

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Diseño de un Sistema Ininterrumpido de Energía (UPS) para oficinas basado en
el uso del Hidrógeno

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero en Electricidad Especialización Electrónica y
Automatización Industrial**

Presentado por:

Alfonso Manuel Asitimbay LLivichuzhca

Freddy René Gómez Vera

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

Este proyecto dedico en primer lugar a Dios, por haberme permitido llegar hasta esta etapa de mi vida, por llenarme de sus bendiciones en todo momento.

A mis padres, por estar conmigo en todo tiempo y por ser ese apoyo incondicional.

A mi familia, por ser el motor para continuar en el camino de la superación y con ello, llegaré a cosechar muchos éxitos.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, por haberme brindado una educación de calidad.

Alfonso Manuel Asitimbay LLivichuzhca

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación lo dedico con todo cariño y amor a las personas que hicieron todo en la vida para que pudiera lograr mis sueños, motivándome y brindándome apoyo incondicional cuando sentía que ya no había más salidas, a ustedes por siempre los llevare en mi corazón y mi eterno agradecimiento.

Freddy René Gómez Vera

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a Dios por darme salud y vida.

A mis padres, por ayudarme a cumplir todas las metas planteadas.

A mi familia, por darme ánimo y fuerzas en tiempos difíciles.

A mi tutor, por haberme guiado e instruido en el proceso de titulación. A la vez, agradezco a la institución por abrirme las puertas e iniciar una aventura educativa.

Alfonso Manuel Asitimbay LLivichuzhca

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco al ser supremo por darme la oportunidad de existir y de ser libre.

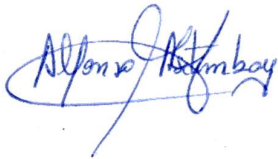
Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento a mi familia, aquellos que junto a mi caminaron en todo momento y siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza.

Mi gratitud, también a la Escuela Superior Politécnica del Litoral, mi agradecimiento sincero a mis evaluadores de la materia Integradora, gracias a cada docente quienes con su apoyo y enseñanza constituyen la base de mi vida profesional.

Freddy René Gómez Vera

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Alfonso Manuel Asitimbay Llivichuzhca y Freddy René Gómez Vera damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Alfonso Manuel
Asitimbay Llivichuzhca



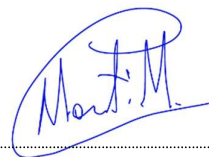
Freddy René
Gómez Vera

EVALUADORES



PhD. Wilton Agila

PROFESOR DE LA MATERIA



PhD. César Martín

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En este trabajo se enfoca en el Diseño de un Sistema Ininterrumpido de Energía (UPS), en cual se procede a implementar tecnologías aplicadas y el uso esencial del Hidrógeno como fuente de batería. La problemática indica que, en la actualidad, las oficinas promedio corren el riesgo de sufrir una interrupción de abastecimiento de energía en los momentos de fallas eléctricas o más conocido como cortes de energía pública. Por aquello, se requiere de una seguridad de alimentación de energía a través del UPS propuesto. La metodología aplicada se direccionó en una investigación descriptiva, bibliográfica y documental, con enfoque cualitativo. Donde se requirió de instrumentos metodológicos como Matlab para simular el proceso del diseño del UPS en general. También se planteó un análisis FODA para conocer las fortalezas y debilidades del producto propuesto y las posibilidades de aceptación en el mercado competitivo. Los resultados indicaron la factibilidad y viabilidad de lo expuesto a través del análisis de costo-beneficio. Es necesario resaltar que el UPS es transformado a una energía sostenible que cumple las normativas de protección ambiental.

Palabras Clave: Sistema Ininterrumpido de Energía, Hidrógeno, Abastecimiento de Energía, Energía Sostenible.

ABSTRACT

In this work he focuses on the Design of an Uninterrupted Power System (UPS), in which applied technologies and the essential use of Hydrogen as a battery source are implemented. The problem indicates that, nowadays, the average offices are at risk of suffering a power supply interruption at times of electrical failures or better known as public power outages. Therefore, a security of power supply is required through the proposed UPS. The applied methodology was directed in a descriptive, bibliographic and documentary research, with a qualitative approach. Where methodological instruments such as MATLAB were required to simulate the UPS design process in general. A SWOT analysis was also proposed to find out the strengths and weaknesses of the proposed product and the possibilities of acceptance in the competitive market. The results indicated the feasibility and viability of the above through the cost-benefit analysis. It is necessary to highlight that the UPS is transformed to a sustainable energy that meets the environmental protection regulations.

Keywords: Uninterrupted Energy System, Hydrogen, Energy Supply, Sustainable Energy.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	4
RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE Gráficos.....	X
CAPÍTULO 1.....	1
Introducción	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación del problema.....	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Marco teórico	6
1.4.1 Aplicaciones del Hidrógeno.....	6
1.4.2 Celdas de Combustible.	7

1.4.3	Uninterruptible Power Supply (UPS)	9
1.4.4	Normas de Seguridad (Manipulacion de las bombonas del Hidrógeno).	11
CAPÍTULO 2.....		16
Metodología		16
2.1	Fase de Levantamiento de Información	17
2.1.1	Lista de equipos promedios en oficina.....	18
2.1.2	Equipos electrónicos	20
2.1.3	Análisis de Carga	23
2.1.4	Tiempo necesario para poder guardar la información	24
2.2	Fase de Modelo del Sistema.....	25
2.2.1	Diseño de Bloques	26
2.2.2	Fuel Cell Stack.....	33
2.2.3	Bloque acondicionado para la simulación de una Fuel Cell.....	34
2.2.4	Bloque convertidor elevador de Potencia DC a DC.	35
2.2.5	Bloque inversor.....	36
2.2.6	Filtro.....	37
2.3	Diseño Electrónico	37
2.3.1	Diseño de bloques en Matlab.....	37
2.3.2	Lista de Materiales	38
2.4	Fase de Instrumentación de Sistema UPS	39
2.4.1	Modos de Almacenar energía (Pila de Hidrógeno).....	39

2.4.2	Cilindro de Hidrógeno	43
2.4.3	Conmutador.....	43
2.4.4	Inversor DC a AC	43
CAPÍTULO 3.....		45
Resultados Y ANÁLISIS		45
3.1	Simulación del diseño propuesto.....	45
3.2	Características de la pila de combustible	45
3.3	Análisis de Costo – Beneficio	50
3.3.1	Costo	50
3.3.2	Beneficio.....	51
CAPÍTULO 4.....		51
Conclusiones Y Recomendaciones		51
Conclusiones.....		53
Recomendaciones		54
BIBLIOGRAFÍA		55
APÉNDICES.....		58

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIEC	Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
EIHP	European Integrated Hydrogen Project
SAI	Sistema de Alimentación Ininterrumpida
UPS	Uninterruptible Power Supply
PEM	Proton Exchange Membrane.
PAFC	Phosphoric Acid Fuel Cell
SOFC	Solid Oxide Fuel Cell
DC	Corriente Directa
AC	Corriente Alterna

SIMBOLOGÍA

l/s	Litros por segundo
H ₂ O	Agua
H	Hidrógeno
m	Metro
mV	Milivoltio
Cu	Cobre
Ni	Níquel
Pb	Plomo

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fuel Cell	8
<i>Figura 2.</i> Esquema de una celda de combustible	9
<i>Figura 3.</i> Uninterruptible Power Supply (UPS)	10
<i>Figura 4.</i> Esquematzación de la metodología del proyecto.....	17
<i>Figura 5.</i> SAI on-line.....	26
<i>Figura 6.</i> SAI on-line en condiciones estándares en operación.....	27
<i>Figura 7.</i> SAI on-line en condiciones de falta de alimentación.	27
<i>Figura 8.</i> SAI off-line	28
<i>Figura 9.</i> SAI off-line en condiciones normales de operación.....	29
<i>Figura 10.</i> SAI off-line en condiciones normales de alimentación.	29
<i>Figura 11.</i> Diagrama de bloques del UPS off-line	30
<i>Figura 12.</i> Diagrama del Diseño UPS	32
<i>Figura 13.</i> Sistema de energía especializado.....	33
<i>Figura 14.</i> Curva de Polarización del H-1000 Fuel Cell Stack.	34
<i>Figura 15.</i> Bloque acondicionado para la simulación de una Fuel Cell.....	34
<i>Figura 16.</i> Bloque convertidor elevador de Potencia DC a DC.	35
<i>Figura 17.</i> Bloque Inversor.....	36
<i>Figura 18.</i> Bloque Filtro	37
<i>Figura 19.</i> Diseño electrónico mediante el software de MATLAB	38
<i>Figura 20.</i> Pila de combustible.....	39
<i>Figura 21.</i> Tipos de pilas de combustibles en distintos sectores del mercado	40
<i>Figura 22.</i> Cilindro de Hidrógeno	43
<i>Figura 23.</i> Inversor DC a AC	44
<i>Figura 24.</i> Matriz FODA.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>CheckList</i>	21
Tabla 2. <i>Análisis de carga promedio</i>	23
Tabla 3. <i>Principales características técnicas de las pilas de combustibles PEM y SOFC</i>	42
Tabla 4. <i>Factores principales para Diseñar el UPS a base de bombona de Hidrógeno</i>	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. <i>Consumo habitual de una oficina promedio</i>	19
Gráfico 2. <i>Curva típica de polarización de una celda de combustible del tipo PEM. (Grafica obtenida del diseño en Simulink).</i>	46
Gráfico 3. <i>Forma de onda obtenida a la salida de cada bloque convertidor DC-DC.</i>	47
Gráfico 4. <i>Forma de onda obtenida a la salida del inversor sin filtrar.</i>	48
Gráfico 5. <i>Forma de onda de la tensión a la salida del inversor DC-AC generadas mediante la simulación del diseño</i>	48
Gráfico 6. <i>Forma de la tensión y corriente a la salida de la pila de combustible.</i>	49
Gráfico 7. <i>Modelo de la celda de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM) que alimenta un inversor DC /AC de valor promedio de 24 V C.</i>	49

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

En la actualidad, se está sumergido en una revolución tecnológica e innovación constante con el fin de contrarrestar los problemas comunes que ocurren en el mundo. Con relación a esta investigación se propone el diseño de un sistema ininterrumpido de energía (UPS) para oficinas basado en el uso del hidrógeno que aporta a sostenibilidad de los recursos naturales y la biodiversidad integral.

A nivel mundial se puede evidenciar la innovación y emprendimiento con la creación y aplicación de fuentes de energía alterna fiable para el uso de áreas comerciales y domésticos como tal. El Grupo Air Products (2020) es una compañía europea la cual se encarga de producir y comercializar energía altamente fiable para sostener una empresa o equipo en funcionamiento y sin interrupciones, es más, la iniciativa de este producto es que, si se interrumpe el suministro de la red eléctrica esencial, aun así, puede abastecer para su debido funcionamiento. La cual, la empresa promueve que es fundamental que se tenga energía de reserva y un sistema de alimentación ininterrumpido, que significa SAI, en términos de inglés se establece como UPS.

Por otro lado, la compañía indica que al utilizar las pilas de combustibles de hidrógeno como fuente de energía de reserva se ha avanzado, principalmente en el sector de las telecomunicaciones. Estas clases de pilas brindan una mayor fiabilidad, tiempos de funcionamientos más largos y cero emisiones en colación con las fuentes de energía de reserva convencionales. (Grupo Air Products , 2020)

Esta percepción comprende que en los países desarrollados han implementados mejores normas del cuidado del medio ambiente, ya que se ha promocionado en el mercado actual

fuentes de energía sostenible que cumplen con las normativas vigentes a nivel internacional. Se considera que el hidrógeno es un gas noble que se puede producir a través del proceso de electrolisis que genera oxígeno e hidrógeno mediante componentes orgánicos.

Ecuador presenta un alto grado de contaminación con respecto al uso de baterías y pilas a carbono o componentes químicos que deterioran el bienestar del medio ambiente y su sostenibilidad. Donde Rodríguez (2016) en la publicación de su artículo describe que las pilas en la actualidad son una fuente que brinda energía y a la vez, de contaminación, la cual se explica que a pesar de ser un objeto pequeño pero causa un alto grado de contaminantes, los cuales son aptos para destruir el planeta en el cual se habita al no hacer uso de ellos sin limitaciones y conciencia ambiental.

Además, el autor informa que las baterías o pilas causan severos daños al ambiente, como también a la salud del ser humano, igualmente, son capaces de contaminar hasta 5.000 litros de agua. Se resalta que estos productos son necesarios en el mercado, pero no se le puede quitar la toxicidad que genera. A pesar de eso, se consigue solucionar este problema con aparatos que se recargan, los cuales permitan ser reutilizados por mayor periodo. Las consecuencias de las pilas en la salud son múltiples, por razones que es dependiente de la cantidad que se manipule, esto relaciona al tipo de metal que este en contacto con el cuerpo y consiguen causar varios tipos de afectaciones, tales como: cáncer, anemias, lesiones pulmonares, disturbios hematológicos, disfunciones renales, malformaciones o anomalías en el feto, a la vez, se puede producir disfunción en el aparato reproductor masculino. (Rodríguez, 2016)

Mediante esta información se puede considerar que el país ecuatoriano y sus funcionarios correspondientes aún no han tomado medidas correctivas sobre los contaminantes que generan las pilas comerciales necesarias para el funcionamiento de aparatos. Existen fuentes de energía limpia que pueden suplementar el desempeño de estas baterías o pilas, tales como las celdas de

combustible que cumplen el mismo mecanismo e inclusive por mayor duración como reserva de energía interrumpible para aportar con los proyectos de sostenibilidad que está vigente en el país.

Por otro lado, en esta nación suele presentarse cortes de energía o también conocida como apagones eléctricos, donde en las oficinas mantienen sus equipos y aparatos tecnológicos esenciales para sus labores, como también se precisa indicar que la información que manipulan está en riesgo al presentarse las descargas eléctricas. Por aquello se requiere de soluciones factibles y efectivas que permita proteger la información y las condiciones de los equipos eléctricos de manera integral mediante el uso de UPS.

Por aquello, esta investigación propone un diseño de un sistema que garantice una estabilidad en la energía para la alimentación eléctrica de estos equipos dentro de oficinas usando las bombonas de hidrógeno como reemplazo de las baterías de plomo-ácido que la mayoría de los UPS utilizan. Para que se pueda proteger y prevenir daños en los equipos electrónicos por el beneficio que propone el UPS a través de hidrógeno, convirtiéndose en una energía limpia y renovable que cumplan con las normativas de la sostenibilidad ambiental y de recursos naturales.

Por otro lado, se facilitará a las oficinas un recurso eficiente para proporcionar energía a todos los puertos que estén conectados por un tiempo limitado que puede ser el tiempo estimado para buscar soluciones previas, como también se puede cambiar de bombonas de hidrógeno para el funcionamiento continuo por las reservas de energía que almacena y que se puede utilizar para cualquier capacidad de fuentes eléctricas en su totalidad.

1.2 Justificación del problema

La importancia de esta investigación enfatiza en la comprobación de nuevas fuentes de energía limpia que se adaptan al sistema de funcionamiento de un UPS, siendo este aparato necesario para abastecer o suministrar energía mediante las reservas que opera. El beneficio mayor que causa es el cuidado de los equipos, máquinas, sistema eléctrico y automatizado que compone una oficina común a nivel nacional, como también permite proteger la información virtual que se ejerce en la misma.

Por otro lado, el impacto social que representa es por la aportación al cumplimiento de las leyes del cuidado del medio ambiente y recursos naturales, es decir, este funcionamiento del UPS con bombonas de hidrógeno no causa daño al ambiente ni a la salud de las personas. Más bien contribuye con la sostenibilidad de ella. Sin embargo, cabe mencionar que esta propuesta del diseño de un sistema ininterrumpido de energía (UPS) implementando el uso de celdas de combustible es un emprendimiento novedoso y real que contribuye al desarrollo del país con visión a la estabilidad de la sociedad en general. Además, se motiva a las empresas hacer uso de ellas en los sistemas eléctricos para prevenir dificultades en sus desempeños comerciales e industriales. Asimismo, implica la motivación a nuevos proyectos e investigaciones para diseñar, adaptar e implementar este sistema sostenible a proceso de mayor complejidad en el área industrial y mercado competitivo.

Es necesario indicar que la calidad que reciben los equipos de oficina desde una red eléctrica es muy importante para su buen rendimiento y aprovechamiento de su vida útil. Aquellas variaciones y cortes de energía generan un funcionamiento incorrecto que conllevan a un gran perjuicio económico o de cualquier otra índole para los equipos que necesitan ser alimentados con fuentes de energía de buena calidad y estable. Una UPS es un equipo capaz de entregar energía sostenible y viable.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema ininterrumpido de energía (UPS) en las oficinas implementando el uso de celdas de combustible para producir energía eléctrica y así proteger cargas críticas que son sensibles a fallas en el suministro de energía de la red eléctrica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar teóricamente el beneficio del funcionamiento del sistema ininterrumpido de energía (UPS) mediante el uso de celdas de combustible.

- Diferenciar la eficacia del uso del UPS con alimentación de energía mediante batería y con las celdas de combustible en el abastecimiento de energía viable en las oficinas respectivas.

- Comprobar la factibilidad del sistema ininterrumpido de energía (UPS) para oficinas con el uso de celdas de combustible.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Aplicaciones del Hidrógeno

El hidrógeno es uno de los elementos más abundantes en el planeta y uno de los más inusuales en estado libre. Actualmente se usa ampliamente en la industria, por ejemplo, es utilizado como reactivo para la producción de fertilizantes, plásticos o en la elaboración farmacéutica, pero también tiene sus límites en términos de adquisición y disponibilidad. En la industria química, se utilizan en grandes cantidades para la producción de amoníaco, ya que también es un producto que se necesita con urgencia a nivel industrial. (Domínguez, 2002)

Como fuente principal de producción de hidrógeno tenemos el agua, que se puede obtener mediante diversos procesos, pero como finalidad de una energía limpia y enfocado a la utilización en el futuro, se utiliza la electricidad en la generación electrolítica, que da como resultado el hidrógeno y oxígeno para asegurar que la electricidad provenga de fuentes renovables. Actualmente, el hidrógeno se usa para impulsar naves en el momento del lanzamiento de misiones espaciales y también para generar electricidad y agua como fuente de energía limpia. Gracias a la reacción del hidrógeno, se utiliza en el transporte con oxígeno, que conduce al agua que se produce en las celdas de combustible.

Esto genera energía para los automóviles, evitando así la liberación de gases de efecto invernadero, que no es el caso cuando se utilizan combustibles fósiles para la combustión.

Otros usos del hidrógeno se dan en dispositivos portátiles, es decir, se utilizan pilas de combustible recargables de menor tamaño, similares a una batería. De esta manera, una computadora tiene un tiempo de funcionamiento similar al de las baterías convencionales.

En algunas aplicaciones que requieren mayor energía, como en áreas de iluminación de señal y la operación de equipos de hogar u oficina. (Domínguez, 2002)

1.4.2 Celdas de Combustible.

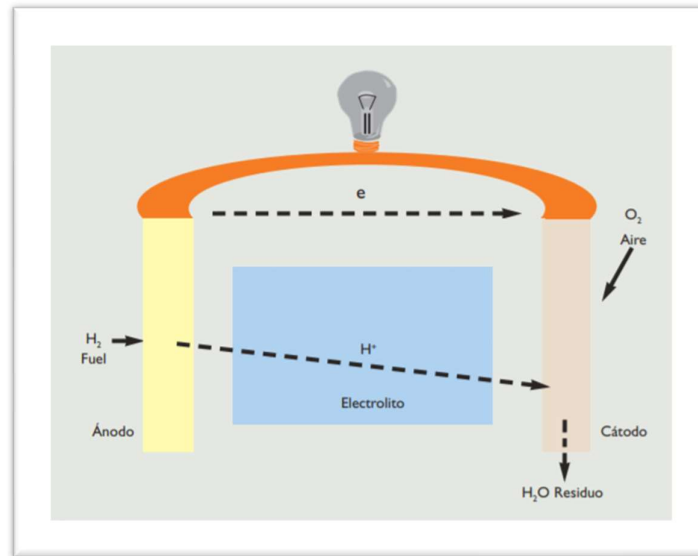
Se espera que las baterías de hidrógeno se conviertan en uno de los métodos de generación de energía más eficientes y limpios para aplicaciones en los campos doméstico, industrial y de transporte. La función de estas baterías es convertir la energía química del hidrógeno junto con el oxígeno en electricidad, y el residuo es una sustancia molecular conocida, el agua. (Domínguez, 2002)

Esta operación es muy similar a la de una batería y se basa en una reacción electroquímica obtenida por combustión entre hidrógeno y un elemento oxidante (en este caso, oxígeno en el ambiente), donde no hay un proceso intermedio dentro del ciclo de combustión. El resultado de estas reacciones electroquímicas es la energía eléctrica y térmica en el proceso de combustión, y se obtiene agua como subproducto natural, lo que lo convierte en un proceso limpio y libre de contaminación.

A diferencia del electrólisis, estas celdas tienen dos electrodos, uno como electrodo positivo, cátodo, y otro negativo como ánodo. Los dos electrodos están separados por una placa muy delgada. Estos electrodos tienen una conexión eléctrica entre los dos y están ubicados fuera de la sustancia electrolítica. Como parte del proceso de combustión, se utilizan oxígeno e hidrógeno, y en referencia a lo anterior, el oxígeno será el cátodo y el hidrógeno el ánodo. Con la ayuda de un catalizador, el hidrógeno reacciona en el ánodo, convirtiendo las moléculas de hidrógeno en electrones cargados negativamente e iones cargados positivamente.

El ácido electrolítico mueve los iones de hidrógeno a través de la membrana en la sustancia electrolítica hasta el cátodo. Las moléculas de oxígeno se ubican en el cátodo y se descomponen en átomos de oxígeno y luego se fusionan con iones de hidrógeno y electrones para producir agua y calor. (Domínguez, 2002)

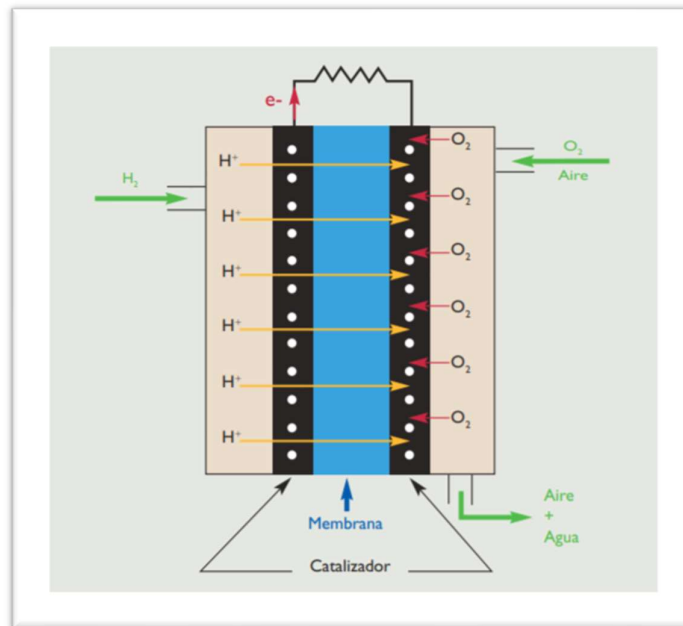
Figura 1. Fuel Cell



Fuente: (Domínguez, 2002)

Posteriormente, los electrones salen de la batería a través de un conducto conectado al cátodo y se utilizan como energía eléctrica. Captura la electricidad de la salida del circuito establecido por el ánodo y el cátodo. La electricidad se captura a través de la salida del circuito que se encuentra establecido por el ánodo y el cátodo. El agua y el calor se descargan de la sustancia electrolítica en forma de vapor. El voltaje de DC máximo que genera una celda de combustible depende de la termodinámica del combustible y los elementos oxidantes. Se estima teóricamente que, a presión y temperatura normales, el voltaje generado por una sola celda que trabaja con hidrógeno y oxígeno es de aproximadamente 1.23 voltios, y debido a la pérdida dentro de la batería, el voltaje real es de aproximadamente 0.6 a 0.85 voltios. (Domínguez, 2002)

Figura 2. Esquema de una celda de combustible



Fuente: (Domínguez, 2002)

Las velocidades de las reacciones electroquímicas son las que controlan la cantidad de corriente producida y la disponibilidad de superficies en las reacciones de la batería. Un sistema de pila de combustible típico consta de tres partes: un procesador de combustible, una pila de combustible y un inversor DC / AC.

El procesador de combustible es un proceso cuyo propósito es obtener gas rico en hidrógeno para la celda de combustible. La pila de combustible es una parte importante del sistema, en el que tiene lugar una reacción química que produce energía, es responsable de convertir el hidrógeno y el aire en electricidad. Finalmente, el inversor DC / AC convierte la energía eléctrica que se obtiene en la salida de la batería en corriente alterna. (Domínguez, 2002)

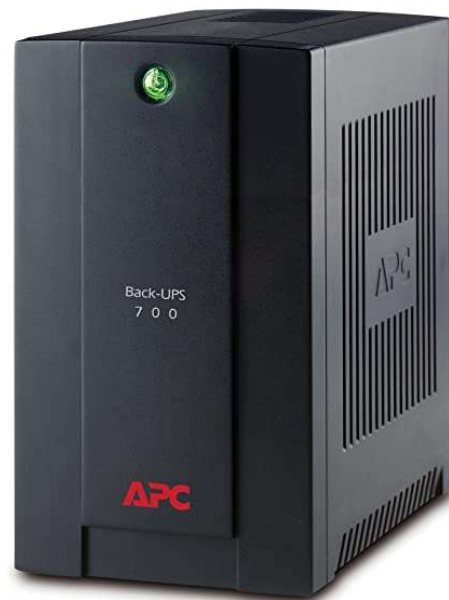
1.4.3 Uninterruptible Power Supply (UPS)

Un sistema de alimentación ininterrumpida o UPS (uninterruptible power supply) es un equipo diseñado para garantizar energía eléctrica estable y segura al dispositivo cuando la red es

inestable o está interrumpida. Su característica es la capacidad de retener energía durante un período de tiempo de acuerdo con la capacidad de almacenamiento de la batería.

Estos sistemas son esenciales para suministrar energía a sistemas pequeños muy importantes. En estos sistemas, la carga es crítica. Estos sistemas deben funcionar sin interrupción y no causar riesgos personales o pérdidas financieras importantes. Como todos sabemos, la red eléctrica también cambiará debido a los picos de voltaje, por lo que el UPS usará las siguientes etapas de filtro para evitar que estas interferencias o irregularidades entren en el equipo, ya que utiliza una etapa de filtro para evitar daños a los componentes conectados. (Albarrán Núñez, Diseño de un Sistema de Alimentación Ininterrumpida de un Centro de Procesamiento de Datos (CPD) (Bachelor's thesis)., 2018)

Figura 3. Uninterruptible Power Supply (UPS)



Fuente: (Albarrán Núñez, Diseño de un Sistema de Alimentación Ininterrumpida de un Centro de Procesamiento de Datos (CPD))

1.4.4 Normas de Seguridad (Manipulación de las bombonas del Hidrógeno).

No hay combustible que pueda eximir ciertos riesgos. De hecho, las propiedades que hacen de una sustancia un buen combustible (es decir, su capacidad para liberar grandes cantidades de energía y su capacidad para lograrse fácilmente en diferentes condiciones) son las mismas que la convierten en una sustancia potencialmente peligrosa. En general, cuanto mejor es el combustible, mayores son las medidas de seguridad que deben tomarse. El hidrógeno no es una excepción.

Hidrógeno y seguridad

Si observa las propiedades físicas del hidrógeno, desde un punto de vista de seguridad, encontrará que tiene algunas características especiales en comparación con otros combustibles. Entre sus ventajas, cabe destacar:

- Debido a su baja densidad, el hidrógeno es extremadamente volátil, por lo que tiende a difundirse (hacia arriba) a gran velocidad, impidiendo que se formen grandes concentraciones. Esto lo convierte en un combustible especialmente seguro cuando se trabaja en espacios abiertos.
- El hidrógeno no es tóxico, por lo que en caso de que no haya combustión su riesgo para la salud humana se limita al desplazamiento del oxígeno en ciertas condiciones, frente a la toxicidad del resto de los combustibles.
- El hidrógeno tiene una baja densidad energética por unidad de volumen, por lo que la energía liberada por la combustión de un cierto volumen de hidrógeno a una cierta presión es menor que la de otros combustibles (esta propiedad que dificulta el almacenamiento de hidrógeno, es una ventaja desde el punto de vista de la seguridad).

- Como el hidrógeno tiene altos límites inferiores de inflamabilidad y detonación, es más difícil que se produzca la combustión con concentraciones pobres.
- La alta temperatura de combustión espontánea del hidrógeno es otra ventaja adicional. Y entre los inconvenientes se debe mencionar:
- La alta densidad energética por unidad de masa, que lo convierte en buen combustible, es una desventaja en cuanto a seguridad.
- El hidrógeno tiene una muy baja energía de activación comparado con otros combustibles, es decir hay que añadir muy poca energía a una mezcla potencialmente inflamable para que se inicie la combustión. Esto es una gran ventaja en procesos de combustión y sobre todo en procesos electroquímicos (como el de las pilas de combustible), pero es una gran desventaja desde el punto de vista de seguridad, ya que cualquier chispa puede activar la reacción no deseada.
- Su baja temperatura de licuefacción complica no sólo funcionalmente el almacenamiento y uso del hidrógeno líquido, sino también la seguridad asociada.
- Debido al pequeño tamaño de su molécula, el hidrógeno es altamente fugable, por lo que las instalaciones de almacenamiento y distribución de hidrógeno deben estar especialmente bien selladas y correctamente inspeccionadas para detectar las fugas.
- El hecho de que hidrógeno es invisible e inodoro hace que los escapes sean indetectables con los sentidos por lo que se requiere tener equipos de detección. Su llama, además, es invisible a la luz del día, lo cual supone un peligro extra.
- Como el hidrógeno tiene altos rangos de inflamabilidad y detonación, es más peligroso que otros combustibles en mezclas ricas en combustible.

- Por algunas de las propiedades antes mencionadas, se puede concluir que el hidrógeno es un combustible menos seguro que otros cuando se trabaja en espacios confinados en los que se puede producir acumulaciones potencialmente peligrosas en los techos. Entre las medidas que se pueden tomar para extremar la seguridad al trabajar en una instalación con hidrógeno, se pueden destacar las siguientes:
- Hay que asegurar la extracción colocando un extractor en la parte más alta del habitáculo, procurando favorecer una buena ventilación y trabajando en habitáculos con volúmenes grandes, para facilitar la dispersión.
- Las botellas de hidrógeno se han de ubicar en el exterior de los edificios.
- Se deben emplear equipos de seguridad intrínseca, es decir, aquellos que no producen chispas al ambiente.
- Se deben instalar detectores de concentración de hidrógeno, que tengan alarmas cuando se superen niveles establecidos. Hay algunos datos que avalan la seguridad asociada al hidrógeno, siendo el principal el hecho de que su producción y uso industrial es una tecnología relativamente madura, que puede presumir de un pequeño índice de accidentes y siniestros. No ha habido casi accidentes en casi 100 años de producción industrial, a la que se dedica un 1,8% del consumo energético mundial para producir 50.000 millones de metros cúbicos al año (que fundamentalmente se usa en refinerías para la mejora de gasolinas y gasóleos), y que se transporta por carretera y barcos y por más de 1.500 km de hidrogenoductos. Pese a ello, parte del público en general e incluso una parte de la comunidad científico-técnica tiene tendencia a pensar en el hidrógeno como en algo peligroso. En parte esto es así por la asociación de ideas en parte de la población del hidrógeno con dos hechos concretos, la bomba H y el desastre del

dirigible Hindenburg. Esta tendencia negativa se va invirtiendo en los últimos años con la aparición frecuente en prensa de noticias relacionadas con el hidrógeno como energía limpia o energía de futuro. La bomba H y el uso del hidrógeno como combustible no tienen ninguna relación, pero el caso del dirigible Hindenburg ha sido un freno para el desarrollo del hidrógeno en los países que afectó (EE.UU. y Alemania) que precisamente son dos de los que lideran la tecnología. Desde que ocurrió el accidente en 1937 hasta 1999 (cuando sólo los más viejos lo podían recordar) existía la creencia de que el principal culpable del accidente había sido el hidrógeno, pero un estudio concluido en 1999 demostró que el accidente fue causado por la inflamabilidad del recubrimiento de la lona del dirigible, y que el hidrógeno (al expandirse hacia arriba) no causó ninguna de las muertes (que se debieron a los saltos de los viajeros por el pánico y a las quemaduras causadas por el recubrimiento del dirigible).

Legislación y normalización

Se deben aclarar algunos términos que a menudo se confunden. La legislación o los reglamentos se refieren a aquellas leyes y reglamentos obligatorios, cuya formulación es responsabilidad de las autoridades y está formulada para proteger a los ciudadanos. Las autoridades también proporcionan los medios para garantizar su cumplimiento. La estandarización se refiere a las normas o especificaciones formuladas por el Comité de Normalización de acuerdo con los requisitos de la industria, estas especificaciones o especificaciones están formuladas bajo el consenso de expertos y diferentes compañías competidoras para promover la comercialización de productos, y el cumplimiento es opcional.

En la actualidad existe reglas muy claras y completas para los dispositivos de fijación de hidrógeno (en España sujeta a diferentes regulaciones), pero hay lagunas en los vehículos de

hidrógeno, porque una gran parte de las directivas se deben cumplir para la aprobación de una homologación que no son aplicables a los componentes específicos. Las Naciones Unidas están formulando regulaciones para estos vehículos de acuerdo con los requisitos del proyecto EIHP, si diferentes países lo aceptan, este vacío se puede llenar. Al mismo tiempo, existe un cierto grado de libertad: algunos países como Francia no permitieron la circulación de vehículos de hidrógeno hasta hace poco porque no existe una ley que autorice los vehículos de hidrógeno, mientras que otros países permiten vehículos de hidrógeno porque no existe una ley que prohíba los vehículos de hidrógeno. Tras cumplir con los procedimientos de todas las directivas parciales aplicables y velar por el cumplimiento de la normativa de vehículos a gas natural y recomendaciones de proyectos de forma análoga, los autobuses que ahora circulan en España han obtenido permisos especiales.

Se requiere aprobación de EIHP y tanques y certificados de alta y baja presión, alta y baja tensión. Al mismo tiempo, el Ministerio de Finanzas ha autorizado el uso de hidrógeno como combustible (si se usa en celdas de combustible, libre de impuestos). Con respecto a la estandarización, hay muchas organizaciones y comités que trabajan en ciertos aspectos de la tecnología del hidrógeno, entre los cuales podemos destacar.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

Esta investigación tuvo una metodología cualitativa y cuantitativa, es decir, con enfoque mixto. Esto permitió conocer las cualidades del problema expuesto y a la vez, se pudo cuantificar, calcular o medir los factores que influyen en el objeto de estudio. Relacionando con las variables de la investigación, se consiguió comprender los beneficios y las desventajas que posee la propuesta en curso.

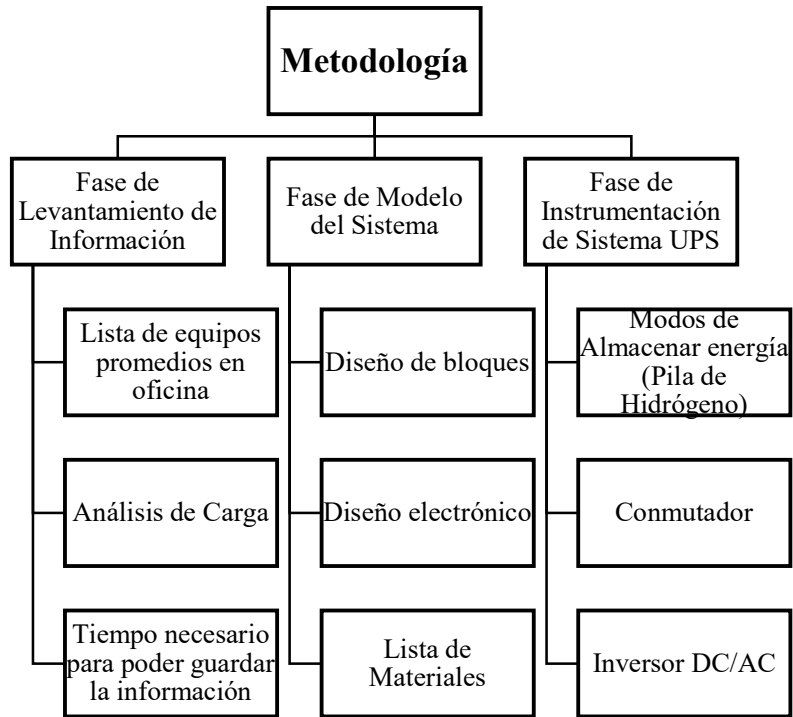
Por otro lado, se requirió de una investigación descriptiva, que accedió a analizar los problemas ambientales y técnicos que posee el UPS con alimentación a batería común, además, las dificultades que se presentan en los cortes y/o descargas de energía que suele suceder en el país. Se alcanzó a conocer las pérdidas que ocasiona en los equipos electrónicos por las descargas eléctricas, igualmente, a la pérdida de la información importante para la operación habitual de una oficina estándar.

Al mismo tiempo, se aplicó una investigación bibliográfica que ayudó a obtener los procedimientos precisos sobre el funcionamiento del UPS con alimentación alterna y sostenible, la cual se basa a unas celdas de combustibles en función a las bombonas de hidrógeno que generan una energía limpia que asimismo permite una duración promedio en una dimensión con puertos de alimentación eléctrica estándar. También, se procedió a indagar y recopilar información sobre los portales en líneas de empresas que permiten la adquisición de manera fácil los componentes del diseño del UPS a base de hidrógeno.

La herramienta aplicada que permitió la simulación automatizada del producto innovador, se refiere al programa de Matlab, necesario para exponer de manera explícita el funcionamiento en

tiempo real el diseño de un Sistema Ininterrumpido de Energía (UPS) para oficinas basado en el uso del hidrógeno.

Figura 4. Esquematación de la metodología del proyecto



Elaborado por: Los autores

2.1 Fase de Levantamiento de Información

En este apartado se utilizó la observación de información brindada en proyectos vigentes, análisis documental y bibliográfico que se obtuvo en las páginas web de empresas que aplican y distribuyen este tipo de productos, como lo es, UPS, Pilas de combustible a base de hidrógeno. También, se procedió a indagar sobre los equipos y aparatos electrónicos estándares que requiere una oficina promedio para establecer la capacidad del UPS propuesto. La técnica e instrumento generado fue el Checklist que permitió comprobar los equipos básicos en funcionamiento en una oficina habitual.

2.1.1 Lista de equipos promedios en oficina

Según la Comisión Europea, Unidad de Competencia y Sostenibilidad, con respecto a la eficiencia eléctrica indica que la energía es una prioridad de la Unión Europea, por tres motivos esenciales, las cuales son:

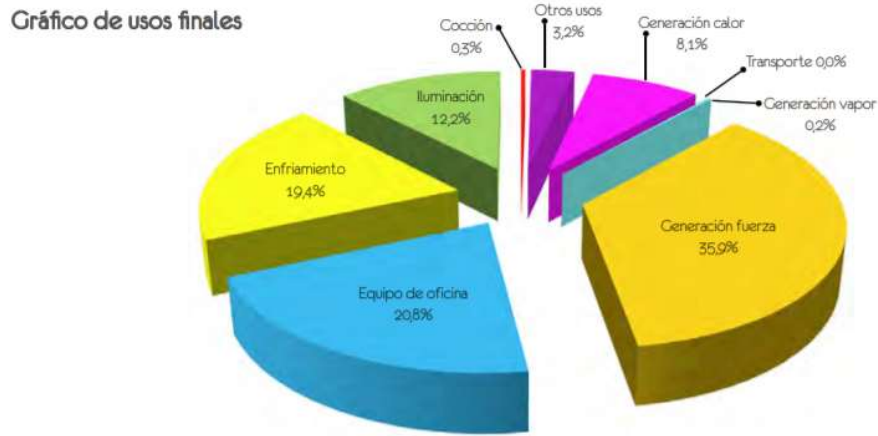
- **El cambio climático:** que refiere a la combustión de combustible fósil para generar energía que compone la primordial fuente antropogénica de gases de efecto invernadero.
- La utilización continua y a gran escala de combustibles fósiles no renovables y la necesidad de conseguir la sostenibilidad.
- **La garantía de abastecimiento:** la Unión Europea importa más del 50% del combustible que requiere y se predice que ese porcentaje aumenta a más del 70% en los siguientes 20 a 30 años. (DE G, 2012)

Por tal razón, hoy en día, hay diversas declaraciones políticas de alto nivel que argumentan varios asuntos:

Se quiere llevar en conjunto a la iniciativa en política energética y protección del clima, dando una contribución propia para disminuir la amenaza universal del cambio climático. Donde en un Tratado de Roma, Berlín (2007) informa que “la manera más rápida, eficaz y rentable de hacer frente a estos problemas es aumentar la eficiencia en el uso de la energía”. (DE G, 2012)

Por otro lado, la mitad de la energía eléctrica consumida en el área de servicios se efectúa en los edificios de oficinas, donde se responsabilizan de un 40% del consumo energético en todo el universo. Donde, el consumo eléctrico dentro de una oficina está distribuida esencialmente entre los equipos de iluminación, de cómputos y los sistemas de climatización como tal. (CNFT, 2015)

Gráfico 1. Consumo habitual de una oficina promedio



Fuente: (CNFT, 2015)

Mediante los porcentajes expuesto en este gráfico que pertenece a una encuesta nacional de la República de Costa Rica, donde indica que el mayor consumo está en el área de generación de fuerza con el 35.9%, seguido de los equipos de oficinas con el 20.8%, como también el enfriamiento con el 19.4% y la iluminación con el 12.2%. Donde se ha tomado los valores más significativos que informa el gráfico 1.

Además, se indica que, para lograr un uso racional de los recursos, el ahorro y la eficiencia energética se afronta un papel primordial, tales como las políticas de gobierno como las políticas internas de la totalidad de organizaciones, establecimientos y compañías, y, lógicamente, en el hábito de vida cotidiano.

La utilización corriente de los sistemas de climatización, los sistemas de iluminación o el cada vez mayor la cantidad de equipos ofimáticos, tales como: computadoras, impresoras, fotocopadoras, escáneres y faxes son los que aportan de manera importante para desarrollar el consumo de energía eléctrica de los centros de operación. Este gasto se va a observar influido, asimismo por los elementos como el grado de eficiencia energética de los equipos, los hábitos de consumo de los usuarios o los particulares tipos provechosos del edificio. (CNFT, 2015)

2.1.2 Equipos electrónicos






Actualmente, en la totalidad de las organizaciones hay una variedad de computadoras y de otra tipología de equipos ofimáticos, tales como: impresoras, fotocopiadoras, escáneres, faxes, plotters, etc. Los consumos particulares de cada uno de estos equipos acostumbra ser respectivamente bajos, pero teniendo en cuenta la función en conjunto, a la vez, se considera la cantidad de horas en funcionamiento, esta se ve reflejada en la factura eléctrica emitida para la organización. Además, se indica que los equipos de oficina alcanzan a ser responsables de más del 20% del gasto eléctrico en varios edificios de oficinas, en otros casos, logran hasta el 70%, entre ellos, las computadoras individuales simbolizan cifras alrededor del 56%. Igualmente, a estos equipos se les debe sumar los consumos relacionados a otros electrodomésticos comunes dentro de la misma, como microondas, televisores, cafeteras y entre otros. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que estos equipos producen calor al momento de su uso, incrementando la carga térmica en el interior de las instalaciones e influyendo secundariamente en la demanda de energía del aire acondicionado de la oficina. Por otro lado, al comprimir el consumo de estos equipos se consigue proporcionar, donde se genera beneficios significativos con carácter ambientales y económicos para la organización presente. (CNFT, 2015)

En base a esta perspectiva se obtiene la información de los equipos y recursos necesarios que mantiene una oficina promedio dependientes de la alimentación eléctrica. Por aquello, se precisó medir y dar a conocer la lista de equipos de oficina mediante la herramienta del Checklist.

Tabla 1. CheckList

**CHECKLIST
RECOPIACIÓN DE
INFORMACIÓN
DE LOS EQUIPOS
PROMEDIOS DE OFICINA**

CANTIDAD	EQUIPOS	NIVEL DE APLICACIÓN
3	✓ Computadoras de escritorio 	✓ Alta
1	✓ Portátil 	✓ Media - alta
2	Impresora 	✓ Media - alta
1	Fotocopiador 	✓ media – baja
2	Escáneres 	✓ Media - baja
2	Faxes 	✓ Media - alta
1	Enrutador 	✓ Alta

1	Microonda 	✓ Media - baja
-1	Cafetera 	✓ Baja
2	Aires Acondicionados de 12000 BTU NA 	✓ Alta
1	TV Plasma 	✓ Media - baja
6	Fluorescentes 	✓ Alta

Elaborado por: Los autores

Mediante la información que muestra el Checklist se puede detallar los equipos electrónicos básicos que una oficina promedio requiere. Donde, a través de esta aproximación se logra medir la capacidad del UPS a base de hidrógeno propuesto. También se puede verificar el nivel de aplicación de uso, es decir, en caso que haya un corte repentino del suministro eléctrico, el UPS puede alimentar los equipos de mayor uso y relevantes sin que se de interrupciones a la seguridad de información real de los equipos de almacenamiento como tal.

2.1.3 Análisis de Carga

Se conoce que el consumo eléctrico es un tema que para la mayor parte de las personas no lo consideran algo relevante, pero resulta que en situaciones económicas si lo es, tanto en los hogares como en las compañías. Entonces, se inicia de un cálculo de consumo promedio de los equipos eléctricos y electrónicos que se localiza en el estudio presente.

Mediante la Tabla 1., se representa el análisis de carga del consumo promedio por equipo habituales que se utilizan dentro de una oficina estándar.

Tabla 2. *Análisis de carga promedio*

EQUIPO	POTENCIA PROMEDIO
Ordenador de Escritorio	350W
Laptop	200W
Fotocopiadora	900W
Impresora	150W
Cámara de Seguridad	16W
DVR	10W
TV. Color (32-43 pulg)	250W
Cafetera	750W
Router	20W
Aire acondicionado	1000W
Total Potencia Promedio	3646W

Elaborado por: Los autores

Para el presente proyecto se va a seleccionar una potencia de 1000 W para diseñar el UPS a base de hidrógeno, siendo esta una fuente de energía alternativa y sostenible para el medioambiente integral. Por otro lado, es de gran necesidad la utilización de un UPS en una oficina ya que se manipula fuentes de información importantes y equipos eléctricos como electrónicos que se exponen en riesgo de perder la información y averiar los equipos con fallos o cortes en el suministro de energía eléctrica de la red pública. Esta propuesta sirve de protección para la Gestión de la Seguridad de la Información y la conserva de los implementos de oficina.

Posteriormente, con relación a la base de información sobre la potencia requerida se utilizará un Stack de celdas de combustibles tipo PEM que provea esta potencia antes expuesta, a la vez, se describe que la principal fuente de energía sea adquirida por bombonas de hidrógenos con el flujo correcto, que será regulado por lo establecido por el fabricante de la celda de combustible, siendo esto ineludible para la obtención en la salida de voltaje nominal adecuado.

En el mercado actual se encuentran varios fabricantes de celdas de combustibles tipo PEM ya dirigidas para ciertas aplicaciones como para autos eléctricos, para máquinas aerodinámicas y celdas de combustibles de grandes potencias ya fabricadas como generadores industriales, aplicando como combustible exclusivo, el Hidrógeno.

Por ende, al requerir un Stack de celdas de combustibles se ha optado por el modelo en el cual permita acoplar los demás elementos esenciales para el diseño propuesto.

2.1.4 Tiempo necesario para poder guardar la información

Es necesario indicar que al momento que exista un corte del suministro eléctrico influye en la seguridad de información que almacena los equipos respectivos. Se aprecia que en ciertos PC que mantienen instalado la aplicación del Microsoft Office en momentos de interrupción eléctrica se guarda la información por una duración de 3 minutos aproximadamente. Por otro lado, los ordenadores portátiles si permiten guardar la información de manera eficaz.

Entonces, al utilizar la pila PEM propuesta se podrá establecer un tiempo necesario para guardar la información a través de una fórmula que arroja datos mediante el cálculo.

2.1.4.1 Cálculos de duración del tanque de Hidrógeno.

Para el apropiado funcionamiento de la “Stack H-1000 Fuel Cell” se debe ingresar un flujo de hidrógeno de $13 \text{ L}/\text{min}$ de modo ininterrumpido, y teniendo a disposición un cilindro de

gas de hidrógeno comprimido de un volumen de 5 metros cúbicos ($5m^3$) donde se puede deducir un tiempo de duración del cilindro en curso.

Donde:

$$1m^3 = 1000 L$$

$$5m^3 = 5000 L$$

Y la apreciación del tiempo de duración está dada por:

$$Duración = \frac{Capacidad [L]}{Flujo [L/min]}$$

Y la estimación del tiempo de duración está dada por

$$Duración = \frac{5000 [L]}{13 [L/min]}$$

$$Duración = 384.615 \text{ min} \approx 6.41 \text{ horas.}$$

Por lo tanto, se puede expresar que el tiempo que brinda la pila PEM para guardar la información respectiva es de 6.41 horas. Siendo esto un tiempo prudente para solucionar el inconveniente presente.

2.2 Fase de Modelo del Sistema

En esta sección se precisa a detallar el modelo del sistema que refiere al diseño de bloques, electrónico y la lista de materiales necesarios para cumplir con la aplicación de la propuesta vigente.

2.2.1 Diseño de Bloques

En el diseño de bloques se enlista el proceso que se requiere para elaborar el sistema y funcionamiento del UPS a utilizar, se demostrará una variedad y la selección oportuna del instrumento a seguir.

2.2.1.1 Tecnología de los SAIs.

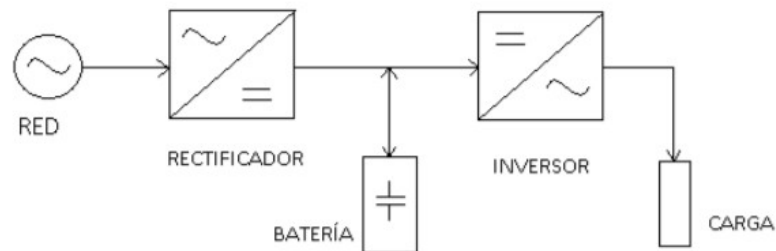
Con los avances tecnológicos se ha implementado los SAIs estáticos de corriente alterna, existe una variedad de tecnologías de SAIs. A pesar de eso, entre las tecnologías más sencillas se representan en:

- SAI on-line (en línea)
- SAI off-line, stand-by o no-break (fuera de línea)
- SAI line-interactive (interactivo o paralelo) (Albarrán Núñez, 2016)

2.2.1.2 SAI on-line

Este SAI compone de cuatro factores esenciales, los cuales se expresan en la Figura 5., siendo un rectificador, es decir, conversor de corriente alterna a corriente continua, además, una batería, un inversor, que representa al conversor de corriente continua a corriente alterna, finalmente, una carga. (Albarrán Núñez, 2016)

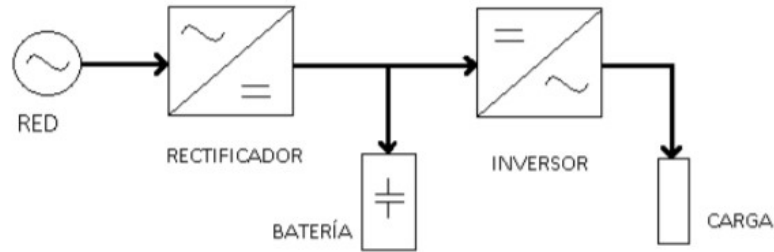
Figura 5. SAI on-line



Fuente: (Albarrán Núñez, 2016)

Por otro lado, en condiciones estándares de la red que representa la Figura 6., indica que la línea alimenta al rectificador. Desde el rectificador, se alimenta la batería y el inversor, como a la vez, alimenta la carga. (Albarrán Núñez, 2016)

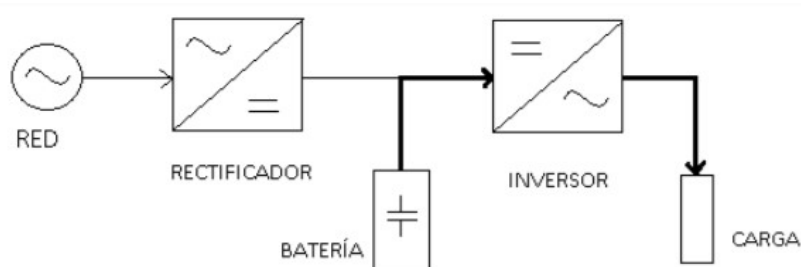
Figura 6. SAI on-line en condiciones estándares en operación.



Fuente: (Albarrán Núñez, 2016)

Sin embargo, se considera que en el caso de generarse alguna contingencia en la red que consiga estimular alteraciones en la carga, el SAI se desconecta de la línea de alimentación, tal como se expresa en la Figura 7. Donde la batería debe dedicarse de la alimentación de la carga mediante el inversor. (Albarrán Núñez, 2016)

Figura 7. SAI on-line en condiciones de falta de alimentación.



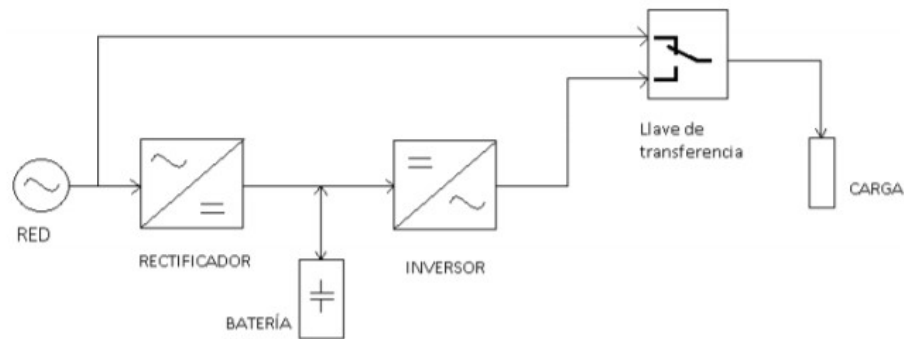
Fuente: (Albarrán Núñez, 2016)

Mediante esta simbolización se puede mostrar que esta tecnología posee un gran beneficio, que se trata en que el tiempo de transferencia es prácticamente nulo. (Albarrán Núñez, 2016)

2.2.1.3 SAI off-line

Los SAIs de esta tipología están conformados esencialmente por seis componentes expresados en la Figura 8., que refiere a un rectificador, una batería, un bypass estático, un inversor, como también una llave de transferencia y una carga. La llave de transferencia consiste en un dispositivo estático o electromagnético, que con relación a las condiciones de la red conmuta de un modo de trabajo a otro. El rectificador asimismo se logra denominar cargador, ya que este dispositivo carga la batería. (Albarrán Núñez, 2016)

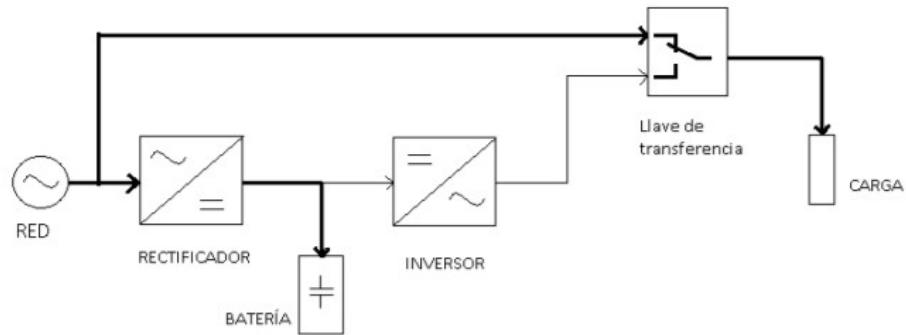
Figura 8. SAI off-line



Fuente: (Albarrán Núñez, 2016)

En condiciones estándares de la red, como las ilustra la Figura 9., la llave de transferencia conecta la línea de bypass a la carga. En este contexto, la carga es alimentada de manera directa desde la línea de alimentación. Al mismo tiempo, está se dedica a cargar la batería mediante el cargador. (Albarrán Núñez, 2016)

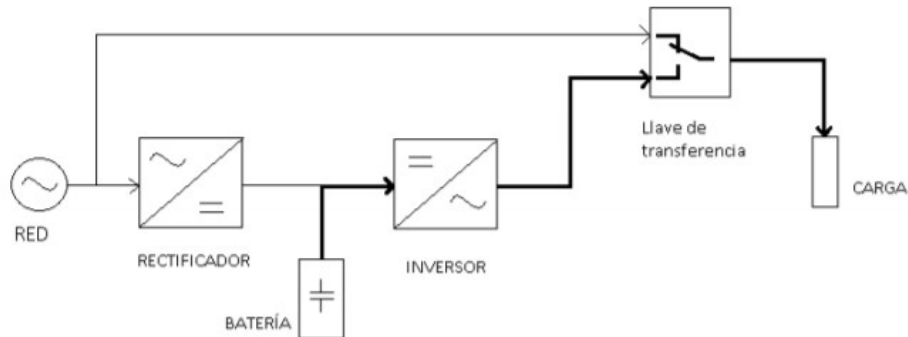
Figura 9. SAI off-line en condiciones normales de operación.



Fuente: (Albarrán Núñez, 2016)

Si se genera algún fallo en la alimentación, donde se representa en la Figura 10., la llave conmuta, ya que la carga pasa a alimentarse por la batería mediante el inversor. Esto logra que el rectificador se desconecte.

Figura 10. SAI off-line en condiciones normales de alimentación.



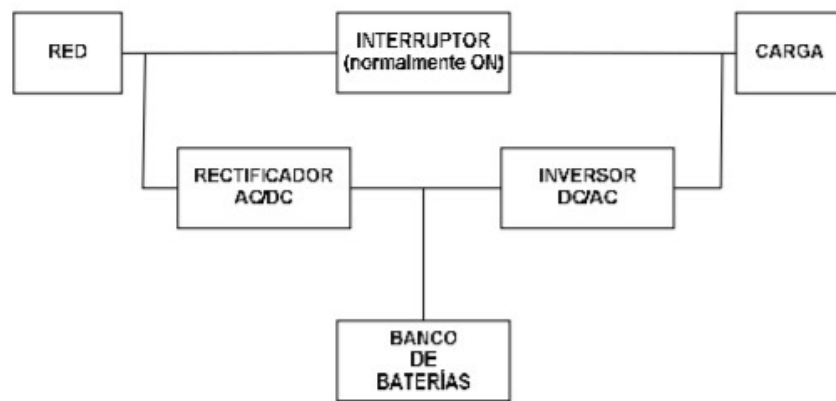
Fuente: (Albarrán Núñez, 2016)

Realizando un análisis comparativo, la diferencia a los SAIs on-line, es que esta tipología de SAI consigue un tiempo de transferencia apreciable y tiene conectada la carga de manera directa a la red en condiciones normales de la misma, donde en cualquier irregularidad en la tensión de alimentación es transmitida directamente a la carga. (Albarrán Núñez, 2016)

2.2.1.4 UPS off-line.

En esta investigación se seleccionó el UPS off-line, el cual se considera apropiado para la conservación del medio ambiente y para el cumplimiento de la normativa de la Seguridad de la Información dentro de una oficina promedio. Por aquello, se precisa detallar el funcionamiento técnico de este Sistema de Alimentación Interrumpida.

Figura 11. Diagrama de bloques del UPS off-line



Fuente: (Choque Zapana, 2018)

A través de la figura 11., que detalla el diagrama o sucesión a seguir en este sistema de alimentación interrumpida, la cual cuenta de un convertidor AC/DC, un banco de baterías, un inversor DC/AC y un interruptor estático. El interruptor estará cerrado en el momento de operación normal, la red AC ejerce dentro de un rango definitivo.

Por aquello, la carga se alimenta de manera directa de la misma, sin ningún tipo de conversión. Sin embargo, el convertidor AC/DC carga el banco de baterías. En esta ocasión el rectificador es dimensionado para valores más pequeño, dando diferencia en el caso anterior, ya que ahora mediante de él no va a alimentar la potencia solicitada por la carga. Entonces, el inversor sí que será dimensionado para el 100% de la potencia requerida por la carga. (Choque Zapana, 2018)

El convertidor DC/AC, permanece conectado en paralelo a la carga y en standby mientras que el comportamiento de la Red sea el adecuado, cuando ésta se salga del rango la energía solicitada por la carga será provista por las baterías mediante el inversor, por el tiempo de back-up determinado o hasta que la Red se estabilice. El lapso de transferencia está normalmente sobre un cuarto del ciclo de la línea.

En modo estándar, es habitual emplear el inversor como filtro activo para disminuir el contenido de armónicos de la red o para optimar el factor de potencia de la carga. Actualmente, hay dos tipos de funcionamiento posible para esta topología, los cuales son: el modo normal, y el modo de energía almacenada. (Choque Zapana, 2018)

Modo Normal de Operación

Por aquello, se expresa que, en este modo, la energía fluye de manera directa de la Red a la carga, universalmente se implementa un filtro antes de la carga para corregir las condiciones de entrada a la misma. No obstante, el convertidos AC/DC irá cargando las baterías con el propósito de proveer potencia cuando sea necesaria en el modo de energía almacenada. (Choque Zapana, 2018)

Modo de Energía almacenada

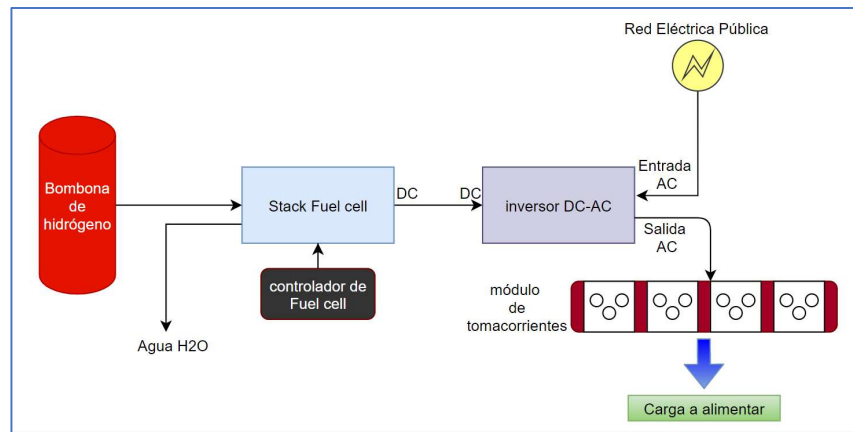
Al momento que la Red sale de rango, se provee la potencia necesaria a la carga a través de baterías por medio del inversor, esto será así o hasta que la red retorne a valores tolerables o hasta que se culmine el tiempo de back-up definido. Como ya se mostró con antelación, al no tener que dimensionar el rectificador para el 100% de la potencia requerida por la carga el coste de esta topología es menor que la de las UPS on-line. (Choque Zapana, 2018)

Como ventajas primordiales de este tipo se localizan su diseño simple, bajo costo e inapreciable tamaño. Sin embargo, la carencia de asilamiento entre la carga y la Red consigue

ser una dificultad en el caso que ésta fuese solicitada, la no existencia de regulación para la tensión de salida, los largos tiempos de cambio y un bajo provecho cuando se alimentan cargas no lineales. El uso de un transformador trifásico consigue proporcionar el aislamiento eléctrico demandado, éste suministra una alta fiabilidad a un coste moderado. (Choque Zapana, 2018)

Diagrama del Diseño UPS

Figura 12. Diagrama del Diseño UPS

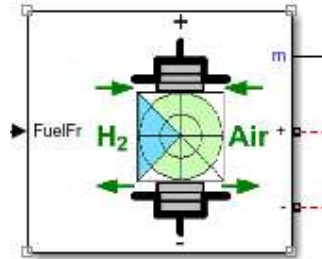


Elaborado por: Los autores

En base a esta simulación expuesta, el diagrama del Diseño del UPS se dirige a través de las teorías y conceptualizaciones que rigen al UPS convencional, donde existe una variación para cumplir con la propuesta actual. Dentro del sistema de la alimentación interrumpida, se toma como modelo el UPS convencional, pero se alterna la batería común por las celdas de combustibles de hidrógeno adaptables a este sistema expuesto.

2.2.2 Fuel Cell Stack

Figura 13. Sistema de energía especializado

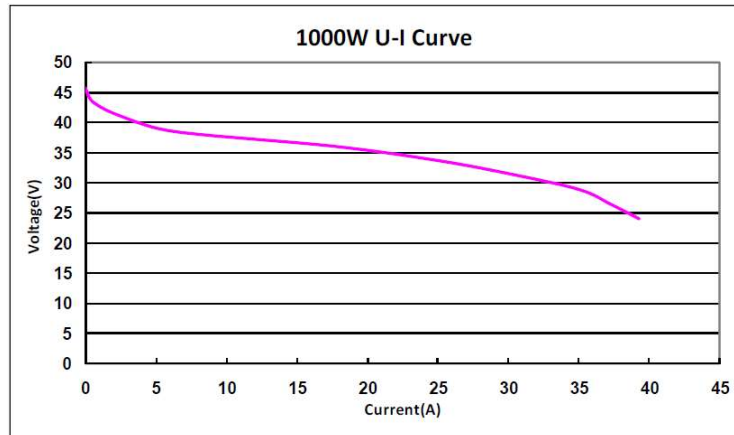


Fuente: (The MathWorks, 2020)

Para realizar el modelo y simulación de este diseño se hace uso de Simulink que es una herramienta especial para simular comportamientos de sistemas dinámicos. Esta herramienta cuenta con un sinnúmero de librerías de bloques (blocksets) en su biblioteca, entre ellos se tiene a disposición el bloque que hará que sea muy útil para el diseño propuesto, el bloque Fuel Cell, que es un bloque modelo en el cual se logra parametrizar las pilas de combustibles más conocidos, los cuales se refieren a los alimentados con hidrógeno y aire.

El bloque tiene dos tipos de modelos: simplificado y detallado. Para este diseño se debe ajustarlo a un modelo simplificado debido a que el proyecto no se requiere someter a la celda de combustible a condiciones extremas como temperaturas críticas o altas presiones. Solo trabajaremos en valores nominales, es decir, en condiciones normales de trabajo. Para los parámetros de este circuito se puede modificarlo a los valores que se obtiene a partir de la curva de polarización (ver figura 14) que se obtiene de la hoja técnica de la celda que brinda el fabricante.

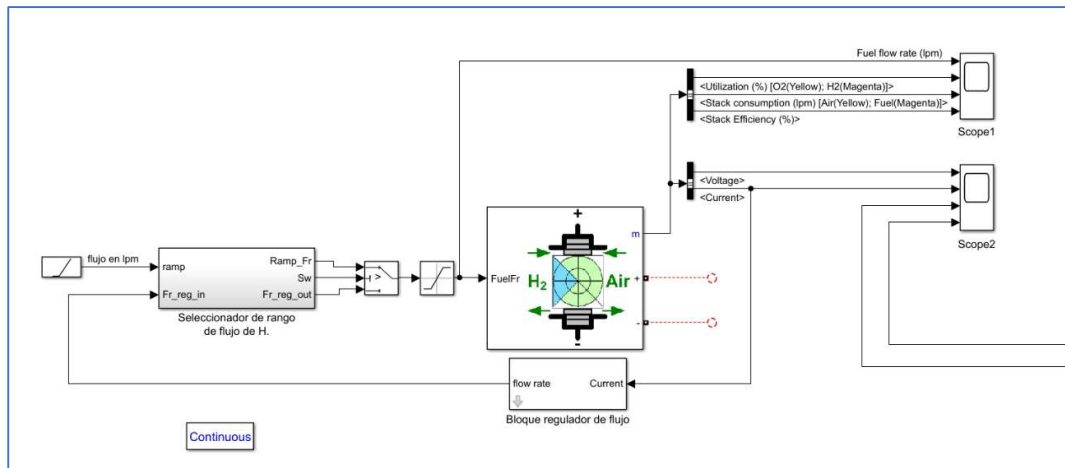
Figura 14. Curva de Polarización del H-1000 Fuel Cell Stack.



Fuente: (The MathWorks, 2020)

2.2.3 Bloque acondicionado para la simulación de una Fuel Cell.

Figura 15. Bloque acondicionado para la simulación de una Fuel Cell.



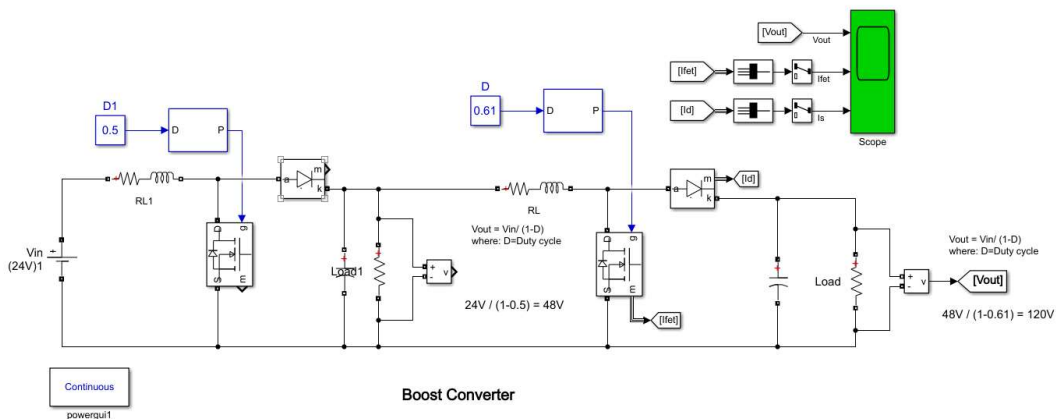
Fuente: (The MathWorks, 2020)

Este bloque de Fuel Cell fue condicionado para obtener a la salida una de 24 VDC a una potencia de 1000 W. Durante los primeros instantes, por medio del seleccionador de flujo, comienza con un valor constante de flujo nominal del hidrógeno y el consumo del aire. El bloque regulador de flujo se lo configura para que se realice una variación del aumento del flujo que ingresa la pila de combustible.

A la salida, se cuenta con dos Scope para la visualización de los parámetros, entre ellos el porcentaje de utilización del oxígeno e hidrógeno, el consumo en lpm (litros por minuto) y la más importante, la eficiencia, todo esto se visualizará en el Scope1. Para el Scope2 se visualizará la gráfica del comportamiento que tiene el voltaje obtenido a la salida y la corriente a la que trabaja.

2.2.4 Bloque convertidor elevador de Potencia DC a DC.

Figura 16. Bloque convertidor elevador de Potencia DC a DC.



Fuente: (The MathWorks, 2020)

En este caso, para poder tener una tensión AC en la salida de nuestro sistema UPS, se debe tomar de la salida de la pila de combustible el voltaje de 24 DC y convertirlo a una tensión más alta, es por ello que se usará primero un convertidor elevador de potencia de DC a DC para llevar el voltaje de 24 DC a 48 DC, que realiza la acción de aumentar el valor DC de su entrada entregando un valor elevado de DC a su salida. Y el valor obtenido a la salida se volverá a elevarlo por medio de la misma configuración del bloque convertidor elevador para llevar los 48 DC a 120 DC. Para que esto se lleve a cabo ajustaremos los valores Duty Cycle en el cual se aplicará la siguiente expresión.

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{1 - D}$$

Donde:

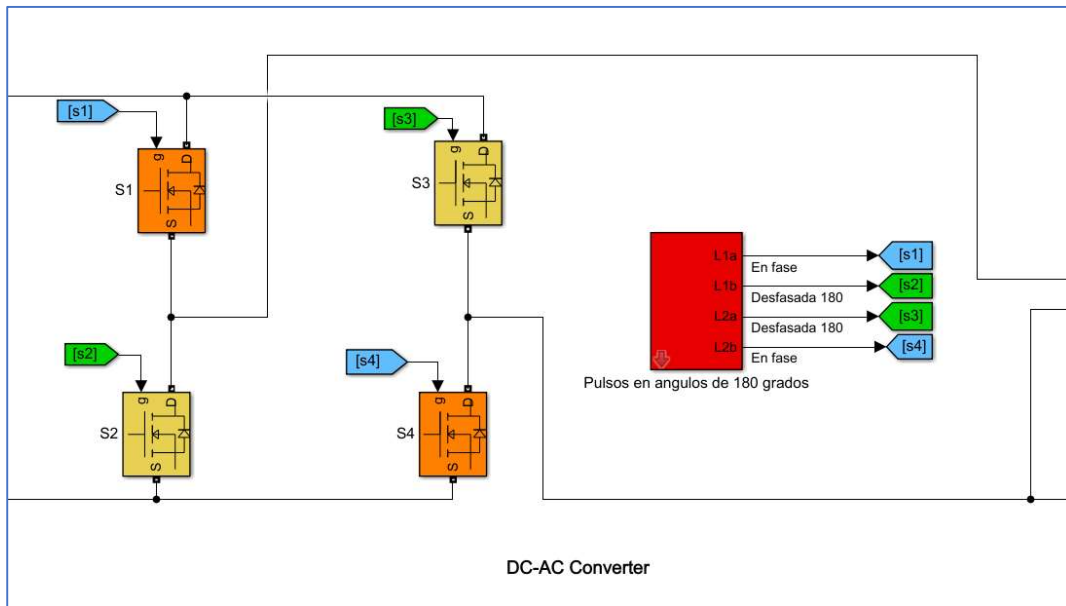
V_{out} : Voltaje de salida

V_{in} : Voltaje de entrada

D : Duty Cycle

2.2.5 Bloque inversor

Figura 17. Bloque Inversor

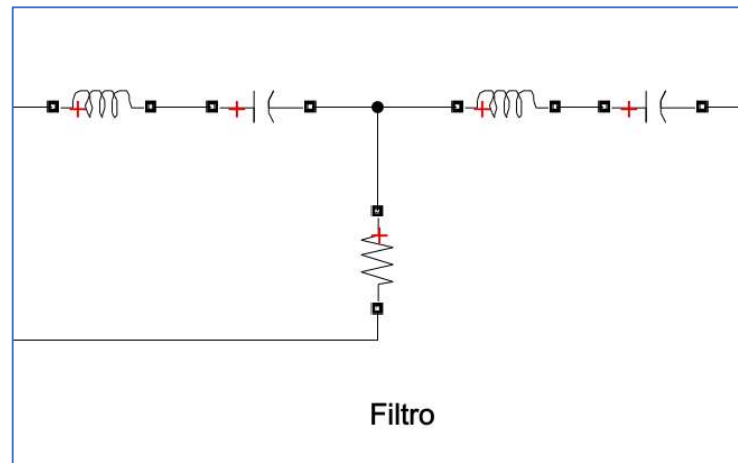


Fuente: (The MathWorks, 2020)

Para obtener a la salida una tensión AC se necesita convertir la señal DC proveniente de la salida del Boost Converter. Es por ello, que se utilizará este diseño, que por medio de unos MOSFET y un controlador de pulsos en fase y desfase de 180 grados se hará que esta señal DC se transforma a una señal de onda senoidal.

2.2.6 Filtro

Figura 18. Bloque Filtro



Fuente: (The MathWorks, 2020)

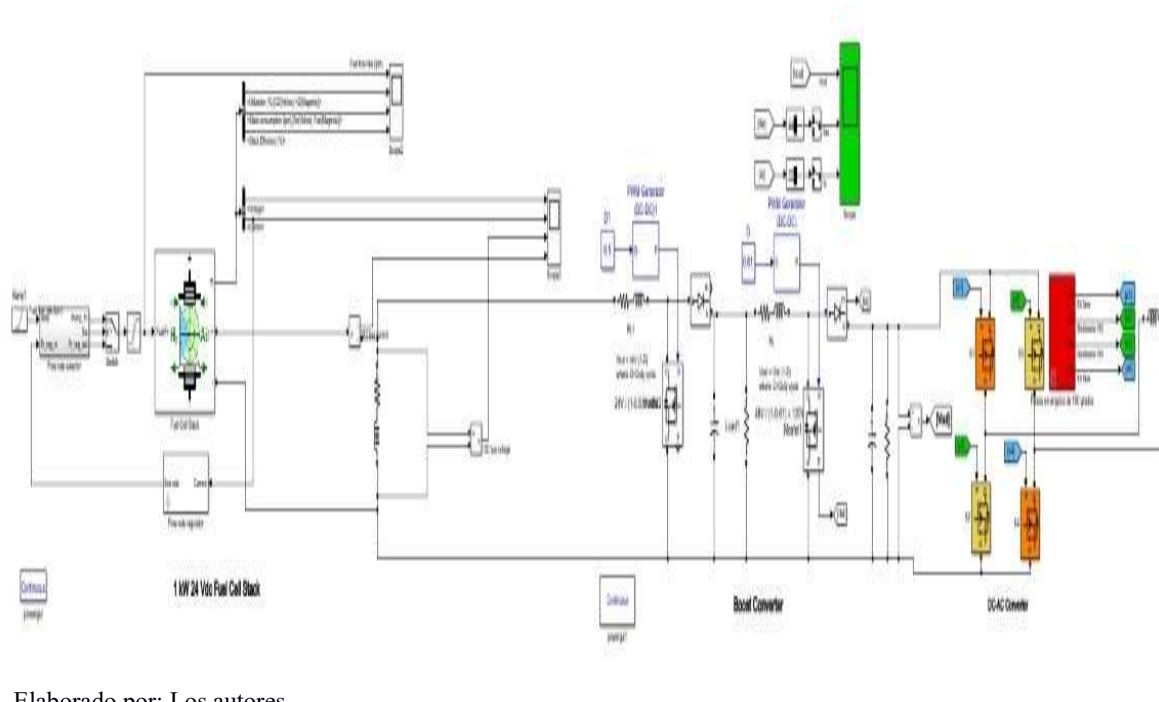
Cualquier ruido que se obtenga en nuestra onda senoidal obtenida a la salida del bloque inversor puede generar alguna falla en los equipos, es por ello, que se utilizará un filtro que eliminará cualquier ruido que se presente en la señal para así obtener una señal senoidal más limpia a la salida de este diseño UPS.

2.3 Diseño Electrónico

2.3.1 Diseño de bloques en Matlab.

En el diseño electrónico se utilizó el software de Matlab y mediante la herramienta Simulink se procedió a agregar los bloques necesarios para el diseño del UPS, el cual consiste en agregar el bloque de la celda de combustible, seguido de un boost DC/DC converter y finalmente un inversor de voltaje más un filtro.

Figura 19. Diseño electrónico mediante el software de MATLAB



Elaborado por: Los autores

2.3.2 Lista de Materiales

En esta sección se enlistará los materiales a usar de acuerdo al diseño electrónico planteado, se ve la instrumentación necesaria.

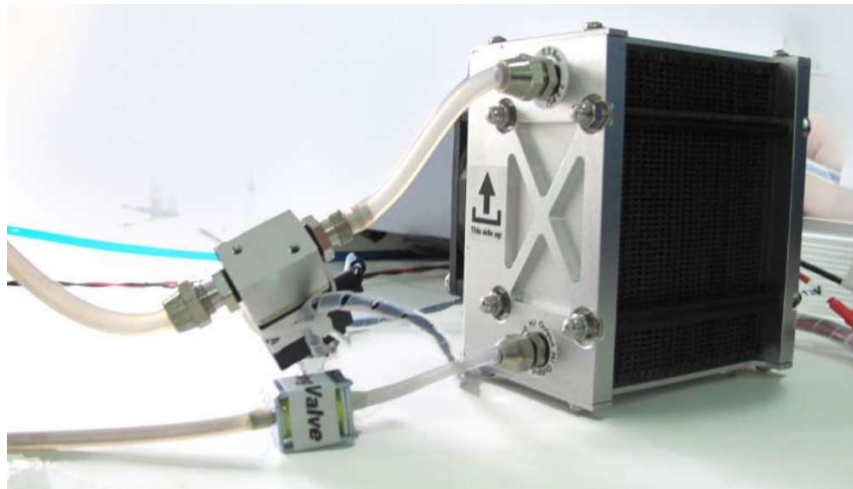
- Celda de combustible
- Cilindro de Hidrógeno
- Inversor 24VDC/110VAC + Conmutador incluido
- Cables para conexión
- Tomas corrientes 110V
- Case (Diseño de carcasa para la instrumentación electrónica)

2.4 Fase de Instrumentación de Sistema UPS

2.4.1 Modos de Almacenar energía (Pila de Hidrógeno)

PEM

Figura 20. Pila de combustible

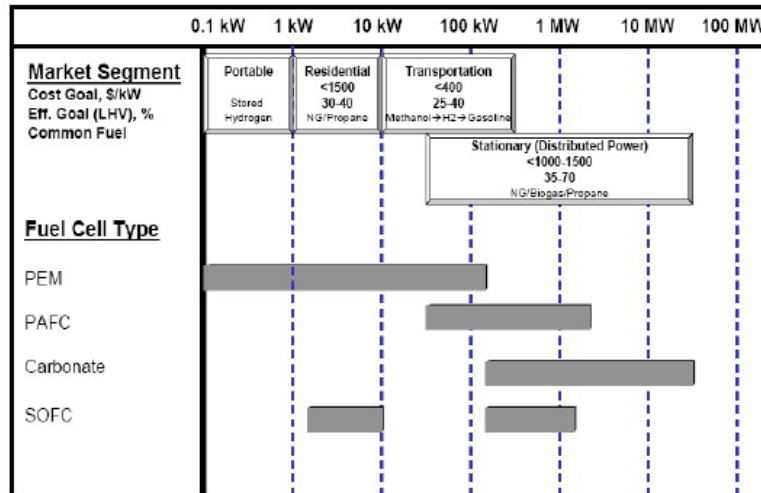


Fuente: (Fuel Cell Store, 2019)

En la actualidad, hay distintas tecnologías de pilas de combustibles en el mercado competitivo, las cuales son determinadas con relación al electrolito que se requiere, a su temperatura de funcionamiento, etc.

En la figura 19., se detalla los segmentos del mercado donde se comercializa los sistemas basados en pilas de combustibles, el gasto que implica esta corrida para cada uno de ellos y los tipos de células de combustible competitivas en cada ámbito del mercado.

Figura 21. Tipos de pilas de combustibles en distintos sectores del mercado



Fuente: (Martínez Reyes, 2016)

Mediante la información expresada se puede notificar que las pilas de combustibles de baja temperatura como las PEM (Proton Exchange Membrane) y PAFC (Phosphoric Acid Fuel Cell) están siendo aplicadas en dispositivos portátiles, energía residencial y aplicaciones de transporte. Esto se debe a las prestaciones que brinda estas tecnologías, tales como: construcción ligera, compacta y rápida puesta en marcha. Sin embargo, las pilas de combustibles de alta temperatura, como los dispositivos de carbonatos fundidos (carbonate) y los de óxido sólido (SOFC-Solid Oxide Fuel Cells), las cuales brindan simplicidad y un incremento en la eficiencia. Se enfocan en la generación estacionaria de potencia a corto plazo y en grandes plantas de generación de energía (10-50 MW) a largo plazo. Al mismo tiempo, los costes en las pilas de combustibles de alta temperatura pueden llegar a reducirse por fácil procesado de combustible que estás solicitan.

Por otro lado, es importante realizar un estudio de cada aplicación concreta para establecer el modelo de la pila de combustible más apropiada para garantizar un óptimo funcionamiento. De las variedades de pilas de combustibles disponibles en el mercado, las más

convenientes para la generación de energía en sistemas eléctricos, en el marco del sector transporte, son las pilas de combustibles tipo PEM y SOFC.

Pila de combustible tipo PEM

Las pilas de combustibles tipo PEM funcionan a temperaturas respectivamente bajas y se determinan por poseer una alta densidad de potencia y capacidad para transformar de manera rápida su salida a la hora de atender a cambios en la demanda de la misma. Estas peculiaridades las definen como apropiadas para la aplicación donde se necesita un arranque rápido, ya que se requiere de menor tiempo de calentamiento que ciertos tipos de pila. Igualmente, el uso de un polímero sólido como electrolito impide las dificultades vinculados a los electrolitos líquidos, como modelo se indica que disminuye la corrosión, lo que supone un bajo desgaste de los componentes del sistema, entonces, se genera una mayor durabilidad de estos. Es esencial resaltar que esta tipología de pila sostiene una relación propicia entre la dimensión y la energía que genera.

Las pilas de combustibles de tipo PEM trabajan con el catalizador de platino. Donde es importante describir que además de ponderar el sistema, admite otra desventaja: hace a esta tecnología considerablemente sensible a la contaminación por CO, por lo que es preciso usar un reactor opcional para disminuir el nivel de este en el gas combustible. Este inconveniente se declina cuando el hidrógeno aplicado viene de un combustible alcohol o hidrocarburo.

Tabla 3. Principales características técnicas de las pilas de combustibles PEM y SOFC

Pila de combustible	T° de trabajo (° C)	Tiempo de encendido (h)	Densidad de potencia (mWcm ⁻²)	Eficiencia Eléctrica (%)	Combustibles	P (kW)	Intolerancias frente al combustible reformado
PEM	60-100	<0.1	420	45-60%	Hidrogeno puro y reformado	1-10kW	CO=>↓η
SOFC	800-1000	-	120	50-65% (70% Trabajando con turbina)	Hidrógeno, gas metano y natural, CO	Más de 100kW	No hace falta reformar el combustible

Fuente: (Martínez Reyes, 2016)

Mediante los datos indicados en la Tabla 3., se manifiesta que la pila PEM es la más conveniente para el uso del suministro de energía a base de hidrógeno limpio. Se detalla que esta pila requiere de menor grado de temperatura, dando garantía al cuidado de los recursos sostenible y biodegradables. Además, en base a este apartado se puede comprobar que el tiempo de encendido que posee es < 0.1 h y con una eficiencia eléctrica de 45-60%. Adicionalmente, requiere de una potencia de 1-10 KW aproximadamente.

Es necesario mencionar que en las políticas de seguridad de la información que demanda la Norma ISO 27000, que refiere al Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI) indica que se debe gestionar la protección y almacenamiento de la información relevante en los dispositivos electrónicos y que se debe acudir a técnicas o estrategias necesarias para cumplirlo dentro de una empresa. (La norma ISO 27001, s.f.)

Esta propuesta ha seleccionado el uso de la Pila de Combustible PEM, ya que se considera el apropiado para cumplir con los procesos que demanda el Diseño de un Sistema Ininterrumpido en el uso del Hidrógeno, además, favorece a los propósitos de este proyecto de hacer uso de

materiales y recursos que aporten al cuidado del medio ambiente y que sea innovador con energía limpia y sostenible en su totalidad.

2.4.2 Cilindro de Hidrógeno

El elemento principal es el hidrógeno puro, el cual nos servirá como fuente de energía del UPS propuesto.

Figura 22. Cilindro de Hidrógeno



Fuente: (INDURA S.A, 2015)

2.4.3 Conmutador

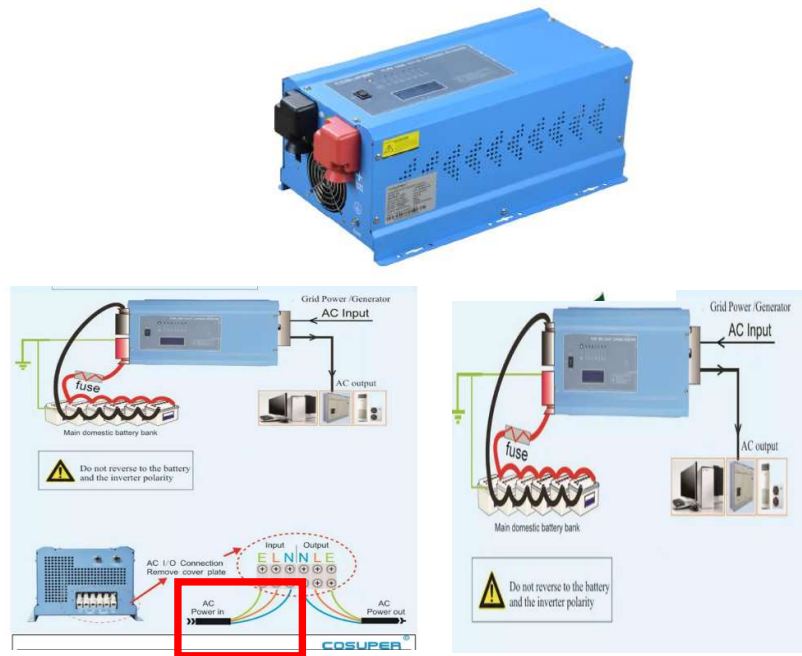
El conmutador tiene como fin, accionar el sistema del UPS al momento de que se presente el corte de energía principal. Donde cabe mencionar que este recurso esta implementado dentro del sistema del inversor DC a AC propuesto en el siguiente apartado.

2.4.4 Inversor DC a AC

Los equipos eléctricos o electrónicos operan cuando se le provee tensiones alternas que lo ofrece la red eléctrica pública, es por esta razón que el voltaje DC que brinda el stack de celdas

hay que transformarlo a tensiones alternas (voltaje AC) para que se consiga el trabajo de los equipos conectados al diseño expuesto. Por ende, se va a utilizar el inversor DC a AC.

Figura 23. Inversor DC a AC



Fuente: (COSUPER, 2019)

La idea principal es que se realice la conexión de lo que está en el diagrama, la diferencia es que en vez de las baterías (battery bank) va conectado al stack de celda de combustible, en otros términos, la salida de voltaje DC que entrega el stack. Asimismo, en la una entrada de voltaje AC (AC input o AC power in del diagrama) va conectado a la energía eléctrica de la red pública. Como última fase, en la salida (AC output) es donde van conectados los quipos eléctricos para lo cual se está diseñando, UPS.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Después de haber indicado la metodología e instrumentos que se utilizó en el proceso de esta propuesta presente, se precisa plantear el análisis y resultados mediante la simulación del diseño de alimentación ininterrumpida de energía a base de hidrógeno. La cual se detalla a continuación:

3.1 Simulación del diseño propuesto.

Para el análisis de este diseño se parte del análisis de las gráficas obtenidas en cada proceso de llevar la conversión desde la tensión DC obtenida a la salida de la celda de combustible, pasando por un proceso de adecuación de la señal y conversión de la misma, hasta obtener una tensión AC de 120V a la salida del UPS, con el fin de que puedan alimentar las cargas o equipos eléctricos que se conectan a esta unidad.

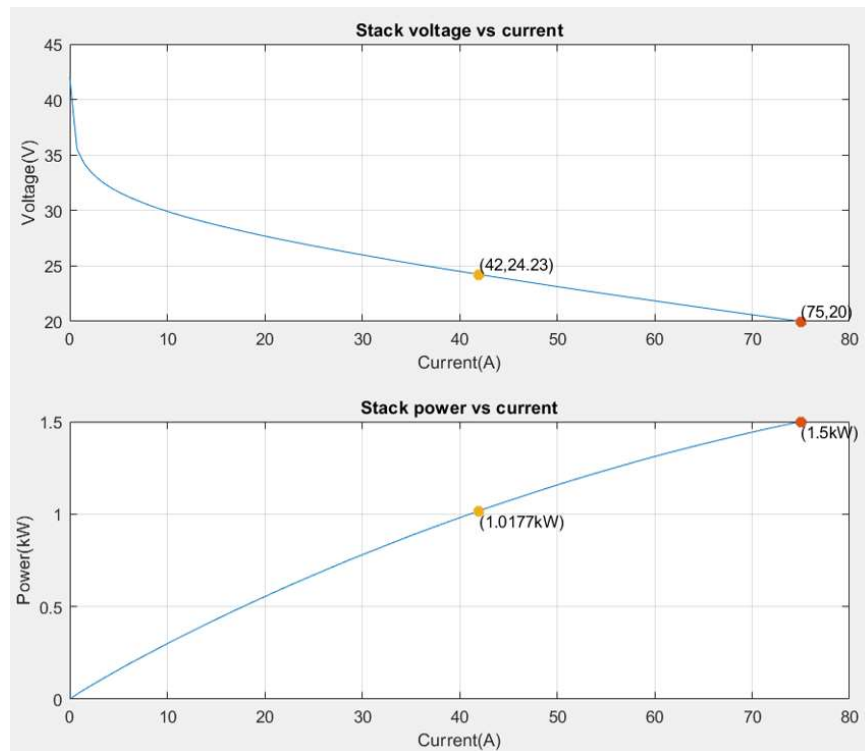
3.2 Características de la pila de combustible

La determinación de la característica de la pila de combustible viene dada por la tensión que existe entre los terminales de la pila y la corriente que consume a medida que se aumenta la carga dependiendo de las sus necesidades. Para ello, se ha ajustado el bloque Fuel cell a ciertos parámetros que se requiere para que se ajuste a la potencia de 1 KW, tensión en sus terminales de 24 VDC y a un suministro de corriente máxima de 42 A.

A continuación, se muestra el comportamiento de la corriente estática (Voltage vs Current) que se ha diseñado para que la Fuel cell responda a las necesidades de este diseño. Se tiene un

modelo de simulación en el cual se puede observar que para el punto de operación de la celda se tiene la tensión y corriente que se demande.

Gráfico 2. Curva típica de polarización de una celda de combustible del tipo PEM. (Gráfica obtenida del diseño en Simulink).



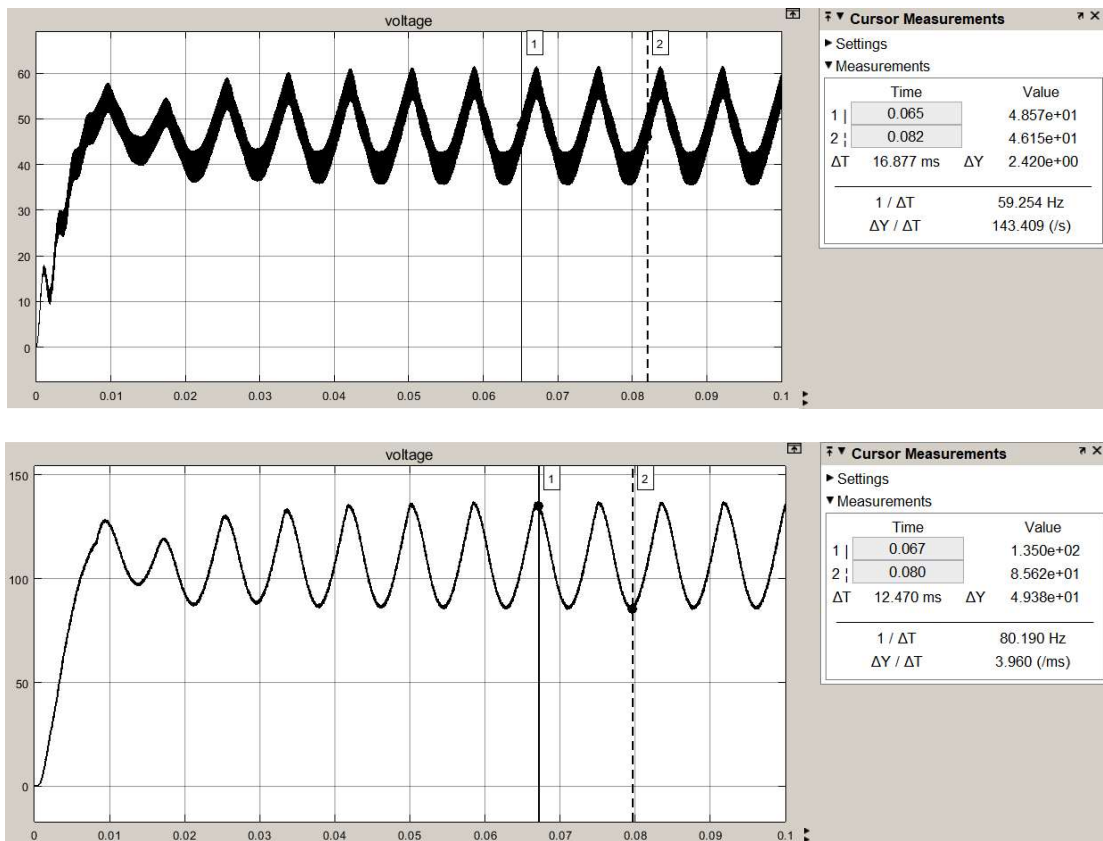
Elaborado por: Los autores

Por otra parte, se puede observar que una vez que el circuito se cierra, al colocar la carga, la corriente fluye y, por ende, se provoca una caída de tensión, que es lo que sucede con una celda de combustible física debido a las conducciones de cargas que existen dentro de los electrolitos de la celda.

Como puede observarse en el Gráfico 1., la celda de combustible trabajara a una potencia máxima de 1.5 kW, por lo que no es conveniente que opere por este rango de valores debido a que por esta zona la tensión en la salida de la pila tiende a decrecer. Por esto la celda se ha ajustado para que nos suministre una tensión de 24 V a una corriente de carga de 42 A.

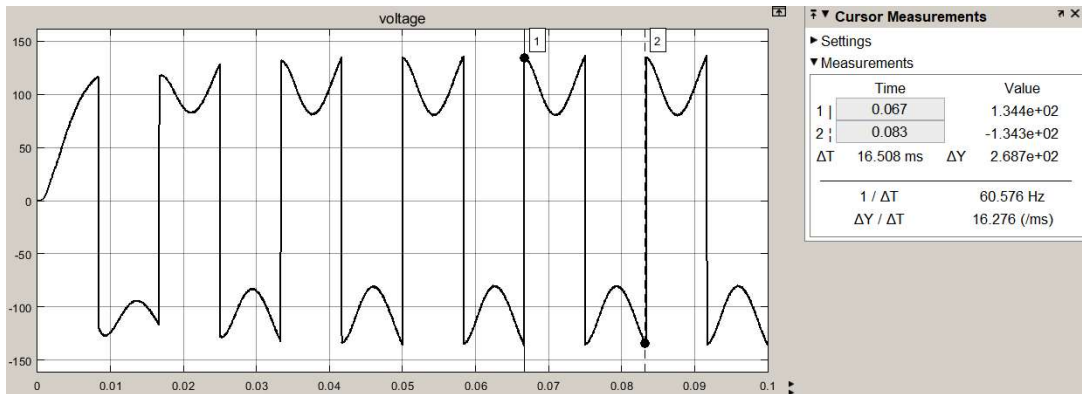
Los resultados de la simulación del bloque de la celda de combustible, cuyos parámetros los modificamos acorde a las necesidades, son exactamente los resultados esperados para arrancar con el proceso de conversión y adecuación de la señal, con ayuda de los bloques DC*DC e inversor, demostrando que el modelo celda de combustible cumple con las características necesarias para los requerimientos.

Gráfico 3. Forma de onda obtenida a la salida de cada bloque convertidor DC-DC.



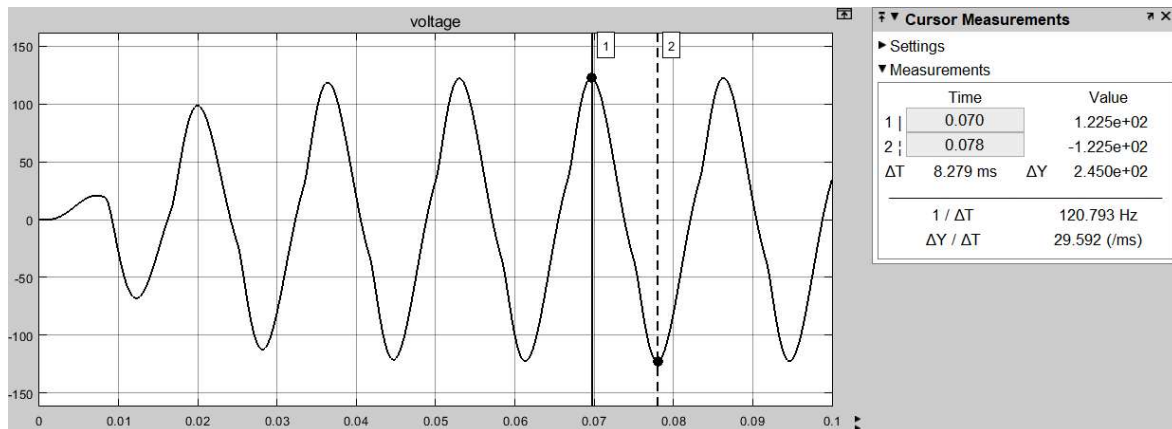
Elaborado por: Los autores

Gráfico 4. Forma de onda obtenida a la salida del inversor sin filtrar.



Elaborado por: Los autores

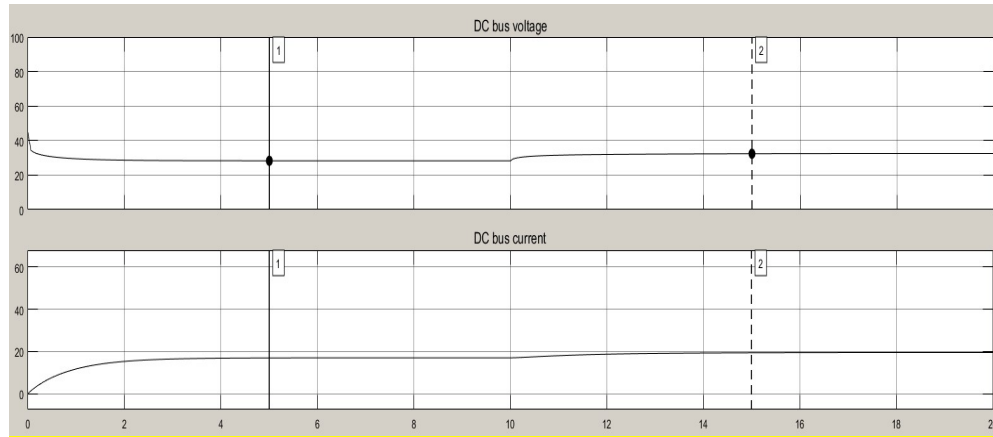
Gráfico 5. Forma de onda de la tensión a la salida del inversor DC-AC generadas mediante la simulación del diseño.



Elaborado por: Los autores

Al inicio de la gráfica., se puede observar una etapa transiente, y esto es debido a que inicialmente, al momento en que ocurre el arranque de la celda existe una presión inicial la cual va fluctuando hasta llegar a un valor constante.

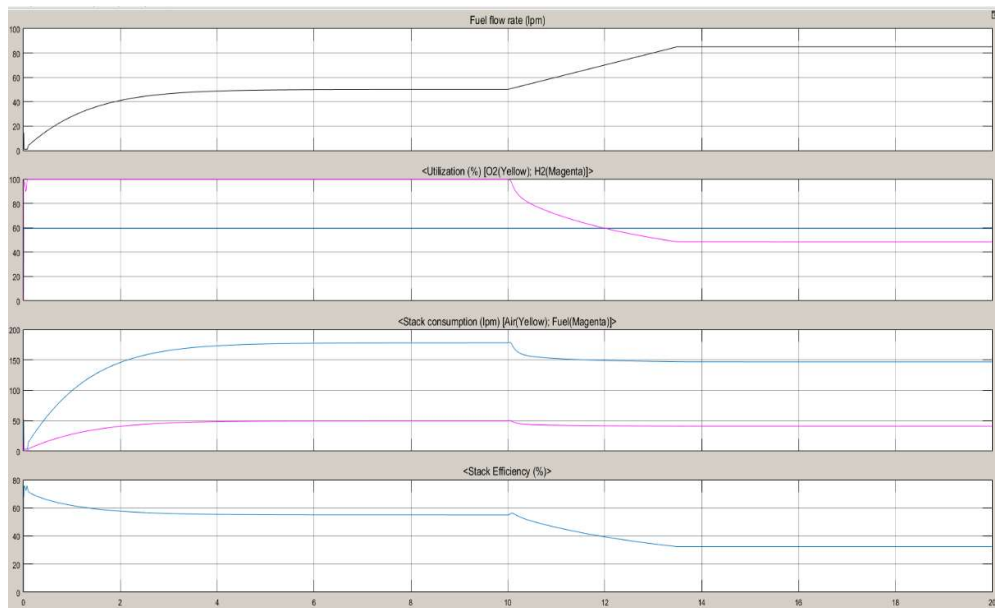
Gráfico 6. Forma de la tensión y corriente a la salida de la pila de combustible.



Elaborado por: Los autores

Como se puede apreciar al inicio existe fluctuaciones debido a la variación de la presión inicial del hidrógeno de la pila de combustible, luego de 15 segundos podemos ver como se mantiene el voltaje de 24~28 VC y la corriente con un valor de 20 AC, para este caso asumimos que se tiene un ordenador como carga.

Gráfico 7. Modelo de la celda de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM) que alimenta un inversor DC /AC de valor promedio de 24 V C.



Elaborado por: Los autores

Como se indicó en el gráfico 6, el voltaje nominal de la pila de combustible es de 24 V CC y la potencia nominal es de 1 kW. Durante los primeros 10 segundos de la simulación se ajustó para que el valor del hidrógeno se mantenga constante con un valor nominal de ($Uf_{H2} = 99,56\%$), posterior a esto se cambió el valor del caudal progresivamente y con esto se pudo observar la variación en el voltaje y de la corriente, con el fin de afectar el comportamiento de la eficiencia de la pila de combustible, consumo de oxígeno y por ende del ordenador como carga.

3.3 Análisis de Costo – Beneficio

3.3.1 Costo

Tabla 4. Factores principales para Diseñar el UPS a base de bombona de Hidrógeno

H-1000 PEM FUEL CELL	\$4259.00
INVERSOR COSUPER LPT2000-124	\$240
ROLLO DE CABLES 12AWG	\$16
PLANCHA DE 5MM ESPESOR	\$40
MODULOS DE TOMACORRIENTES	\$15
CILINDRO DE HIDRÓGENO	\$ 480
RECARGADA DE CILINDRO	\$ 12
TOTAL	\$ 5062.00

Elaborado por: Los autores

Mediante esta información se puede comprender que el costo que tendrá el UPS a base de Hidrógeno tendría un valor \$ 5062.00 dólares aproximadamente, donde se detalla cada componente esencial que hará el cumplimiento del diseño propuesto.

3.3.2 Beneficio

En este apartado se describe el beneficio que genera la propuesta del UPS a base de Hidrógeno. Donde se direcciona al cumplimiento de uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) adaptados a la planificación y estrategias en Ecuador, a la vez, esto es supervisado por las Naciones Unidas, en este caso, se toma como referencia el Objetivo 7, que trata de Garantizar al acceso de una asequible, segura, sostenible y moderna. (ONU, 2020)

Según ONU (2020) indica que “La energía es el factor que contribuye principalmente al cambio climático y representa alrededor de 60% de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero”. Por otro lado, anuncia que “la contaminación del aire en locales cerrados debido al uso de combustibles para la energía doméstica causó 4.3 millones en 2012, 6 de cada 10 de estas fueron mujeres y niñas”. El mismo autor informa que “En 2015, el 17.5% del consumo final de energía fue energías renovables”.

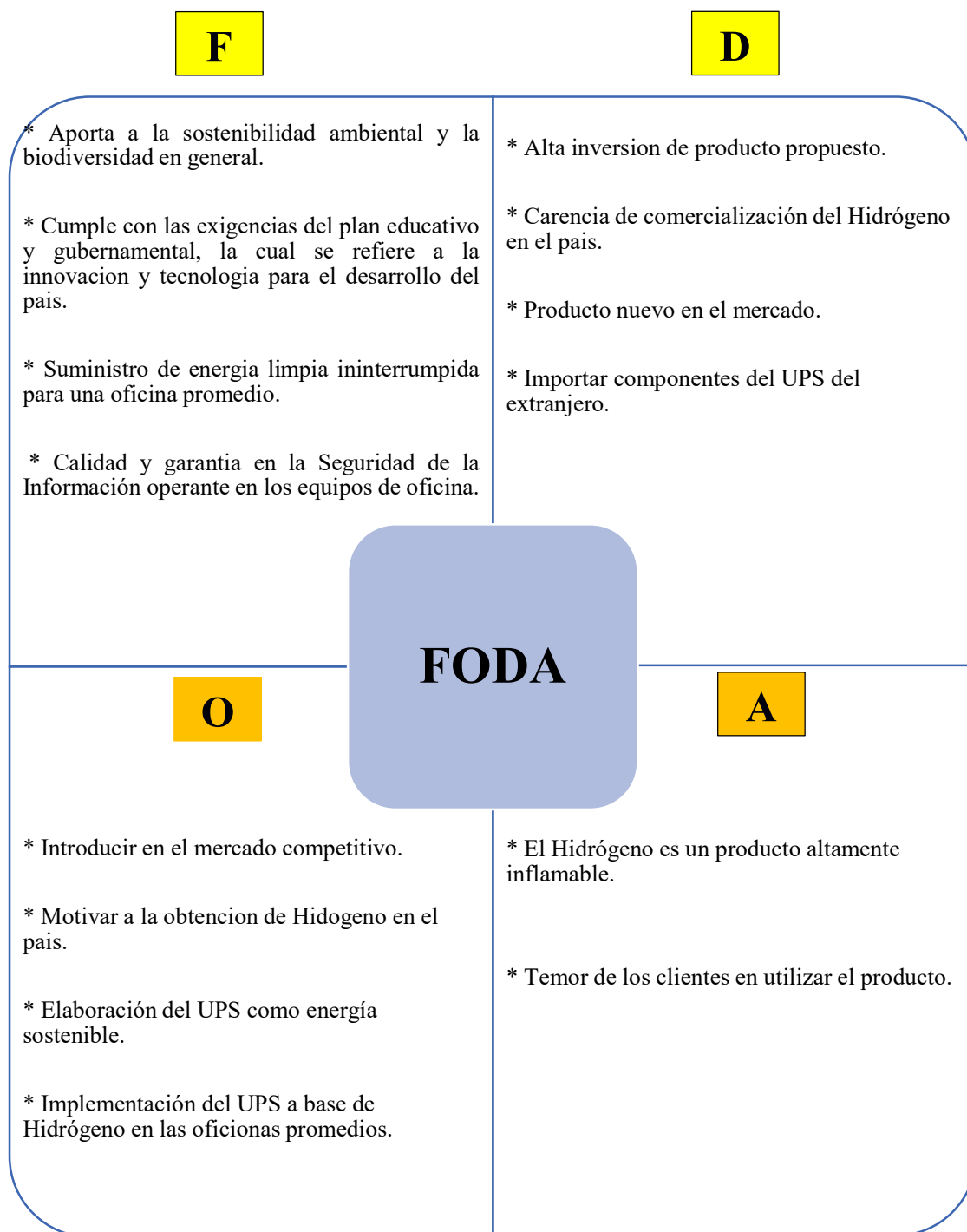
Por ende, se puede considerar que el cumplimiento e implementación del UPS con Bomnonas de Hidrógeno garantiza una energía asequible, segura, sostenible y moderna, ya que se producirá un producto nuevo a base de sustancia natural que contrarresta la contaminación ambiental.

Los beneficios que se expresa de la propuesta son factibles y viables a largo plazo, ya que los Objetivos de Desarrollo Sostenible indican que se debe cumplir a totalidad sus estrategias hasta el 2030. Entonces, en poco tiempo se podrá invertir en una energía moderna, como también se motivará a la producción de Hidrógeno para minorar los costos del mismo.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Figura 24. Matriz FODA



Elaborado por: Los autores

En base a esta matriz se puede analizar que las fortalezas de la propuesta se dirigen en la sostenibilidad de los recursos naturales y protegen la biodiversidad de manera integral. A la vez, se genera una energía limpia que aporta a la misma necesidad que se mantiene a nivel global. Por otro lado, se aporta al desarrollo del país, en base a la innovación y tecnología, siendo estos aspectos expuestos como estrategias para el crecimiento y fortalecimiento de la educación, la economía de la sociedad ecuatoriana con visión a ser modelo de emprendimiento para las demás naciones. Sin embargo, se hace referencia a la garantía de la seguridad de la información que se almacena en los equipos de oficina descritos.

Las debilidades que mantiene el producto propuesto son por el poco acceso al cilindro de hidrógeno, como también a las recargas del mismo, ya que Ecuador no es productor de esta materia prima. Asimismo, existen ciertos componentes que se requiere solicitar de proveedores extranjeros. Se considera debilidad al producto nuevo, por razones que las personas o el mercado desconoce de su efectividad y el costo de inversión como tal.

Las oportunidades que mantiene es la introducción en el mercado competitivo y alcanzar ser líder en el mercado actual. Además, genera un impulso y motivación a los estudiantes, científicos, entidades generales en la fabricación del hidrógeno en el país local. Al mismo tiempo, se tiene la posibilidad de que el proyecto o producto sea elaborado e implementado en las oficinas promedio como se planteó en el proyecto.

Las amenazas se encaminan al desconocimiento del uso de hidrógeno como generador de energía limpia y que los compradores o clientes tengan temor de hacer uso por razones que es un gas inflamable.

Cabe mencionar que existen varios combustibles y productos inflamables que al principio causa temor en el mercado, pero al demostrar su viabilidad llega alcanzar niveles altos de aceptación en el mismo.

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en este estudio, se precisa concluir respondiendo a los objetivos del mismo.

- Se precisó fundamentar la teoría con expresiones técnicas y cada detalle de los componentes individuales que forman el proceso de un sistema ininterrumpido de energía, más conocido como UPS que trabaja a través del uso de celdas de combustible. Se realizó un estudio bibliográfico y pertinente de la metodología aplicada en el diseño propuesto.
- Existe una gran diferencia con el uso del UPS con funcionamiento a batería y con las celdas de combustible para el abastecimiento de energía limpia dentro de una oficina promedio, donde las baterías, son productos altamente contaminantes y de poca duración para cumplir con la alimentación demandada. Además, no garantiza el tiempo necesario para la seguridad de la información manipulable en la oficina. Por otro lado, el UPS a base de hidrógeno compromete a brindar una energía sostenible y permite mayor duración en el suministro de la misma.
- Mediante el análisis de costo beneficio se pudo comprobar la factibilidad y viabilidad de la propuesta a largo plazo, donde este da como iniciativa a otras investigaciones para complementar y consolidar el nuevo producto dentro del mercado.

Recomendaciones

Mediante las conclusiones se puede recomendar de la siguiente manera:

- Proponer una nueva investigación sobre la generación del hidrógeno por procesos naturales para complementar el suministro del UPS propuesto. A la vez, se gestiona nuevos productos en el mercado con dirección a la innovación y desarrollo del país integral.

- Motivar a las empresas, oficinas y autoridades gubernamentales en la inversión de generadores de energía sostenible con el fin de garantizar la calidad de vida de las personas, asimismo, proteger los equipos tecnológicos que son abastecidos por el UPS propuesto.

- Indagar sobre la diversidad del uso y funcionamiento del hidrógeno que sirve como combustible de energía limpia en varios procesos eléctricos y electrónicos a futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Albarrán Núñez, S. (2016). *Diseño de un Sistema de Alimentación Ininterrumpida de un Centro de Procesamiento de Datos (CPD) (Bachelor's thesis)*.
- Albarrán Núñez, S. (2018). *Diseño de un Sistema de Alimentación Ininterrumpida de un Centro de Procesamiento de Datos (CPD) (Bachelor's thesis)*.
- Amaya, I. E. (2016). *Diseño de automatización de sistema de riego de invernadero para el desarrollo de la agricultura familiar en el marco de la seguridad alimentaria*. SANTA TECLA, EL SALVADOR: ESCUELA DE EDUCACIÓN DUAL - ITCA - FEPADE SEDE CENTRAL.
- Blázquez, J. P. (2013). *Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos*. Recuperado el 2019, de [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_\(Modulo_1\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_1).pdf)
- Choque Zapana, M. A. (2018). *Facultad de Tecnología Carrera De Electricidad*.
- CNFT. (2015). *Guía de Eficiencia Energética para Oficinas*. Obtenido de https://www.cnfl.go.cr/documentos/eficiencia/guia_eficiencia_oficinas.pdf
- COSUPER. (2019). *Cargador inversor de onda sinusoidal pura 1000W* . Obtenido de https://www.cosuper.com/inversor-cargador/cargador-inversor-de-onda-sinusoidal-pura-1000w-lpt1000_1.asp
- DE G. (2012). *Eficiencia energética*. ENERGÉTICA, 20, 28. Obtenido de <http://www.ga.prtr-es.es/data/images/resumen-eficiencia-energ%C3%A9tica.pdf>
- Demin, P. E. (2014). *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego*. Catamarca: INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria).

Domínguez, J. (2002). Celdas de combustible. *In Anales de mecánica y electricidad*, 14-18.

Fuel Cell Store. (2019). *H-1000 Fuel Cell Stack User Manual*. Obtenido de

<https://www.fuelcellstore.com/manuals/horizon-pem-fuel-cell-h-1000-manual.pdf>

Grupo Air Products . (2020). *Generación de energía. Alimentación eléctrica de reserva*.

Obtenido de Carburos Metálicos :

<http://www.carbueros.com/Industries/Energy/Hydrogen-Energy/Power-Generation/product-list/back-up-power-power-generation.aspx?itemId=117760A3D92E4342867D10C32EE715B4>

INDURA S.A. (2015). *Manual de Gases INDURA*. Obtenido de

<https://www.indura.com.ec/Descargar/Manual%20de%20Gases%20INDURA?path=%2Fcontent%2Fstorage%2Fec%2Fbiblioteca%2Fa06157be1df242c8ac1c9c6a21c6a3c9.pdf>

La norma ISO 27001. (s.f.). *Aspectos clave de su diseño e implantación*. Obtenido de

<file:///C:/Users/Andrea%20Zurita/Downloads/iso-27001-%20ASPECTOS%20CLAVES%20DEL%20DISE%20C3%91O%20E%20IMPLANTACION.pdf>

Martínez Reyes, R. (2016). *Pilas de combustible tipo PEM. Aplicación al suministro de energía eléctrica a una vivienda*.

ONU. (2020). *Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. Objetivos de Desarrollo Sostenible* . Obtenido de Organización Mundial de las Naciones Unidas : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>

Rodríguez, J. d. (17 de agosto de 2016). Las pilas y su efecto en el medio ambiente. *El Telégrafo*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/cartas/1/las-pilas-y-su-efecto-en-el-medio-ambiente>

Salazar, J. (2016). *Redes Inalámbricas*. Recuperado el 2019, de

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf

SIEMENS. (06 de 2015). *SIMATIC S7 Controlador Programable S7-1200 Manual de sistema.*

Recuperado el 2019, de

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/121/109478121/att_851434/v1/s71200_system_manual_es-ES_es-ES.pdf

The MathWorks. (2020). *Convertidor de carga*. Obtenido de

<https://www.mathworks.com/help/physmod/sps/examples/boost-converter.html>

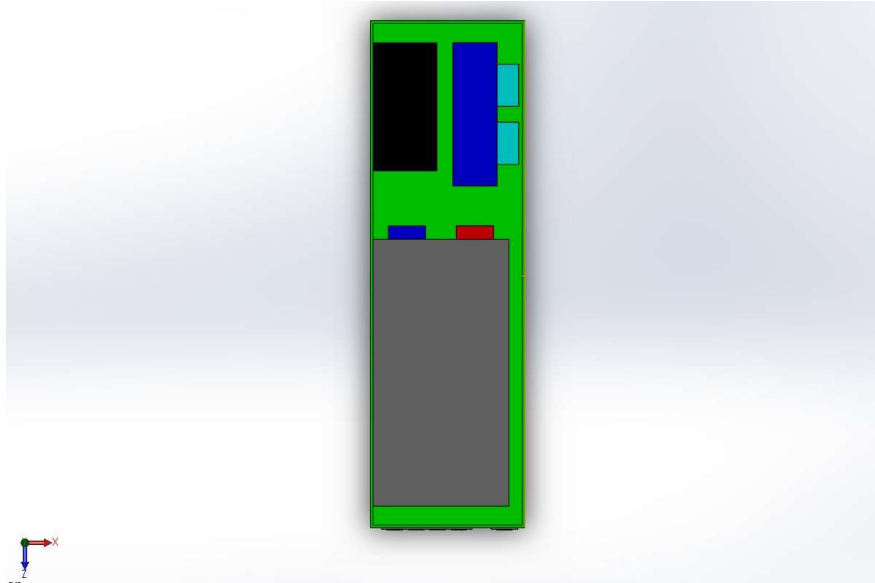
The MathWorks. (2020). *Fuel Cell Stack*. Obtenido de MathWorks:

<https://www.mathworks.com/help/physmod/sps/powersys/ref/fuelcellstack.html>

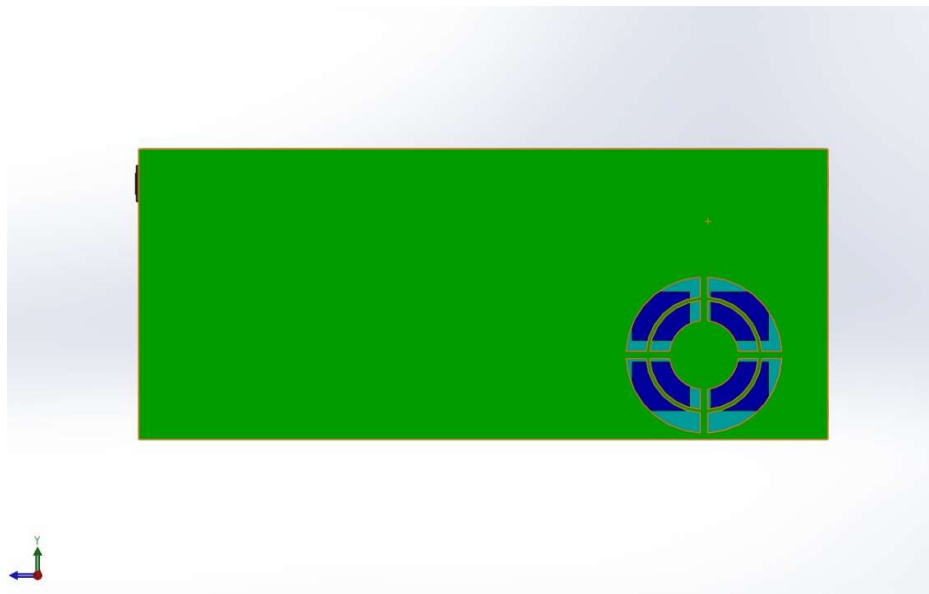
APÉNDICES

Anexo 1. Diseño 3D del Sistema Ininterrumpido de Energía

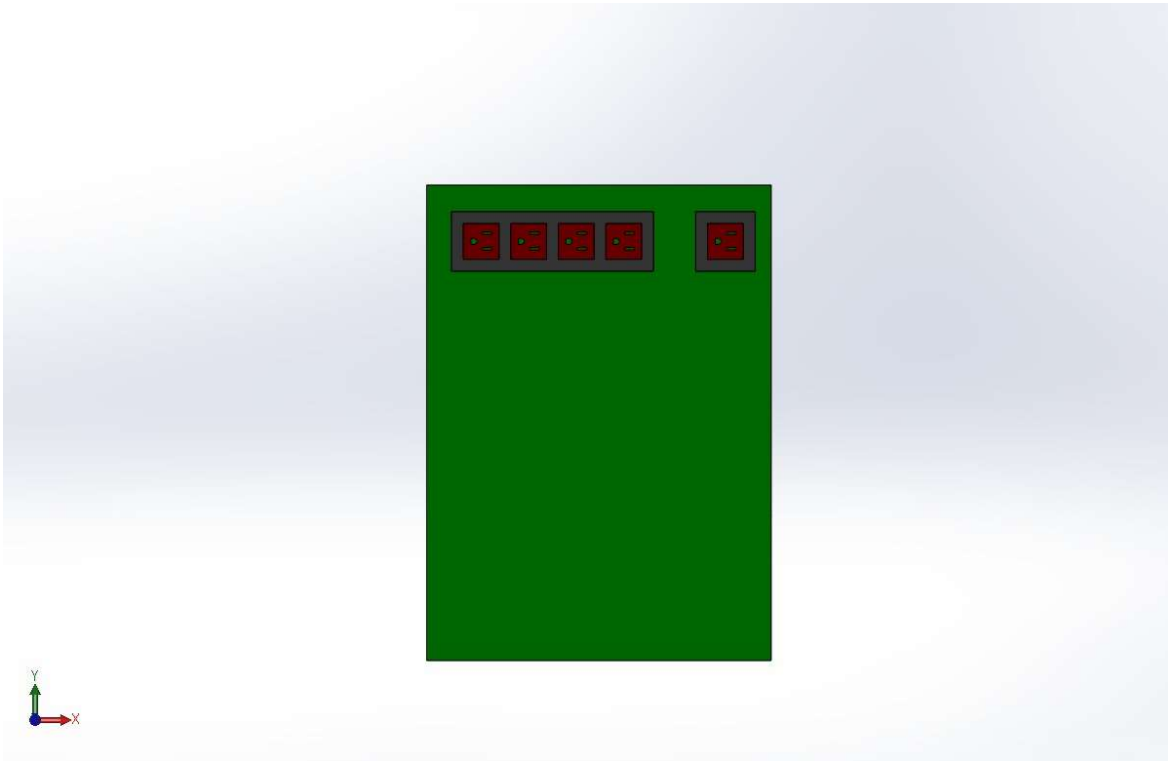
Vista Superior del UPS



Vista Lateral del UPS



Vista posterior del UPS



Anexo 2. Especificaciones técnicas del Sistema Ininterrumpido de Energía

Tipo de UPS	Off-line – Hidrógeno
Fuente de energía	Válvula: CGA 350 – Hidrógeno
Tipo de celda de combustible	PEM
Potencia nominal	1000W
Potencia máxima	1500W
Corriente nominal	42AC
Corriente máxima	75AC
Voltaje nominal	24VC
Voltaje máximo	20VC
Temperatura externa	5 a 30°
Flujo de hidrógeno	13L/min
Dimensiones	28cmx98cmx40cm