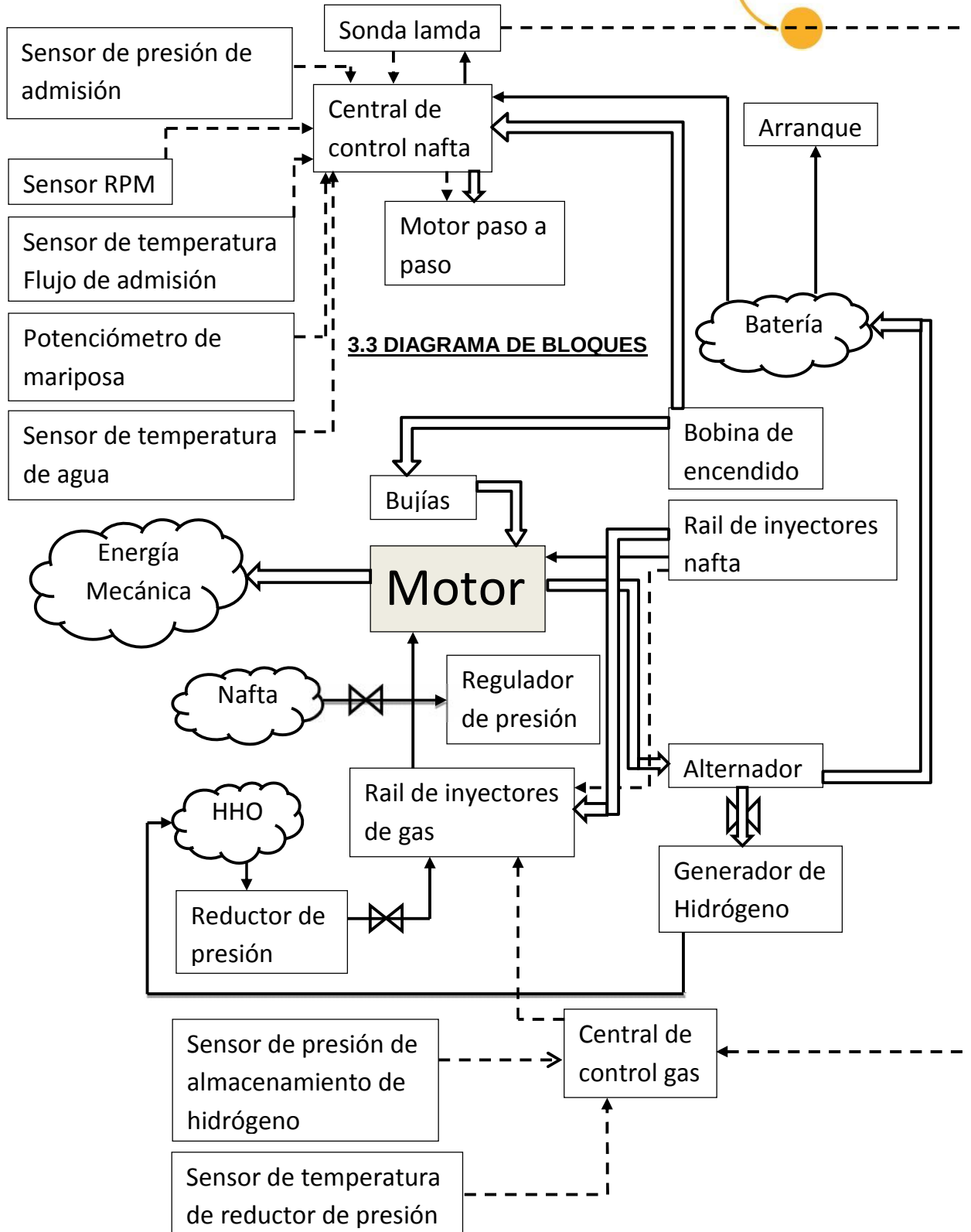
Para el funcionamiento del motor a gas hidrogeno, se le instalo un equipo de 5ta generación de inyección electrónica de gas, el cual cuenta con 4 inyectores adicionales, que son controlados por una central de control adicional; esta central toma el pulso de inyección de los picos inyectores de nafta, la presión de gas almacenada, la presión de vacío en la admisión y cuando el refrigerante del motor se encuentra a la temperatura testada en la central de control a través del software, con la presión mínima de almacenamiento indicada y el operador lo dispone comienza a inyectar gas a la admisión y suspende la inyección de nafta.

El combustible generado, Hidrogeno, se almacena en un receptáculo de polietileno diseñado por el curso, que está conectado al sistema de inyección de gas; cuando este se encuentra cargado a una presión de 3 bares, se opera para que el motor comience a funcionar a plena combustión de este gas.

Cuando el motor comienza a utilizar gas hidrogeno en la combustión se acciona un “Variador de Tiempo de Chispa Electrónico” que opera sobre el software de inyección para modificar el tiempo de chispa y retrasarlo. Esto se debe a que el tiempo de propagación de llama del Hidrogeno en la combustión es menor al de la nafta. Al ser más rápida la combustión del gas hidrogeno, para evitar detonaciones, y explosiones fuera de control en la admisión, es necesario que el embolo se encuentre más cerca del “Punto Muerto Superior” al momento de la combustión.



El ensayo del prototipo se realiza dentro de la cabina de seguridad diseñada y construida con los criterios para tal fin, de la cual se encuentra el plano adjunto. La cabina de seguridad está equipada por un sistema de mando a distancia que permite ensayar el prototipo desde el exterior, resguardando así a los operarios de cualquier accidente que pudiera llegar a ocurrir durante el ensayo. Esta cabina cuenta además con las instalaciones necesarias para realizar mantenimiento, reparaciones o modificaciones sobre el prototipo, además de la pertinente instalación lumínica. La cobertura superior de la cabina esta equipada con un extractor de aire conectado al exterior del taller, el cual extrae las atmosferas de gas hidrógeno ante una eventual fuga.



Flujo de información - - ->
Flujo de materia ->
Flujo de algo

Elementos con fuentes determinadas
Válvula 
Flujo de energía 

4. RESULTADOS OBTENIDOS

En este proyecto, se obtuvo como resultado, el pleno funcionamiento de un motor de ciclo Otto de cuatro cilindros de 1400 cc con un aporte del 30 % de gas hidrogeno extraído en simultaneo al consumo a través de la reacción química electrolisis mediante la descomposición de la molécula del agua, es decir, cada cilindro utiliza un 70 % de combustible fósil nafta y un 30 % de combustible hidrogeno, reduciendo de esta manera, la emisión de dióxido de carbono al medioambiente significativamente.

Para llegar a obtener estos resultados se conjugaron otros resultados obtenidos, a saber:

- La fabricación, prueba y puesta en funcionamiento de cuatro generadores de hidrogeno eficaces.
- La fabricación de un almacenamiento para el gas producido.
- La instalación de un equipo de inyección electrónica de gas de 5ta generación.

4.1 DESARROLLO DEL ENSAYO

Se procedió a diferentes ensayos del prototipo y los desarrollos fueron los siguientes:

1. Con la puesta en funcionamiento del generador de hidrogeno durante 3 minutos se obtuvo en el almacenamiento una presión de 3 bares, por lo cual se procedió a desactivar la generación de hidrogeno y dar marcha al motor; luego de corroborar a través del scanner que todos los parámetros de inyección sean los correctos y que no arroje dato de avería alguna, se procedió a activar nuevamente la generación, y a dar aporte de gas al motor, aportando un 30 % de combustible hidrogeno a cada cilindro, quedando el restante 70 % a plena combustión de nafta, proporción en la cual la generación abastece al consumo. Este ensayo se realizó con una configuración en los generadores de 1 cátodo, 3 neutros, 1 ánodo, 3 neutros, 2 cátodos, 3 neutros, 1 ánodo, 3 neutros, 1 cátodo, con una solución de electrolito de 2 partes de hidróxido de sodio por cada 100 partes de agua y una tensión aplicada de 12 volts de corriente continua.
2. Energizando los generadores con una tensión de 24 volts de corriente continua, una solución de electrolito de 10 partes de hidróxido de sodio por cada 100 partes de agua, con una configuración de 1 cátodo, 7 neutros, 1 ánodo, 7 neutras, 2 cátodos, 7 neutras, 1 ánodo, 7 neutras, 1 cátodo, se llegó a obtener 2 bares de gas almacenado en 50

segundos, alimentando el motor en un 35 % con combustible hidrogeno, abasteciendo el resto de la alimentación con nafta. El motor no desarrolla sus normales estadios de marcha por falta de trabajo en el mapa de inyección de gas.

4.2. DISCUSIÓN

Se deduce de estos ensayos que el motor no desarrolla su funcionamiento a plena combustión de gas Hidrógeno por falta de capacidad de generación, por lo tanto, es necesario optimizar el funcionamiento de los generadores, a fin de aumentar la generación de Hidrógeno para obtener mayor capacidad de aporte, como también es necesario investigar para mejorar la relación existente entre el consumo de los generadores y la generación de Hidrógeno. Realizadas estas correcciones en el sistema el motor se desarrollaría plenamente a combustión de hidrogeno.

Estos ensayos confirman que los materiales convencionales de un motor común son capaces de soportar la explosión producida por el Hidrógeno, si bien la vida útil del motor disminuye porque no están contemplados esos parámetros en la fabricación.

Es necesario trabajar sobre los parámetros que se disponen en el mapa del software de inyección de gas, a fin de optimizar las condiciones de inyección de gas, para poder llegar al correcto funcionamiento del motor con este combustible.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos arrojaron dos conclusiones significativas:

- El sistema desarrollado por este proyecto es totalmente viable para la implementación sobre un automóvil
- La implementación del sistema desarrollado en este proyecto para la utilización de gas hidrogeno como combustible en la línea automotriz, aportaría una gran ayuda a la solución de la inestabilidad del efecto invernadero que es la principal causa de la crisis medioambiental que amenaza hoy en día al mundo, ya que, la emisión de dióxido de carbono se reduce por el menor porcentaje de utilización de energía fósil en la combustión. El porcentaje de alimentación de hidrogeno en la combustión del motor, es eliminado como vapor de agua libre de contaminación.

Los objetivos específicos planteados fueron logrados:

- Se diseño, fabrico y puso en funcionamiento un generador de hidrogeno alimentado de corriente eléctrica proveniente del motor con la capacidad de aportar gas al motor.
- Se instalo de manera correcta y funcional un equipo de 5ta generación de inyección electrónica de gas sobre el motor de combustión interna que integra el prototipo.
- Se construyo una cabina de seguridad con los criterios correspondientes para el trabajo con hidrogeno con la posibilidad de ensayar el prototipo desde el exterior a través de un sistema de mando a distancia.
- Fue posible combinar todos los elementos antes mencionados para desarrollar los correspondientes ensayos al prototipo.

6. PROYECCION

1. Para el funcionamiento pleno del motor a combustión de hidrogeno se debe dar más eficacia a los generadores, de manera tal, que el consumo eléctrico de los mismos sea capaz de solventarlo con la corriente producida por el alternador del motor, produciendo suficiente gas para alimentar el motor.

Para llegar a dar más eficiencia a los generadores se debe trabajar sobre los siguientes puntos:

- Aumentar el voltaje aplicado
 - Aumentar los electrodos neutros en los generadores
 - Investigar sobre la tensión eficaz para la descomposición de la molécula de agua.
2. Es necesario trabajar sobre el mapa de inyección de gas, a fin de optimizar de manera eficaz los parámetros ahí testeados.

7. COSTOS

Grupo N° 1 Encargado del "Motor"				
Materiales	Medidas	Cantidad Metros/Uni/ Lts	Precios por Metro/Unidad/Kilo	Total
Bomba de Combusti. Univer.	3 Bar	1	\$ 690,00	\$ 690,00
Motor de Arranque	Motor Fiat Uno	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
Bujias	Motor Fiat Uno	4	\$ 50,00	\$ 200,00
Inyectores Nafta	Motor Fiat Uno	4	\$ 880,00	\$ 3.520,00
Alternador	120 Amperes	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
Mariposa Acelerador	Motor Fiat Uno	1	\$ 7.800,00	\$ 7.800,00
Sensor RPM	Motor Fiat Uno	1	\$ 860,00	\$ 860,00
Escape	Motor Fiat Uno	1	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
Tanque	Motor Fiat Uno	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
Radiador	Motor Fiat Uno	1	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
Cables Bujias	Motor Fiat Uno	4	\$ 145,00	\$ 580,00
Equipo GNC	5ta Generacion	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
Mangueras Radiador	Motor Fiat Uno	2	\$ 338,00	\$ 676,00
Aceite	20 W 50	4	\$ 90,00	\$ 360,00
Filtro de Aceite	Motor Fiat Uno	1	\$ 620,00	\$ 620,00
Filtro de Aire	Motor Fiat Uno	1	\$ 90,00	\$ 90,00
Reg. Pres. Combust. Universal	1 a 6 Bares	1	\$ 440,00	\$ 440,00
Valvula Arrestallama	Oxigeno	3	\$ 200,00	\$ 600,00
Silenc	8600	2	\$ 200,00	\$ 400,00
Motor Combustion Interna	1.4 cc 4 Cil. Fiat Fire	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
Total				\$ 67.636,00

Grupo N° 2 Encargado del "Sistema de Control"				
Materiales	Medidas	Cantidad Metros/Uni/ Lts	Precios por Metro/Unidad/Kilo	Total
Controlador Remoto	-----	1	\$ 500,00	\$ 500,00
Cable	2,5 mm2	10	\$ 7,00	\$ 70,00
Caja Exterior Plastica	300 X 300 mm	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Prensacable	2,5 mm2	2	\$ 6,00	\$ 12,00
Terminales	5 Amperes tipo Pala	20	\$ 8,00	\$ 160,00
Total				\$ 942,00

Grupo N° 3 Encargado del "Generador de Hidrogeno"				
Materiales	Medidas	Cantidad Metros/Unidades	Precios por Metro/Unidad/Kilo	Total
Cable	2,5 mm2	10	\$ 7,00	\$ 70,00
Chapas Acero Inox. 316L	120 X 120 x 1,2 mm	93	\$ 24,00	\$ 2.232,00
Hierro Angulo	1' X 1' X 3/16'	53	\$ 6,00	\$ 318,00
Varilla Roscada	3/8	7	\$ 30,00	\$ 210,00
Tuerca	3/8	40	\$ 1,00	\$ 40,00
Mod. Por Ancho de Pulsos	Robusto	4	\$ 400,00	\$ 1.600,00
Grilon	120 X 120 X 8 mm	8	\$ 400,00	\$ 3.200,00
Conector Rapido	1/4	15	\$ 30,00	\$ 450,00
Conector tipo T	1/4	3	\$ 30,00	\$ 90,00
Manguera de Combustible	1/4	10	\$ 17,00	\$ 170,00
Terminales	20 Amperes	40	\$ 8,00	\$ 320,00
Total				\$ 8.700,00

Grupo N° 4 Encargado del "Chasis del Motor"				
Materiales	Medidas	Cantidad Metros/Uni/ Lts	Precios por Metro/Unidad/Kilo	Total
Caño Estructural	1' X 1' X 1/8'	18	\$ 13,00	\$ 234,00
Planchuela	2' X 3/16'	0,8	\$ 70,00	\$ 56,00
Ruedas Locas con Freno	100 mm de Diametro	4	\$ 150,00	\$ 600,00
Tornillos, Tuerca, Arandela	3/8' X 1 1/2'	50	\$ 4,00	\$ 200,00
Pintura	----	1	\$ 173,00	\$ 173,00
Total				\$ 1.263,00
Total a afrontar				\$ 1.263,00

Grupo N° 5 Encargado de la "Cabina de Seguridad"				
Materiales	Medidas	Cantidad Metros/Unidades	Precios por Metro/Unidad/Kilo	Total
Hierro en angulo	1'x1'x1/8'	42	\$ 26,50	\$ 1.113,00
Hierro en angulo "T"	1'x1'x1/8'	9	\$ 60,00	\$ 540,00
Planchas de chapadurlo	100 x 120 x 0,03 Cm	11	\$ 50,00	\$ 550,00
Tornillos	8'	20	\$ 1,20	\$ 24,00
Tarugos	8'	20	\$ 1,20	\$ 24,00
Arandelas	8'	20	\$ 150,00	\$ 3.000,00
Remaches	5mm x 10mm	200	\$ 1,00	\$ 200,00
Maples de huevos	comunes	216	\$ 1,00	\$ 216,00
Acrilico	80cm x 1m- 80cm x 50cm	1	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
Caja Rectangular	Convencional	2	\$ 8,00	\$ 16,00
Caja Octogonal	Convencional	1	\$ 8,00	\$ 8,00
Interruptor	Un punto, Para bastidor	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Porta Lampara	Plastico	1	\$ 22,00	\$ 22,00
Toma Corriente	Para Bastidor Binorma	2	\$ 11,00	\$ 22,00
Caja Tablero	Para Disyuntor y Termica	1	\$ 153,00	\$ 153,00
Llave Termomagnetica	25 A	1	\$ 70,00	\$ 70,00
Cable	2,5 mm2	10	\$ 7,00	\$ 70,00
Disyuntor Diferencial	40 A	1	\$ 600,00	\$ 600,00
Bastidor	Convencional	1	\$ 6,00	\$ 6,00
Modulo Ciego	Para Batidor	1	\$ 2,00	\$ 2,00
Insumos Metalurgicos	Discos, Mechas, Gas	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
Total				\$ 12.648,00

			TOTAL	\$ 91.189,00
--	--	--	--------------	---------------------

8. RELACION COSTO-BENEFICIO

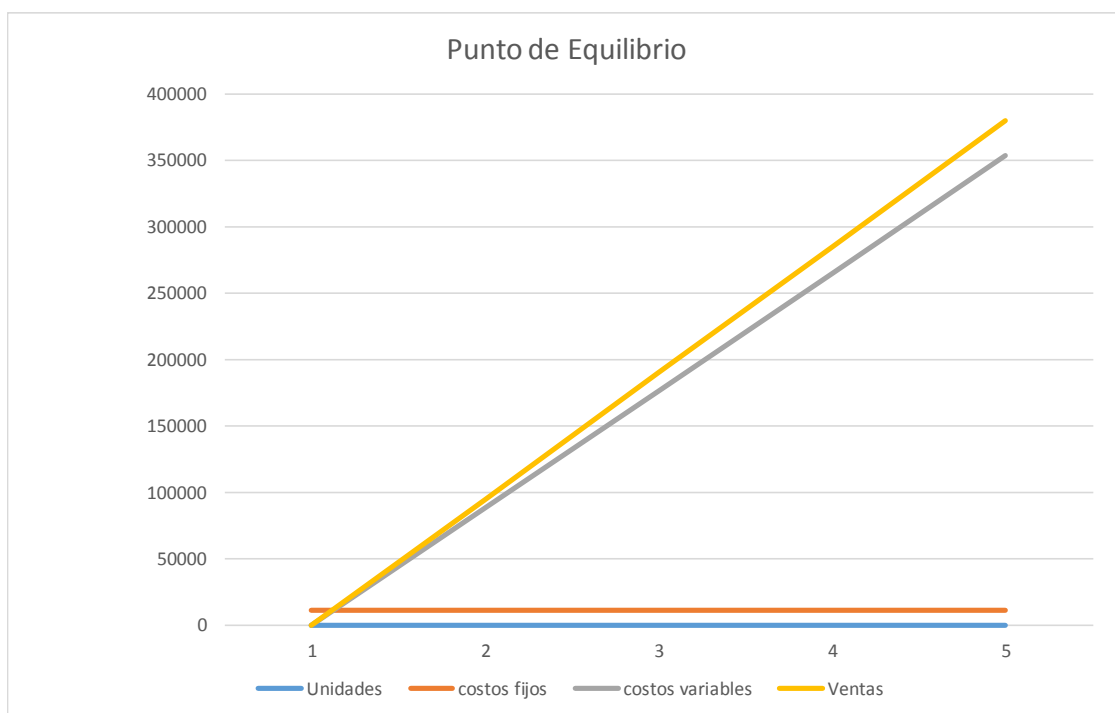
Cuadro de Inversión					
		Precio	Años	Amortizacion anual	Amortizacion mensual
1	Torno	\$ 30.000,00	10	\$ 3.000,00	\$ 250,00
1	Computadora	\$ 9.000,00	2	\$ 4.500,00	\$ 375,00
1	Soldadora	\$ 3.500,00	10	\$ 350,00	\$ 29,17
1	Amoladora	\$ 2.000,00	10	\$ 200,00	\$ 16,67
1	Juego de llaves y tubos	\$ 16.000,00	10	\$ 1.600,00	\$ 133,33
1	Juego de herramientas	\$ 15.000,00	10	\$ 1.500,00	\$ 125,00
1	Cabina de pruebas	\$ 10.648,00	10	\$ 1.064,80	\$ 88,73
1	Pluma hidraulica	\$ 7.000,00	10	\$ 700,00	\$ 58,33
1	Multimetro	\$ 500,00	10	\$ 50,00	\$ 4,17
1	Escaner de motores	\$ 40.000,00	10	\$ 4.000,00	\$ 333,33
1	Taladro	\$ 2.000,00	10	\$ 200,00	\$ 16,67
					\$ 1.430,40

Volumen de producción mensual 3 sistemas

Costos de Produccion		Precio Unitario	Cantidad por Sistema	Volumen de Produccion	Precio Total	Fijo	Variable
Materias Prima e insumos							
	motor	\$ 20.000,00	1	3	\$ 60.000,00		\$ 60.000,00
	equipo de inyeccion electronica nafta	\$ 25.000,00	1	3	\$ 75.000,00		\$ 75.000,00
	equipo de inyeccion electronica de gas	\$ 20.000,00	1	3	\$ 60.000,00		\$ 60.000,00
	almacenamiento de polietileno	\$ 4.000,00	1	3	\$ 12.000,00		\$ 12.000,00
	circuitos PWM	\$ 100,00	4	3	\$ 1.200,00		\$ 1.200,00
	chapas de acero inoxidable 316 l	\$ 24,74	93	3	\$ 6.902,46		\$ 6.902,46
	metros de cable	\$ 10,00	10	3	\$ 300,00		\$ 300,00
	metros de hierro angulo	\$ 75,00	8	3	\$ 1.800,00		\$ 1.800,00
	conectores y mangueras	\$ 1.000,00	1	3	\$ 3.000,00		\$ 3.000,00
Mano de obra							
	operarios	\$ 5.000,00	3	3	\$ 45.000,00		\$ 45.000,00
Costos indirectos de fabricación							
	luz	\$ 3.000,00	1	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	
	agua	\$ 200,00	1	1	\$ 200,00	\$ 200,00	
	alquiler	\$ 7.000,00	1	1	\$ 7.000,00	\$ 7.000,00	
	amortizacion	\$ 1.430,00	1	1	\$ 1.430,00	\$ 1.430,00	
					\$ 276.832,46	\$ 11.630,00	\$ 265.202,46

Precio de venta	\$ 95.000,00
costo variable unitario	\$ 88.400,82
Punto de equilibrio	1,76234017

Unidades	Costos Fijos	Costos Variables	Ventas	resultado
0	\$ 11.630,00	0	0	-\$ 11.630,00
1	\$ 11.630,00	\$ 88.400,82	\$ 95.000,00	-\$ 5.030,82
2	\$ 11.630,00	\$ 176.801,64	\$ 190.000,00	\$ 1.568,36
3	\$ 11.630,00	\$ 265.202,46	\$ 285.000,00	\$ 8.167,54
4	\$ 11.630,00	\$ 353.603,28	\$ 380.000,00	\$ 14.766,72
5	\$ 11.630,00	\$ 442.004,10	\$ 475.000,00	\$ 21.365,90
6	\$ 11.630,00	\$ 530.404,92	\$ 570.000,00	\$ 27.965,08
7	\$ 11.630,00	\$ 618.805,74	\$ 665.000,00	\$ 34.564,26
8	\$ 11.630,00	\$ 707.206,56	\$ 760.000,00	\$ 41.163,44



9. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- *Escuela del Técnico Mecánico*; Editorial Labor S.A. tercera Edición 1957.
- *Suplementos "La Ley"*, Suplementos, Normas Ambientales, Edición N°5
- *Informes sobre Desarrollo Humano 2007-2008*, publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- *"Cambió el clima"*, INTA, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Presidencia de la Nación.
- *Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, República Argentina.*
- Tabla Periódica de los Elementos
- Química Activa, Polimodal, Casa Editorial Puerto de Palos.
- Material vario de internet, Links:
- https://es.wikipedia.org/wiki/Opini%C3%B3n_cient%C3%ADfica_sobre_el_cambio_clim%C3%A1tico
- https://es.wikipedia.org/wiki/Atribuci%C3%B3n_del_cambio_clim%C3%A1tico_reciente
- https://es.wikipedia.org/wiki/Gas_de_efecto_invernadero
- https://es.wikipedia.org/wiki/Opini%C3%B3n_cient%C3%ADfica_sobre_el_cambio_clim%C3%A1tico
- https://es.wikipedia.org/wiki/Quinto_Informe_de_Evaluaci%C3%B3n_del_IPCC
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Electr%C3%B3lisis>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_combustión_interna
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Carburador>.
- <http://www.giss.nasa.gov/research/news/20160719>.



- NASA http://data.giss.nasa.gov/cgi-bin/gistemp/stddata_show.cgi?id=301874970000&dt=1&ds=5
- <http://agrupasuma.com/page/funcionamiento-tecnologia-hho>
- <http://cambioclimaticoglobal.com/evidencias-cambio-climatico>
- http://www.dailymotion.com/video/x2almwo_el-mundo-liberado-cosmos-a-spacetime-odyssey-12_school
- <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/h.htm>
- <http://es.gizmodo.com/como-funciona-una-bomba-de-hidrogeno-y-por-que-es-tan-p-1751325417>
- http://ing.unne.edu.ar/pub/celdas_hidrogeno.pdf
- http://www.energiasostenible.net/fundamentos_hidrogeno.htm
- <http://agrupasuma.com/page/funcionamiento-tecnologia-hho>
- http://ing.unne.edu.ar/pub/celdas_hidrogeno.pdf
- [http://www.abellolinde.es/internet.lg.lg.esp/es/images/CS_13_%20v%2012%20\(manipulación%20de%20hidrógeno\)316_25939.pdf?v=](http://www.abellolinde.es/internet.lg.lg.esp/es/images/CS_13_%20v%2012%20(manipulación%20de%20hidrógeno)316_25939.pdf?v=)
- http://www.cab.cnea.gov.ar/ieds/images/extras/hojitas_conocimiento/seguridad/pag_11_y_12_seguridad_del_hidrogeno-aprea.pdf
- <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/115000-119999/119162/norma.htm>
- <http://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards?mode=code&code=50B>
- <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/3823/fichero/4.2+Normativa.pdf>
- <http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno14/hidrog/normas.htm>
- <http://www.uca.edu.ar/uca/common/grupo21/files/patagonicos-9-perspectivas-hidrogeno.pdf>
- http://www.coopservi.es/documentacion/index_htm_files/Seguridad.pdf
- <https://es.scribd.com/doc/46158569/Sistema-de-Inyeccion-IAW1G7-Fiat>



- <http://cambioclimaticoglobal.com/evidencias-cambio-climatico>
- <http://cambioclimaticoglobal.com/estudios-y-evidencias-del-calentamiento-globa>
- http://www.dailymotion.com/video/x2almwo_el-mundo-liberado-cosmos-a-spacetime-odyssey-12_school
- http://data.giss.nasa.gov/cgbin/gistemp/stddata_show.cgi?id=301874970000&dt=1&ds=5
- <http://www.giss.nasa.gov/research/news/20160719>.
- <http://cambioclimaticoglobal.com/estudios-y-evidencias-del-calentamiento-global>

10. AGRADECIMIENTOS

En la realización del proyecto, se recibió apoyo de diversas personas, tal es así, que se extiende agradecimiento:

- Al Equipo Directivo de la Institución, en especial a la Rectora de la Institución: Lic. M. Mabel Sack y al Jefe de Taller de la Institución: Profesor: Alfredo Charadia.
- Los docentes asesores: Profesor. Genaro Plaza.
Profesor. Darío Volker.
Profesor. Matías Schmidt.
- El Profesor Jorge Gaggino.
- El cuerpo docente de la Institución.
- La Asociación Cooperadora de la Institución.
- El señor Sergio Brhotsmann.
- El Ing. Lucio Sturz
- El Ing. Marcelo Gay , Docente de La UTN- Regional Concepción del Uruguay
- El Profesor Jorge Canno.
- El señor Javier Bauer.

Versión: 08
Fecha de aprobación: 19-10-2012



HOJA DE SEGURIDAD DEL MATERIAL (SDS) HIDRÓGENO

Nota: Las instrucciones contenidas en esta hoja de seguridad aplican también para el hidrógeno purificado, hidrógeno alta pureza e hidrógeno ultra alta pureza.

1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre del producto : Hidrógeno
Familia química : Gas inflamable
Nombre químico : Hidrógeno
Fórmula : H_2
Sinónimos : No aplica
Usos: Hidrogenación de aceites; procesos especiales de soldadura y corte; laboratorios; hornos de tratamientos térmicos; formación de atmósferas reductoras (industria del vidrio); hornos para reducción de ciertos metales (eliminación de oxígeno); fabricación de semiconductores.
"NO SE USE EN NINGUN TIPO DE GLOBO; PELIGRO INMINENTE DE INCENDIO"
Presentación: Como gas comprimido en cilindros.
Fabricante :
LINDE ECUADOR S.A.
Quito, Av. De los Shyris 344 y Eloy Alfaro Edif. Parque Central Piso 8 Tlf.: (593-2) 3998900
Guayaquil, Km. 11 1/2 Vía Daule Tlf. : (593-4) 3703400
1800LINDEGAS 1800 546334
www.linde.com.ec

2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

COMPONENTE	% MOLAR	NUMERO CAS	LIMITES DE EXPOSICIÓN
Hidrógeno	99.9 – 99.999%	1333-74-0	TLV : Gas asfixiante simple

3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Resumen de emergencia

El hidrógeno es un gas incoloro, inodoro, insípido, altamente inflamable y no es tóxico. El hidrógeno se quema en el aire formando una llama azul pálida casi invisible. Este gas es particularmente propenso a fugas debido a su baja viscosidad y a su bajo peso molecular. El principal peligro para la salud asociado con escapes de este gas es la asfixia producida por el desplazamiento de oxígeno en personas expuestas a altas concentraciones. Las mezclas de gas/aire son explosivas.

Efectos potenciales para la salud

Inhalación: Asfixiante simple. Altas concentraciones de este gas pueden causar una atmósfera deficiente en oxígeno causando en individuos dolor de cabeza, zumbido en los oídos, mareos, somnolencia, inconsciencia, náusea, vómitos y depresión de todos los sentidos. La piel de la víctima puede adquirir una coloración azulada. En concentraciones inferiores de O_2 (<10%), puede causar pérdida de la conciencia, movimientos convulsivos, colapso respiratorio y muerte.

Carcinogenicidad: El hidrógeno no está listado por la NTP, OSHA o IARC como una sustancia carcinogénica o con potencial carcinogénico.

Versión: 08
Fecha de aprobación: 19-10-2012



4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: Trasladar la víctima al aire libre lo antes posible. Solamente personal profesionalmente entrenado debe suministrar oxígeno suplementario y/o resucitación cardiopulmonar de ser necesario. Proveer asistencia médica inmediatamente.

5. MEDIDAS CONTRA INCENDIO

Punto de inflamación : No aplica.
Temperatura de auto ignición : 572°C (1060°F)
Limites de inflamabilidad : Inferior (LEL): 4%
(en aire por volumen, %) Superior (UEL): 75%

Sensibilidad de explosión a un impacto mecánico: No aplica.

Sensibilidad de explosión a una descarga eléctrica: Ignición por descargas electrostáticas

Riesgo general

El gas hidrógeno quema con una llama celeste, casi invisible. También se enciende fácilmente con poca fuerza de ignición. El hidrógeno es más ligero que el aire y se puede acumular en las partes altas de lugares encerrados. La presión en el cilindro puede aumentar debido a calentamiento y romperse si los dispositivos de descarga de presión llegaran a fallar.

Medios de extinción

CO₂, polvo químico seco, rocío de agua o agua pulverizada.

Instrucciones para combatir incendios

Evacuar a todo el personal de la zona en peligro. No extinguir hasta que el suministro de hidrógeno esté cerrado y controlado. Inmediatamente enfriar los cilindros rociándolos con agua desde lo más lejos posible. **Cuidado al extinguir las llamas! Si las llamas se extinguen sin cortar la fuente de suministro de hidrógeno puede ocurrir una explosión.** El fuego y la explosión resultante podrían causar graves daños al equipo y al personal o muerte alrededor de una gran área. Si es posible y si no hay peligro, cerrar el suministro del gas hidrógeno mientras se continúa rociando los cilindros con agua.

Si un camión que transporte cilindros se ve involucrado en el incendio, aislar un área 1600 metros (1 milla) a la redonda. Combatir el incendio desde una distancia segura, utilizando soportes fijos para las mangueras.

Equipo contra incendios

Los socorristas o personal de rescate deben contar como mínimo, con un aparato de respiración auto-contenido y protección personal completa a prueba de fuego (equipo para línea de fuego).

6. MEDIDAS CONTRA ESCAPE ACCIDENTAL

En caso de un escape despejar el área afectada. Considerar la evacuación hacia un lugar contrario a la dirección del viento, por lo menos 800 metros (1/2 milla) a la redonda. Eliminar toda fuente de ignición. La presencia de una llama de hidrógeno se puede detectar acercándose cautelosamente y extendiendo una escoba de paja para hacer la llama visible. Si es posible y no hay peligro, cerrar el suministro de hidrógeno. Nunca entrar al área si la concentración de hidrógeno en el aire es mayor del 10% del límite inferior de explosividad (0.4%).

Si el escape se originó por problemas en un equipo o tubería de proceso, inertizarlos haciendo circular gas inerte (nitrógeno) a través de ellos por lo menos durante una hora antes de iniciar la correspondiente reparación. Mientras tanto el área se debe ventilar y permanecer aislada hasta que el gas se haya dispersado.

SDS - HIDRÓGENO - H₂

PAGINA 2 DE 6

Versión: 08
Fecha de aprobación: 19-10-2012



7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Precauciones que deben tomarse durante el manejo de cilindros

Antes del uso: Mover los cilindros utilizando un carro porta cilindros o montacargas. No hacerlos rodar ni arrastrarlos en posición horizontal. Evitar que se caigan o golpeen violentamente uno contra otro o con otras superficies. No se deben transportar en espacios cerrados como por ejemplo, el baúl de un automóvil, camioneta o van. Para descargarlos usar un rodillo de caucho.

Durante su uso: No calentar el cilindro para acelerar la descarga del producto. Usar una válvula de contención o anti retorno en la línea de descarga para prevenir un contraflujo peligroso al sistema. Usar un regulador para reducir la presión al conectar el cilindro a tuberías o sistemas de baja presión (<200 bar-3.000 psig). Jamás descargar el contenido del cilindro hacia las personas, equipos, fuentes de ignición, material incompatible o a la atmósfera.

Después del uso: Cerrar la válvula principal del cilindro. Marcar los cilindros vacíos con una etiqueta que diga "VACIO". Los cilindros deben ser devueltos al proveedor con el protector de válvula o la tapa. No deben reutilizarse cilindros que presenten fugas, daños por corrosión o que hayan sido expuestos al fuego o a un arco eléctrico. En estos casos notificar al proveedor para recibir instrucciones.

Precauciones que deben tomarse para el almacenamiento de cilindros

Almacenar los cilindros en posición vertical. Separar los cilindros vacíos de los llenos. Para esto usar el sistema de inventario "primero en llegar, primero en salir" con el fin de prevenir que los cilindros llenos sean almacenados por un largo período de tiempo.

El área de almacenamiento debe encontrarse delimitada para evitar el paso de personal no autorizado que pueda manipular de forma incorrecta el producto. Los cilindros deben ser almacenados en áreas secas, frescas y bien ventiladas, lejos de áreas congestionadas o salidas de emergencia. Así mismo, deben estar separados de materiales oxidantes o comburentes por una distancia mínima de 6 metros (20 ft) o con una barrera de material incombustible por lo menos de 1,5 metros (5 ft) de altura que tenga un grado de resistencia a incendios de 0,5 horas.

El área debe ser protegida con el fin de prevenir ataques químicos o daños mecánicos como cortes o abrasión sobre la superficie del cilindro. No permitir que la temperatura en el área de almacenamiento exceda los 54° C (130° F) ni tampoco que entre en contacto con un sistema energizado eléctricamente. Señalizar el área con letreros que indiquen "PROHIBIDO EL PASO A PERSONAL NO AUTORIZADO", "NO FUMAR" y con avisos donde se muestre el tipo de peligro representado por el producto. El almacén debe contar con un sistema extintor de fuego apropiado (por ejemplo, sistema de riego, extinguidores portátiles, etc.). Los cilindros no deben colocarse en sitios donde hagan parte de un circuito eléctrico. Cuando los cilindros de gas se utilicen en conjunto con soldadura eléctrica, no deben estar puestos a tierra ni tampoco se deben utilizar para conexiones a tierra; esto evita que el cilindro sea quemado por un arco eléctrico, afectando sus propiedades físicas o mecánicas.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

Controles de ingeniería

Ventilación: Proporcionar ventilación natural o mecánica, para asegurarse de prevenir atmósferas deficientes en oxígeno por debajo del 19.5% de oxígeno.

Equipos de detección: Utilizar sistemas de detección de gases diseñados de acuerdo con las

SDS - HIDRÓGENO - H₂

PAGINA 3 DE 6

Versión: 08
Fecha de aprobación: 19-10-2012



necesidades. Rango recomendado del instrumento 0 – 100% LEL.

Protección respiratoria

Utilizar equipo autónomo de respiración (SCBA) o máscaras con mangueras de aire o de presión directa si los niveles de oxígeno están por debajo del 19.5% o durante emergencias de un escape del gas. Los purificadores de aire no proveen suficiente protección.

Vestuario protector

Para el manejo de cilindros es recomendable usar guantes industriales, verificando que éstos estén libres de aceite y grasa; gafas de seguridad y botas con puntera de acero.

Equipo contra incendios

Los socorristas o personal de rescate deben contar como mínimo, con un aparato de respiración auto-contenido y protección personal completa a prueba de fuego (equipo para línea de fuego).

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Densidad del gas a 21.1°C (70°F), 1 atm:	0.08342 kg./m ³ (0.00521 lb/ft ³)
Punto de ebullición a 1 atm:	- 252.8°C (-423.0°F)
Punto de congelación / fusión a 1 atm:	-259.2°C (-434.6°F)
Peso específico (aire = 1) a 21.1°C (70°F):	0.06960
Peso molecular:	2.106
Solubilidad en agua vol/vol a 15.6°C (60°F) y 1 atm:	0.019
Volumen específico del gas 21.1°C (70°F):	11,99 m ³ /kg (192.0 ft ³ /lb)
Presión de vapor :	No aplica.
Coefficiente de distribución agua / aceite:	No aplica.
Apariencia y color:	Gas incoloro y sin olor.

10. REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

Estabilidad

El hidrógeno es un gas estable

Incompatibilidad

Oxidantes fuertes (cloro, bromuro, pentafluoruro, oxígeno, oxígeno difluoruro, y nitrógeno trifluoruro. Mezclas de oxígeno/hidrógeno pueden explotar al hacer contacto con un catalizador como el platino. Algunos aceros son susceptibles al hidrógeno, haciéndolos quebradizos a altas presiones y temperaturas.

Condiciones a evitar

Evitar el contacto con materiales incompatibles y exponer a calor, chispas u otras fuentes de ignición. Cilindros expuestos a temperaturas altas o llamas directas pueden explotar violentamente.

Reactividad

- a) Productos de descomposición: Se produce agua cuando el hidrógeno arde en presencia de aire.
- b) Polimerización peligrosa : Ninguna

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El hidrógeno es un asfixiante simple. En humanos se presentan los siguientes síntomas :

Concentración	Síntomas de exposición
---------------	------------------------

SDS - HIDRÓGENO – H₂

PAGINA 4 DE 6

Versión: 08
Fecha de aprobación: 19-10-2012



12-16% Oxígeno:	Respiración y grados del pulso aumenta, coordinación muscular es ligeramente alterada.
10-14% Oxígeno:	Efectos emocionales, fatiga anormal, respiración perturbada.
6-10% Oxígeno:	Nausea y vómito, colapso o pérdida de la conciencia.
Abajo 6%:	Movimientos convulsivos, colapso respiratorio y posible muerte.
Capacidad irritante del material: Producto no irritante	
Sensibilidad a materiales: El producto no causa sensibilidad en humanos	
Efectos al sistema reproductivo	
Habilidad mutable: No aplicable	
Mutagenicidad: Ningún efecto mutagénico ha sido descrito para hidrógeno.	
Embriotoxicidad: Ningún efecto embriotóxico ha sido descrito para hidrógeno.	
Teratogenicidad: Ningún efecto teratogénico ha sido descrito para hidrógeno.	
Toxicidad Reproductiva: Ningún efecto de toxicidad reproductiva ha sido descrito para hidrógeno.	
12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA	
El hidrógeno es un gas que se encuentra naturalmente en la atmósfera. El gas se disipa rápidamente en áreas con buena ventilación. Cualquier efecto adverso en animales o en la vida de las plantas estará relacionado con ambientes deficientes en oxígeno. No hay efectos adversos anticipados a las plantas.	
El hidrógeno no está identificado como contaminante marino por el DOT.	
13. CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN	
Regresar los cilindros vacíos al fabricante para que éste se encargue de su disposición final, de acuerdo a lo establecido por la normatividad ambiental.	
14. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE	
Número de Naciones Unidas :	UN 1049
Clase de peligro D.O.T :	2.1
Rotulo y etiqueta D.O.T :	GAS INFLAMABLE
	
El hidrógeno se transporta en cilindros color rojo vivo (color Pantón 159U), de acuerdo a lo establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE 441.	
Información especial de embarque: Los cilindros se deben transportar en una posición segura en un vehículo bien ventilado. El transporte de cilindros de gas comprimido en automóviles o en vehículos cerrados presenta serios riesgos de seguridad y debe ser descartado.	
15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA	
El transporte y manejo de este producto está sujeto a las disposiciones y requerimientos establecidos en el NTE INEN 2266 2.010 Transporte, almacenamiento y manejo de materiales	

SDS - HIDRÓGENO - H₂

PAGINA 5 DE 6

Versión: 08
Fecha de aprobación: 19-10-2012



peligrosos. Requisitos

16. INFORMACIÓN ADICIONAL

En las zonas de almacenamiento de cilindros se debe contar con la siguiente información de riesgos :

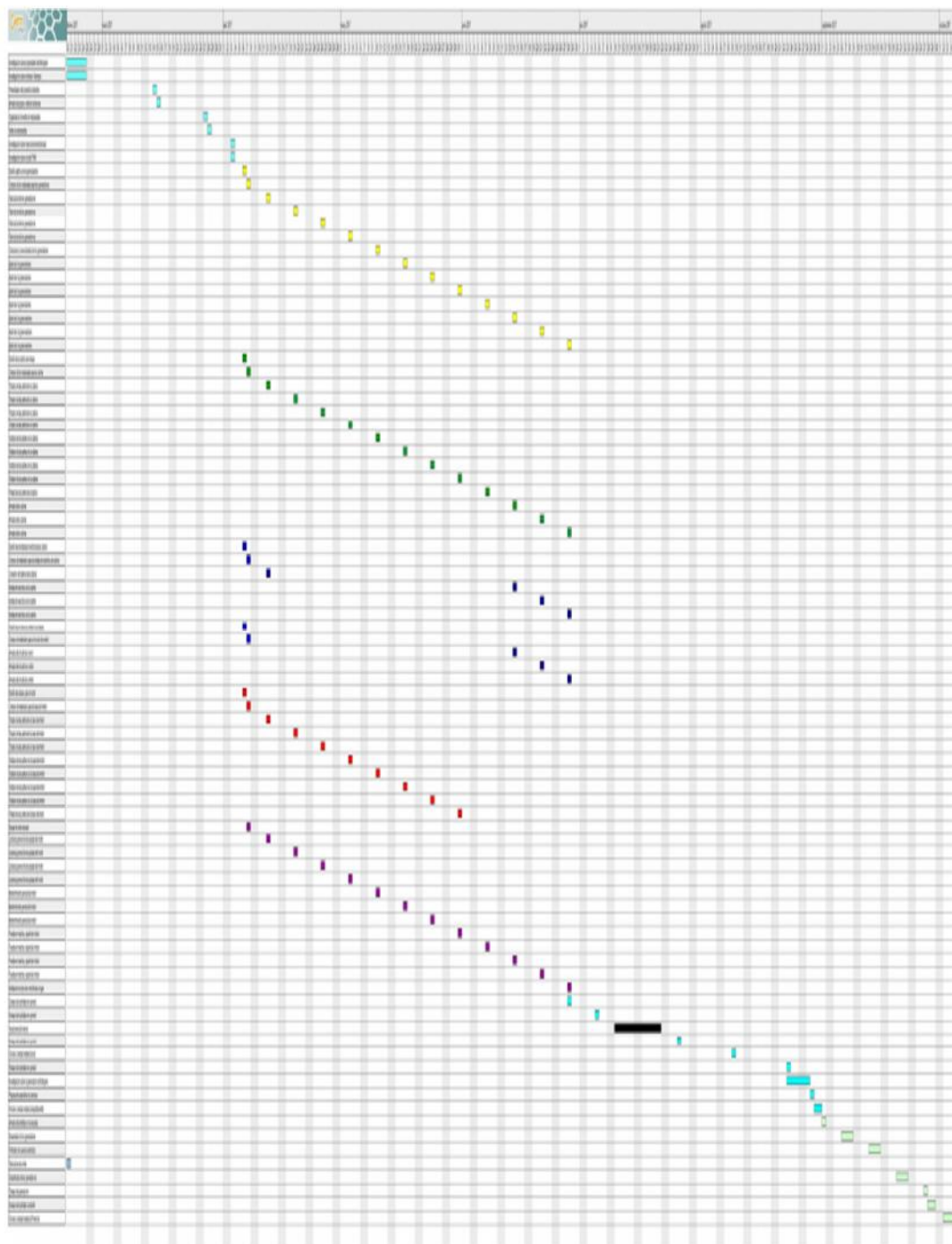
Código NFPA

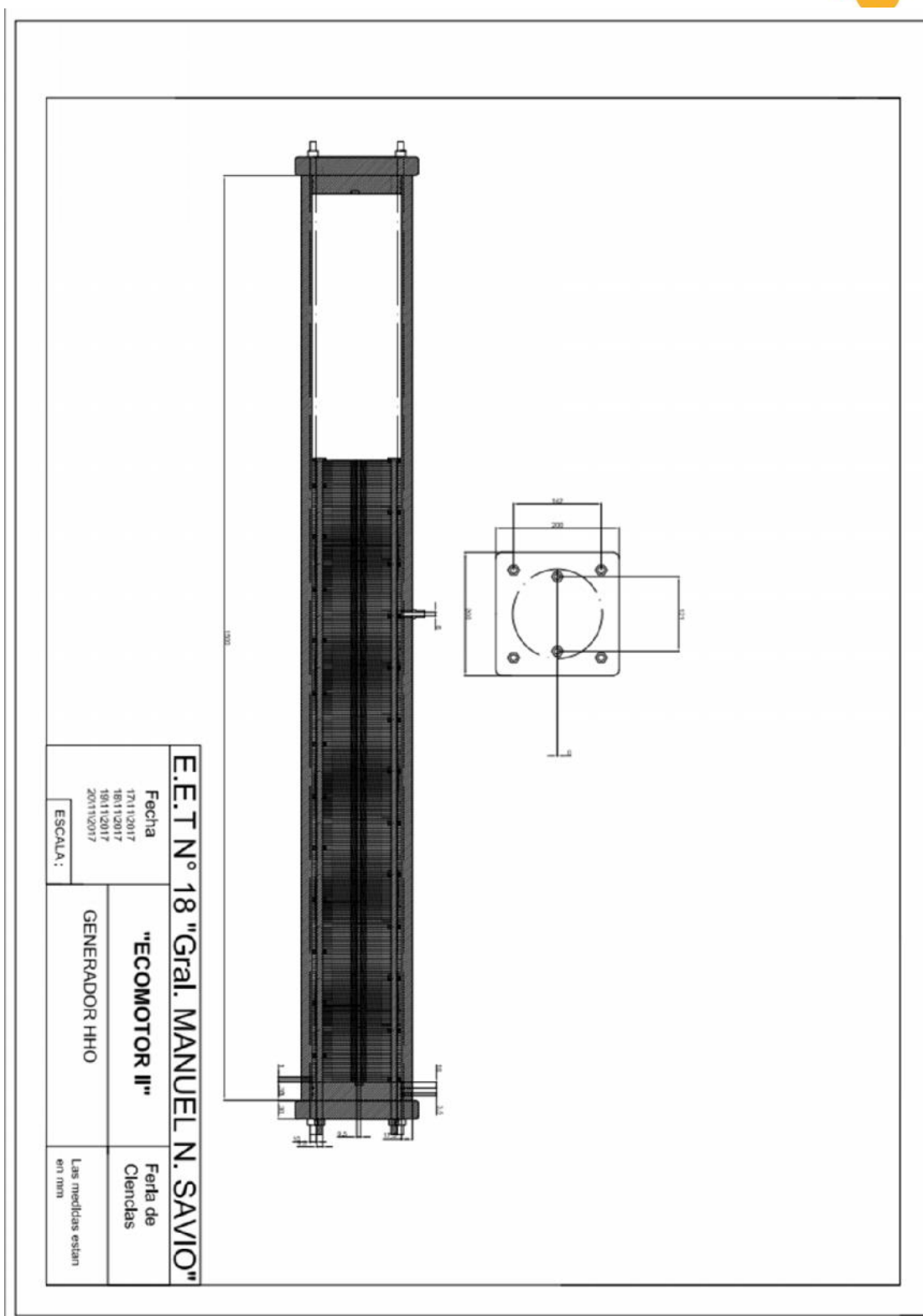
Salud : 0 "No ofrece riesgo"
Inflamabilidad : 4 "Extremadamente inflamable, por debajo de 23°C"
Reactividad : 0 "Estable"
Salida de válvula : CGA 350

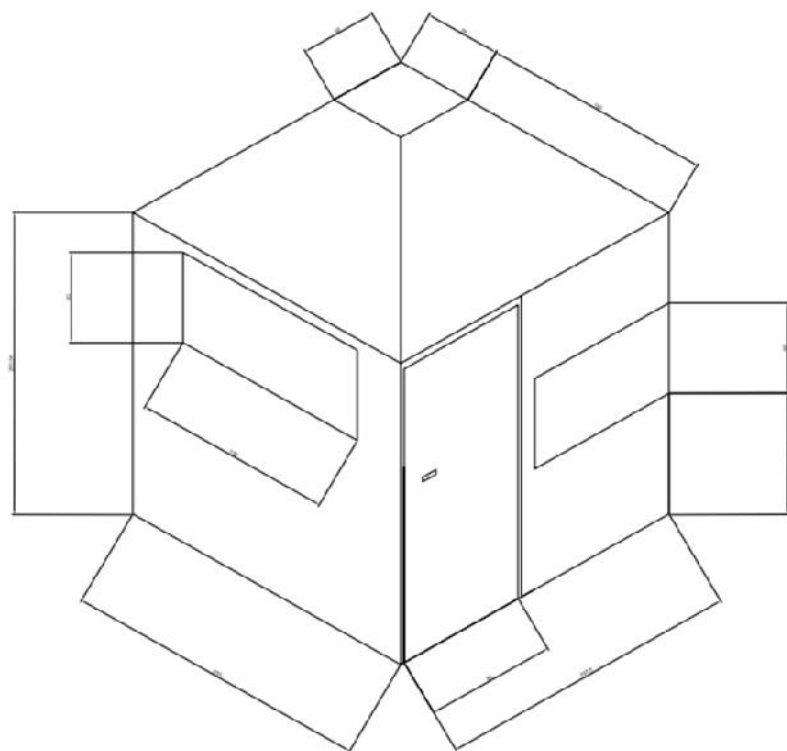


Recomendaciones de material: Se puede usar la mayoría de los materiales más comunes.

Esta hoja de seguridad es propiedad exclusiva de LINDE ECUADOR S.A.
Prohibida su reproducción total o parcial, con fines comerciales
por parte de personas ajenas a esta compañía.



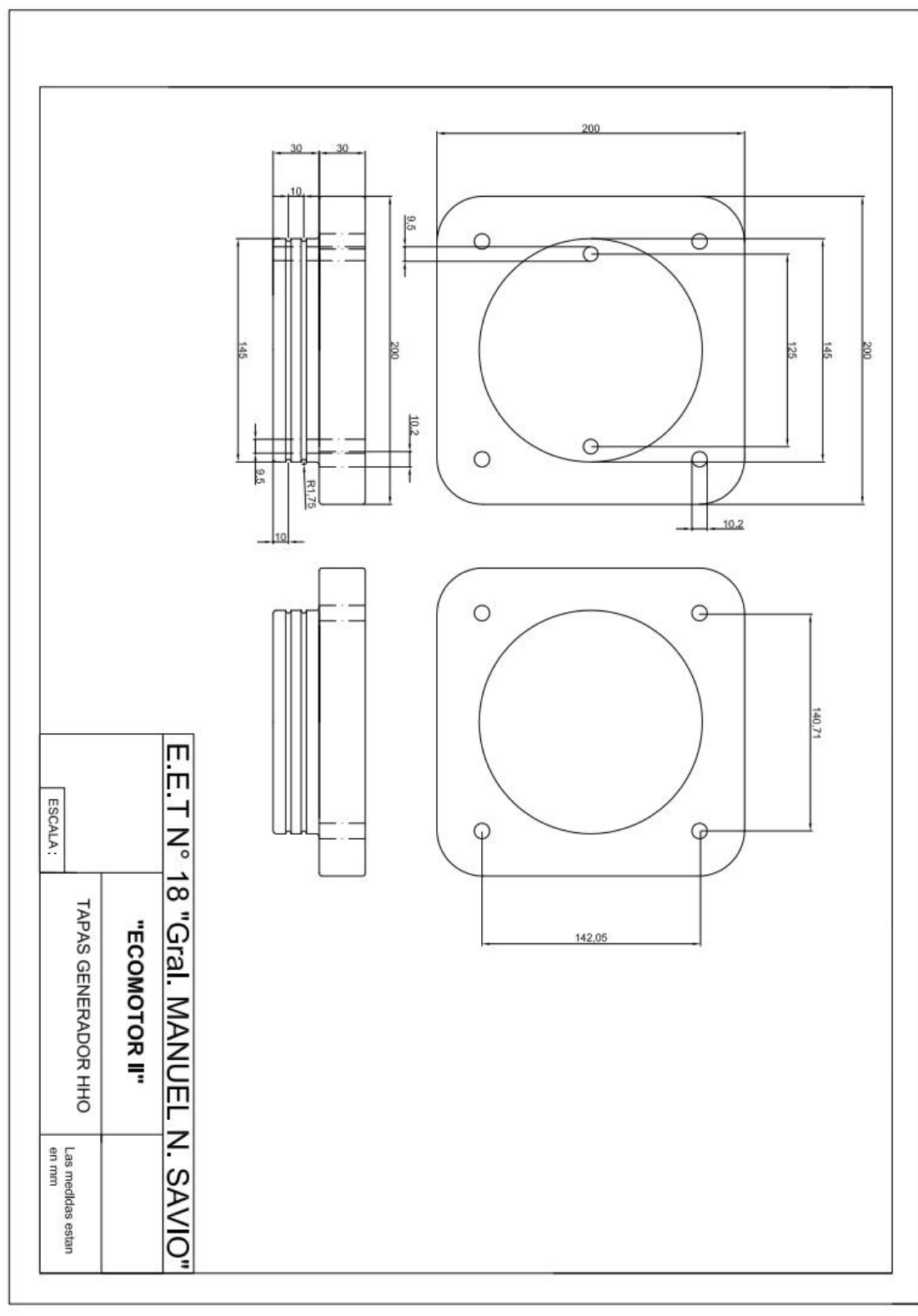


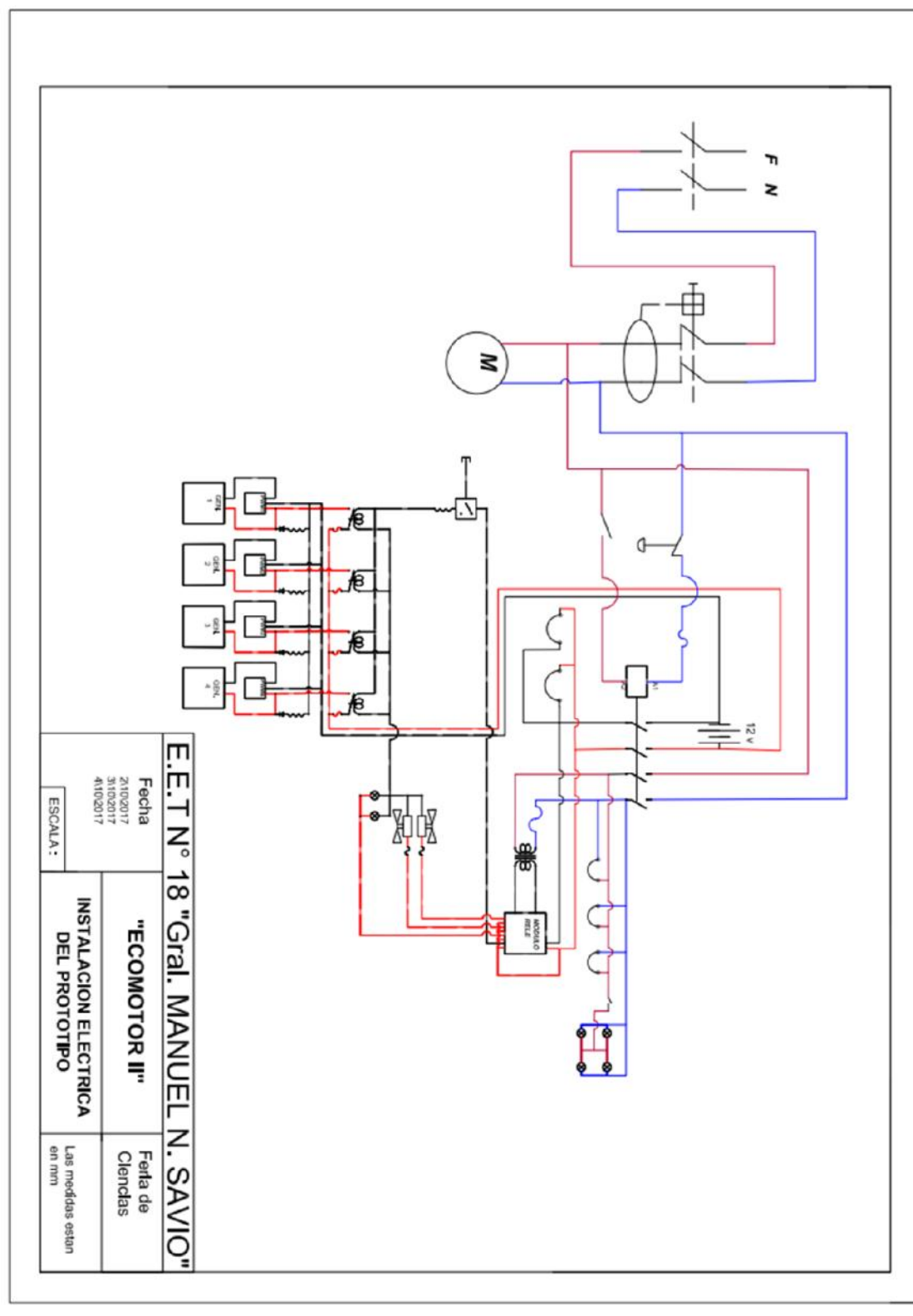


E.E.T N° 18 "Gral. MANUEL N. SAVIO"

Fecha 17/11/2017 18/11/2017 19/11/2017 20/11/2017	"ECOMOTOR II"	Feria de Ciencias
ESCALA 1:1	CABINA DE SEGURIDAD	Las medidas estan en cm









REGISTRO PEDAGOGICO

Observando el interés que el curso demostró en una de las clases, cuyo tema era, el cuidado medioambiental, abaté más en profundidad sobre ese tema, lo cual termino desencadenando en el tratado en clases sobre calentamiento global, efecto invernadero y motores de combustión interna.

Mientras desarrollaba la clase de cuidado medioambiental, desembocamos en una de las consecuencias de la contaminación, tal como lo es el calentamiento global y más precisamente en la inestabilidad del efecto invernadero.

Mientras analizaba el efecto invernadero, explique en clases que una de las principales causas de su inestabilidad es la emanación de contaminación por la quema de combustibles fósiles, en los motores de combustión, momento en que en el grupo surgió la idea de un motor que combustione hidrogeno como una de las soluciones a el anterior mencionado problema.

Note, gran interés en el grupo sobre esta problemática y más aún sobre la propuesta de solución a la problemática, tal fue así que el grupo planteo realizar la investigación científica necesaria, a fin de hacer funcionar un motor a combustión interna utilizando como combustible hidrogeno a través de un proyecto abalado por la Dirección del colegio, concluyéndolo con la presentación en “feria de ciencias”

Analizando que el proyecto se adapta a los diseños curriculares, competencias y/o habilidades que se desean lograr en la materia que desarrollo, con contenidos conceptuales como: Mantenimiento y Reparación Industrial, Sistema de Control, Elementos y equipos auxiliares, combustión, combustibles, lubricantes y Termodinámica, formulamos un proyecto en el cual se plantea la idea de realizar una maqueta, intentar generar hidrógeno y combustionar lo en la cámara de combustión del motor. El proyecto se elevó a la Dirección de la Escuela y se recibió, de la misma, su apoyo y afirmación.

En un motor de ciclo cuatro tiempos, bajo el funcionamiento convencional, sabemos que los parámetros termodinámicos están muy presentes. El combustible, en conjugación con el oxígeno para la formación del carbúrate de la explosión dentro de la cámara de combustión hace al óptimo funcionamiento del motor, como así también sucede con los lubricantes que este utiliza. Si en un punto de fricción del motor, no se encuentra la lubricación necesaria, o si la que se encuentra no es la correspondiente, allí se empezaran a denotar factores como podría ser calor o ruido por fricción. Relacionamos a un “combustible” con la tradicional “física clásica” o mecánica. Un lubricante, contempla una vida útil para su posterior cambio, donde es que se genera un “mantenimiento”.

A partir de ahí, los alumnos realizaron la investigación científica necesaria para llegar a lo propiamente físico.

Se detalla por físico:

- La fabricación de un generador de hidrógeno a partir de la “electrolisis” a través del agua.
- La fabricación de un sistema que controle dicha generación.
- El montado de esto y un motor en una maqueta.
- Los circuitos de control de las diferentes magnitudes que se generan al momento del ensayo.
- Los ensayos propiamente dichos.

Fue así como después de mucha investigación científica, debates, análisis, utilizando el método “deductivo” o del “error”, con mi aporte desde lo que mi capacitación me permitió brindarle, con la ayuda de otros profesores de la institución, los alumnos llegaron al montaje de todos los elementos antes mencionados en una maqueta y el correspondiente ensayo, el cual arrojó por resultado un funcionamiento del motor en un 95% a hidrógeno, dado que el suministro de nafta no fue cortado totalmente.

Como docente a cargo del grupo, acompañé, incentivé, estimulé y apoyé este proyecto, brindando todo el conocimiento, alegre de poder ser parte, maravillado del compromiso de los alumnos con el mismo.

Dadas todas las circunstancias antes mencionadas, fue como el grupo completo de 5to año de la institución, en la curricular a mi cargo, “Operación, mantenimiento y ensayo de equipos electromecánicos” y en la materia de un colega “Operación, mantenimiento y ensayo de componentes de equipos electromecánicos” se desarrolló el proyecto, arrojando los resultados ya comentados.

Los alumnos, en la realización de este proyecto, adquirieron un aprendizaje invaluable sobre temas como termodinámica, mecánica, física clásica, mantenimiento, circuitos de control, reacciones químicas, seguridad laboral, combustión, combustibles, lubricantes.

Llego a observar, que además del aprendizaje propiamente conceptual, el grupo fomentó sus valores de unidad, solidaridad, y sobretodo el compañerismo.

Hoy con estos mismos alumnos, pero en 6to año en la misma materia (Operación Mantenimiento y Ensayo de Equipos Electromecánicos), vamos por un proyecto más ambicioso y con un campo de investigación mucho más amplio.



El actual proyecto tiene como objetivo la utilización de gas hidrogeno extraído del agua mediante la reacción química electrolisis como combustible en un motor de la línea automotriz, desarrollando un sistema que sea implementarle en un automóvil de uso cotidiano en la sociedad actual.