



Tecnológico de Monterrey

NASA International Space Apps Challenge

Challenge: Exploring Venus Together

MURABI

Miguel Angel Cantu Brena

Frank Zepeda Retes

Paul Axel Uvence De la Torre

Victor Arvizu Segura

Miriam Andrea Casillas López

Carmen Aída Palafox Juárez

1 de Octubre del 2022

Índice

● ¿Quiénes somos?	3
● ¿Cuál es nuestro Challenge?	4
● Venus y su ambiente	5
● Rover Perseverance, Curiosity, y Venus	6
● Elementos, Conceptos, y Teorías Aplicadas	7
● Fases del Prototipo	10
● Diseño Final	10

¿Quiénes Somos?

¡Hola! Nosotros somos el equipo “MURABI” que está participando en la NASA Space Apps Challenge 2022. Nosotros como equipo elegimos el reto llamado “Exploring Venus Together”. Nuestro equipo consta de 6 integrantes: Miguel Cantú, Frank Zepeda, Paul Uvence, Víctor Arvizu, Carmen Palafox y Miriam Andrea.

Miguel Cantú



Frank Zepeda



Paul Uvence



Víctor Arvizu



Carmen Palafox



Miriam Andrea



Nuestras descripciones están enlazadas en el siguiente link:
<https://sites.google.com/tec.mx/murabi/team/meet-the-team>

Misión

Hacer un gran impacto en tecnologías aeroespaciales con soluciones innovadoras para problemas complejos de sostenibilidad e investigación.



Visión

Beneficiar a la humanidad gracias a la creación de tecnología y participar en la exploración del universo.



Challenge: Exploring Venus Together

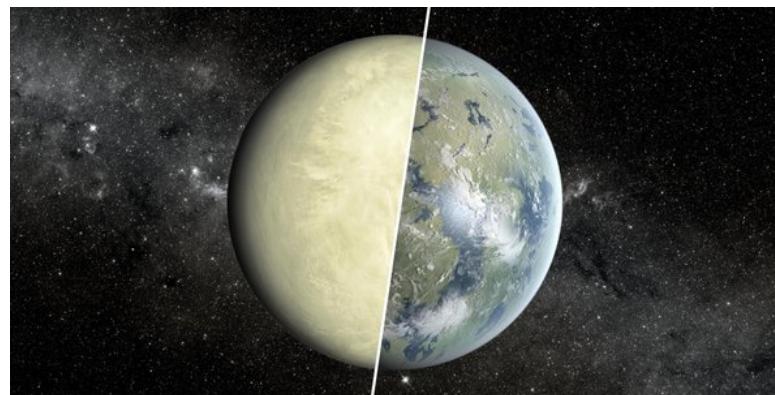
The Challenge

“Your challenge is to design an energy storage system that will power a surface lander or rover on the surface of Venus for at least 60 days, so that there is a viable energy storage capability for long-duration exploration missions.” (NASA Space Apps Challenge 2022)

En pocas palabras, necesitamos diseñar un sistema de almacenamiento de energía que va a alimentar un Rover o un Surface Lander en el planeta Venus por lo menos 60 días.

La razón por la cual elegimos este challenge es porque nos apasiona la física, el espacio, las energías y nos encantan los retos difíciles. Sabemos que es un problema de impacto, ya que el propósito primordial es estudiar las condiciones climatológicas que presenta Venus.

Las condiciones adversas de Venus es el resultado del calentamiento global, de modo que si podemos entender este problema desde sus fundamentos sea posible revertir el posible cambio climático que está a punto de vivir nuestro planeta. Es esta última la motivación más grande que tenemos para el estudio de este reto.



NASA Space Apps Challenge

Venus

Aunque no es venus el primer planeta del sistema solar, es, en cambio, el segundo y también es el más caliente, se trata de un planeta rocoso sin anillos ni satélites, caliente y seco, con una presión que se siente 90 veces más pesada que en el planeta tierra, su diámetro es de 12,104 kilómetros, su masa es de 4.8673×10^{24} kilogramos, su volumen es de $928,415,345,893 \text{ km}^3$ y su densidad es de 5.243 g/cm^3 .

La mayor parte de Venus está cubierta por rocas y lechos rocosos regionalmente contiguos, muchas de las superficies lisas son de origen volcánico, probablemente por el flujo de lava, tiene una temperatura superficial de 462°C .

Su atmósfera está compuesta principalmente de Dióxido de Carbono (96%), 3.5% nitrógeno, y menos de 1% está compuesto por monóxido de carbono, argón, dióxido de sulfuro y vapor de agua, las sustancias volátiles se mantienen lejos de la superficie formando nubes que irradian calor hacia abajo (es decir, atrapan la energía infrarroja reflejada por la superficie y la mayoría de la luz solar es reflejada al espacio por las nubes, lo que explica por qué Venus es tan brillante). La densidad de la atmósfera es 100 veces más que la de la tierra, lo que le da a un viento de 15 km/h la fuerza de un huracán; y mientras que la lluvia en la tierra limpia la atmósfera y cambia el paisaje, en Venus la lluvia es de ácido sulfúrico y se evapora mucho antes de que pueda tocar el suelo.

Su rotación es muy lenta y gira en contra de las manecillas del reloj (de E a O) tarda alrededor de 243 días terrestres en girar una sola vez y se tarda 255 días en dar una vuelta al sol.

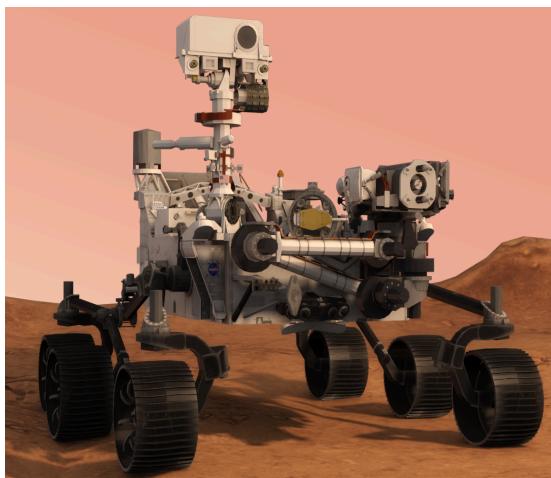
La Tierra tiene estaciones debido a que su eje de rotación está inclinado unos 23 grados, lo que hace cambiar la intensidad de la luz solar y la duración del día en cada hemisferio durante todo el año. En cambio, Venus se ha inclinado tanto que está casi completamente al revés, hasta situarse con una inclinación neta de menos de tres grados respecto al Sol, por lo que el efecto estacional es insignificante.



NASA/JPL-Caltech

Rover Curiosity, Perseverance y Venus

Rover Perseverance



El Rover Perseverance tiene un peso aproximado de 1 tonelada (1.025 kilogramos), Perseverance es el rover más pesado que jamás haya aterrizado en Marte. Durante su llegada, envió a la Tierra un dramático video de su aterrizaje. El rover ha recolectado las primeras muestras de núcleos de roca de otro planeta (lleva seis hasta ahora), sirvió como una estación base indispensable para Ingenuity, el primer helicóptero en Marte, y puso a prueba el Experimento de utilización de recursos *in situ* para extracción de oxígeno en Marte (MOXIE, por sus siglas en inglés), el primer prototipo de generador de oxígeno en el planeta rojo. Perseverance también rompió recientemente el récord de la mayor distancia recorrida por un rover marciano

en un solo día, viajando casi 320 metros (1.050 pies) el 14 de febrero de 2022, el día americano, p sol, número 351 de la misión. Y recorrió todo el trayecto utilizando el autoNav, el software de conducción autónoma que permite a Perseverance encontrar su propio camino alrededor de rocas y otros obstáculos.

Rover Curiosity

El rover Curiosity tenía el propósito de explorar Marte, pero más en específico tiene el propósito de investigar el interior del cráter Gale, que se encuentra en la montaña central de Marte y tiene más de cinco kilómetros de altura. Para poder llevar a cabo la investigación, la NASA envió el rover Curiosity a Marte. Este Rover es el robot más grande que se ha enviado a otro planeta. El robot es del tamaño de un pequeño todoterreno.

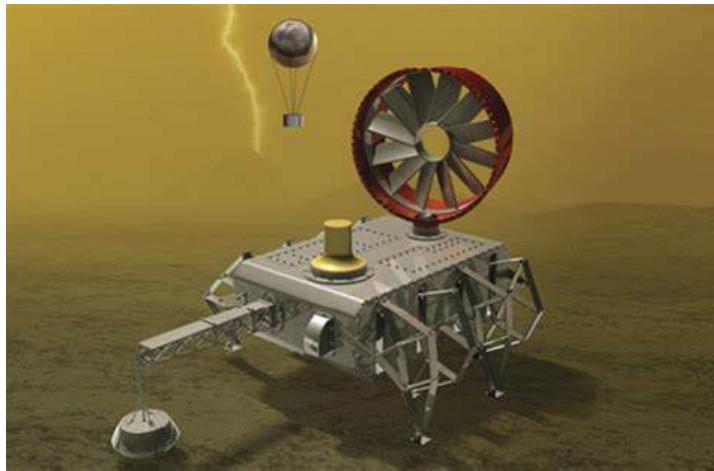


Venus Rover

Una de las propuestas más importantes y relevantes de este reto: El robot en sí. Aunque no es requerido para nuestra solución a nuestro problema, es importante recalcar lo diferente que esté Rover será comparado a sus “rivales” marcianos. Las condiciones de Venus son tan extremas que ocupa remplazar completamente los elementos fundamentales eléctricos, y se tiene que invertir en gran parte un nuevo material que pueda resistir estas temperaturas. Por eso, la tecnología en . Lo más probable es que el rover sea una combinación de estos, dicho que sería en parte digital y otra parte análoga-mecánica. Dicho esto, es posible que también aproveche los vientos y

tormentas que este planeta circula en, ya que eso podría ayudar a mover el robot o hasta usar tecnología para brindar una fuente de energía.

La transmisión de datos es posible que también sea a través de mecánica analógica, aunque se tienen otras propuestas tentativas.



NASA/Caltech.

Rover en el suelo, estación de carga en el aire.

Las condiciones son extremas, y el rover probablemente no sea, al menos por ahora, igual que nuestros robots terrestres en la Tierra. Pero no es imposible, solo que una tarea sustentable difícil. Desde los 80 y las investigaciones recientes desde 2017, NASA a intentado consecutivamente recopilar propuestas para poder empezar a invertir en ese tipo de tecnología e investigación.

Restricciones y Suposiciones

A continuación se presentará la siguiente lista las restricciones y suposiciones que haremos para poder solucionar y presentar este problema a NASA Space Apps. Es importante define este paso, ya que consideramos estos axiomas que sean ciertos y considerables para la solución.

- El robot tiene instalado una batería del almacenamiento recargable de Li-SO₄
- La estación ya está estacionada en la superficie del planeta.
- La temperatura del motor que opera a los 390° C, puede operar a 430°.
- Los capacitores cuentan con un convertidor DC-DC para cargar la batería de aluminio. Estos estarán en la sección de electrónica.

Consideraciones no tomadas en cuenta:

- La calculación de los factores de costo y procesos de manufactura y tiempo de producción.
- Habilidad de conseguir y minar el material.
- Corrosividad de Venus.

Elementos, Conceptos, y Teorías Aplicadas

Estructura Exterior

En esta sección, se concentra en una de las partes más importantes de la propuesta, lo cual viene siendo en sí la estructura rígida de toda la estación en la cual está soportada. A continuación, se argumentan los elementos principales en lo cual consiste en, los materiales usados, los diseños y consideraciones usadas para sobrevivir en las condiciones en la cual tiene la estación de carga endurecer en.

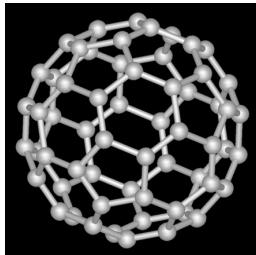
En general, usamos conceptos pasados que NASA y varias instituciones han investigado sobre y mencionado acerca de dicho reto. En nuestra propuesta, argumentamos esos temas y cómo nuestra implementación podría llevar a cabo esta misión de una manera exitosa.

Cápsula

Agarramos diseños pasados de la misión de Marte para poder contener todos los ejemplos. Hay varias propuestas y varios diseños que contienen diferentes características, y al final nos decidimos de implementar uno similar a “Pathfinder”, mostrado de acuerdo a la siguiente tabla:

	Viking 1/2	Pathfinder	MER A/B	Phoenix	MSL
					
Diameter, m	3.5	2.65	2.65	2.65	4.5
Entry Mass, kg	930	585	840	602	> 3000
Landed Mass, kg	603	360	539	364	> 1700
Landing Altitude, km	-3.5	-1.5	-1.3	-3.5	+1.0
Landing Ellipse, km	420 x 200	100 x 50	80 x 20	75 x 20	< 10 x 10
Relative Entry Vel., km/s	4.5/4.42	7.6	5.5	5.9	> 5.5
Relative Entry FPA, deg	-17.6	-13.8	-11.5	-13	-15.2
$m/(C_D A)$, kg/m ²	63.7	62.3	89.8	65	> 140
Turbulent at Peak Heating?	No	No	No	No	Yes
Peak Heat Flux, W/cm ²	24	115	54	56	> 200
Hypersonic α , deg	-11.2	0	0	0	-15.5
Hypersonic L/D	0.18	0	0	0	0.24
Control	3-axis	Spinning	Spinning	3-axis	3-axis
Guidance	No	No	No	No	Yes

De comparación, aquí enseñamos. Esta estructura fue diseñada para que se expanda y libere . Lo cuál nosotros usaremos



Supermaterial (Fullereno)

Los fullerenos son estructuras huecas formadas exclusivamente por carbono aunque también existen derivados sustituidos con una forma aproximadamente esférica. La forma cerrada y altamente simétrica de los fullerenos les aporta gran resistencia física: bajo presiones extremas 3.000 atm se deforman, pero regresan a su estructura inicial al relajar la presión.

Por ello su adición a algunos materiales poliméricos les proporciona resistencia. Los fullerenos (habitualmente con un tamaño cercano a 1 nm) se asocian espontáneamente en agregados de varias moléculas que alcanzan tamaños desde 10 nm hasta varias micras. Suelen formar un hollín, polvo negro muy fino, pero también cristalizan formando fullerita. La densidad de los fullerenos es moderada, cercana a 1,65.

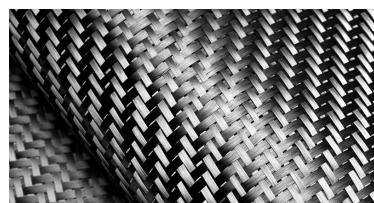
Finalmente, aunque no en agua, pueden solubilizarse en disolventes como benceno, tolueno y cloroformo. Debido a las uniones intermoleculares débiles mediante fuerzas de van der Waals, el hollín de fullerenos posee propiedades lubricantes. Se ha observado asimismo una acción catalítica de las nanocebollas; por ejemplo, en la producción de estireno a partir de etilbenceno mejoró el rendimiento en un 12%. Se han propuesto numerosas aplicaciones potenciales para los fullerenos, aunque su utilización real avanza más lentamente. Cabe citar la química de síntesis, la catalisis, la fabricación de células solares, en fotodetectores de rayos X, en telecomunicaciones, como recolectores de radicales libres, en pilas de combustible. Dado que sus propiedades ópticas cambian mucho al exponerse a la luz, se propone también su uso en dispositivos fotónicos.

Chasis

En la segunda capa, se encuentra la parte rígida y estructural de nuestra estación de carga. Es lo que sostiene en sí todos los elementos internos y externos.

Para esta estructura, usaremos secciones de tubos de fibra de carbono en la cual las reforzaremos para que resista las tensiones del impacto.

La Fibra de Carbono (FC) es un material formado por fibras de 50-10 micras de diámetro, compuesto principalmente de átomos de carbono. Las propiedades que tiene este material son alta flexibilidad, alta resistencia, bajo peso, tolerancia a altas temperaturas y baja expansión térmica.



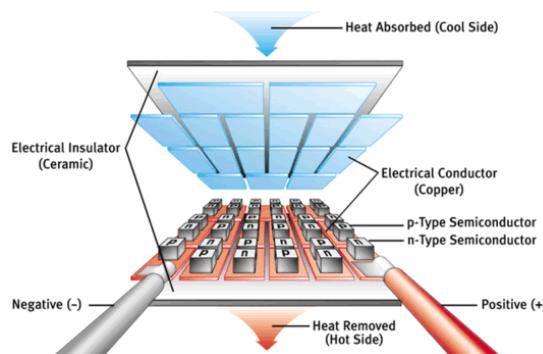
Peltier (Contenedor Térmico o escudo secundario)

En la tercera capa se encuentra la capa del Peltier, en la cual este se encarga de convertir el calor externo que se encuentra en la estructura y proteger la estructura interna enfriándose, manteniendo así la electrónica a una temperatura estable para que pueda funcionar en óptimas condiciones.

Un enfriador, calentador o bomba de calor termoeléctrica Peltier es una bomba de calor activa de estado sólido que transfiere calor de un lado del dispositivo al otro, con consumo de energía eléctrica, dependiendo de la dirección de la corriente.

Las principales ventajas de una célula Peltier en comparación con un refrigerador por compresión de vapor, son su falta de piezas móviles o líquido circulante, una vida útil muy larga, invulnerabilidad a las fugas, un tamaño pequeño y una forma flexible.

Sus principales desventajas son el alto costo y la pobre eficiencia energética.



Titanio

En la capa después del Peltier, se encuentra una pequeña estructura en la cual sostiene los componentes Internos y le das una protección aumentada. Esta estructura es cerrada y consiste principalmente de titanio, un material en lo cual llega a ser 50% más liviano que metal y el doble de resistente que aluminio, lo cual cumple perfectamente para esta aplicación.

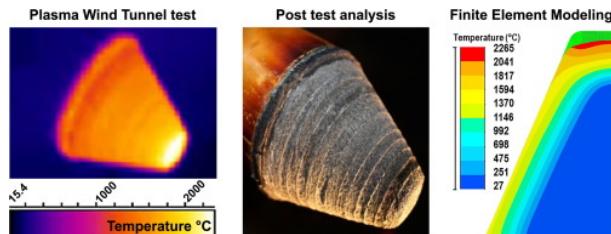
Es un material usado ampliamente en la industria aeroespacial.



Escudo de Calor (Carbón Fenólico)

En el escudo de la estación , se encuentra la parte en la que protege todos los componentes de la estación de carga del lanzamiento y su bajada a la superficie de Venus. La atmósfera de Venus es 90 veces mayor a la de la tierra, lo cual hace difícil encontrar un material que cumpla con los requisitos de tolerancia a temperaturas extremas y presiones bastante altas.

Para resolver se necesita un escudo térmico que soporta altas temperaturas, existe un material llamado *ablador de carbono impregnado con fenólico*, desarrollado en el Centro de Investigación Ames de la NASA . El material es de baja densidad, por lo que puede soportar temperaturas abrasadoras. Las propiedades del material lo hacen ideal para condiciones de calor máximo como las que experimentará el rover, recientemente llamado *Curiosity*, mientras viaja a Marte.



Análisis en dónde enseña las propiedades de un escudo de calor compuesto por carbón fenólico.

Estructura Interna

La temperatura interna en la que opera la estación es alrededor de 0 - 100 °C.

Motor Stirling

Para realizar la máquina que realice energía para alimentar a un rover de exploración su principal principio es utilizar un motor de Stirling. El motor Stirling es un tipo de motor térmico. Su funcionamiento se basa en la expansión y contracción de un gas. A este gas se le obliga a desplazarse cíclicamente de un foco frío donde se contrae a una zona caliente donde se expande.

El motor Stirling es un ciclo regenerativo termodinámicamente "cerrado", con compresión cíclica y expansión cíclica del fluido de trabajo a diferentes niveles de temperatura. El motor Stirling funciona de la siguiente manera;

- El aire que hay debajo del desplazador se calienta y se expande.
- El diafragma es presionado por la expansión del aire y el desplazador es empujado hacia abajo por la polea.
- El aire es empujado hacia donde se enfriá.

- El diafragma es estirado hacia abajo por la contracción del aire. El desplazador empieza a subir.

Scematica de un Motor Sterling

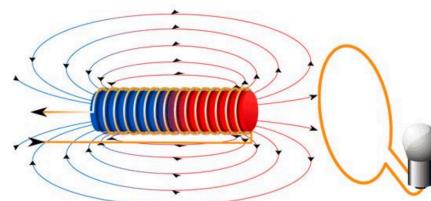
Teorías Físicas

La magnitud y complejidad del proyecto es muy vasta. Contiene muchas cuestiones de investigaciones y el conocimiento científico se aplica en diversos componentes que ya se explicaron en las secciones anteriores. Es por eso, en esta parte incluirla conceptos más importantes y consideraciones que validan nuestro argumento con una vista superficial e intuitivo.

Ley de Inducción de Faraday

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

Faraday establece con esta ley, que la variación del flujo magnético en el tiempo produce fuerza electromotriz. Esta fuerza es la responsable de mover los motores. Esa energía se almacena en uno de los elementos usados en la célula de carga, llamadas supercapacitores.



Representación gráfica de esta ley.

Flujo Magnético

$$\Phi_B = \oint \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

Elementos

Supercapacitor/Ultracapacitor

Este dispositivo es una versión “Mejorada” de los capacitadores. En general los capacitores en vez de utilizar químicos para generar energía eléctrica como las pilas, utilizan electrostática. Los capacitores clásicos almacenan energía construyendo cargas opuestas en dos placas de metal separadas con un material aislador llamado dieléctrico. El campo eléctrico entre las placas polariza las moléculas o átomos del dieléctrico, haciendo así que se alineen en el lado opuesto del campo. Esto reduce la fuerza del campo y permite al capacitor almacenar más energía por cierto voltaje.

En cambio, los supercapacitores almacenan más energía que los tradicionales, esto ya que los mismos utilizan una capa muy delgada, “doble capa” de carga entre las dos placas, las cuales están hechas de poros. Usualmente, materiales derivados del carbón activados en algún electrolito. Gracias a este sistema, los supercapacitores pueden utilizar capas de mayor área y con menor distancia entre ellas, haciendo que sean más eficientes y que puedan retener más energía.

¿Por qué lo utilizaremos? Principalmente, lo utilizaremos para disponer de un almacenaje de energía sencillo, rápido y eficiente, capaz de poder almacenar una buena cantidad de voltaje y amperaje, y el cual también apoye teniendo un tiempo de carga y descarga extremadamente rápido en comparación de otros métodos como baterías de litio

¿Cómo lo vamos a usar? Implementaremos varios supercapacitores con una considerable cantidad de área, intentando que las placas estén lo más cerca posible, y utilizando los mejores materiales en el aspecto de conducción de electricidad. Toda esta serie de supercapacitores está por verse el área y el material que tentativamente se utilizará, y también si es que se conectan en serie o en paralelo, ya que al conectarla en serie, aumenta el voltaje, pero no el amperaje, en cambio, al conectarlas en paralelo, el voltaje se mantiene igual, pero el amperaje por hora aumenta.

¿Cómo mejorar su eficiencia? Esto se puede hacer utilizando placas de mayor área, dejando un menor campo entre las 2 placas o mejorando el material de conducción.

Electrónicos

Los electrónicos de la cápsula será una de las últimas capas en la cual nuestro sistema existe. Esto ya que estará dentro de la capa de Peltier y serán los responsables de recargar el Rover del robot, actuar o controlar otro sistema futuro.

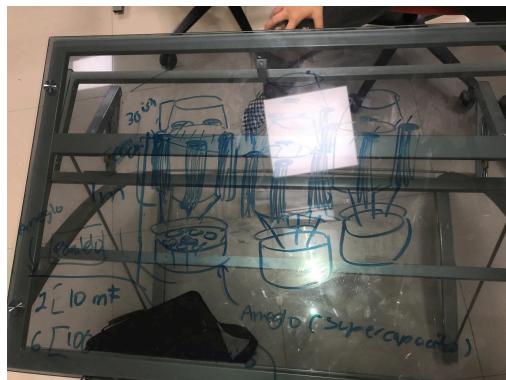
Fases del prototipo

En la embarcación de la investigación, ahora ya contamos con todos los detalles en la cual el proceso e idear y poner todas las piezas d

Iteraciones



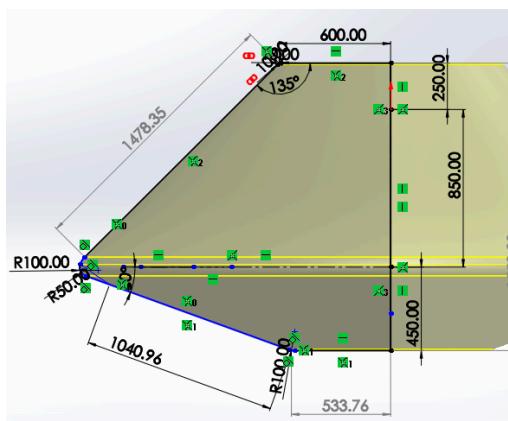
Primera iteración de la estación. En esta etapa todavía se consideraba la condición de usar RTG's o un motor Sterling basado en la radiación de plutonio-238.



Diseño después de sacar las calculaciones gracias a las leyes usadas en la investigación. Este es la aproximación o la idea general de cómo de colocar todo el sistema de producción de recarga.



Motor MURABI.



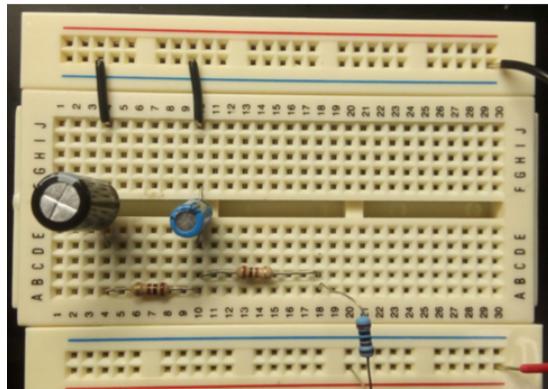
*Dimensiones finales de la cápsula.
Las medidas se expresan en milímetros.*

Presnetación Final [Solidworks]

Prototipo Space-Apps

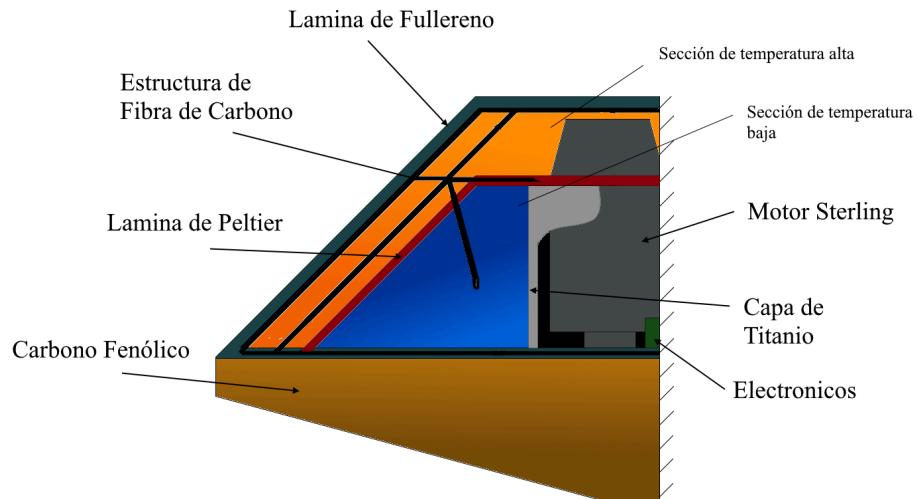
Para demostrar nuestro prototipo, usamos el material alrededor de nosotros que expresa la complejidad reducida en un modelo visual e intuitivo.

Realisticamente, no pudimos encontrar los suficientes materiales para completarlo, pero este según teóricamente y experimentalmente podría funcionar con los componentes puestos.



Diseño Final

Considerando la vasta y amplia investigación de los temas presentados anteriormente, a continuación se redactará en corto la propuesta final hipotética del lanzador y del sistema entero; así solucionando la problemática de Venus.



Corte de Sección de la célula de carga

En el lanzamiento y llegada a la atmósfera de Venus, el escudo de carbono fenólico protege a toda la cápsula usando su tecnología de capas. Esta es la que resiste todo el calor que en la cual contiene la producción y la descarga de la energía.

Mientras que la cápsula va descendiendo y experimentando la condición atmosférica de Venus, la lámina de Fullereno mantiene en tacto la presión atmosférica y protege a todos los componentes internos del sistema.

La estructura de fibra de carbono mantiene todo firme entre las capas, y la estructura de todo el sistema. En gran parte, se encargan de mantener todo junto y absorber el impacto de la superficie del planeta. Dicha capa contiene partes vacías en dónde surge una sección de alta temperatura, aproximada a la temperatura operativa de los motores y la de Venus (493°C).

En esta sección caliente también será lanzada desde la tierra con respectiva 1 atm, y estará completamente sellada en el momento de lanzamiento.

Después

Imanes usados: N35

Dimensiones generales: 3.00 m x 1.50 m

Resumen

Nuestro problema es complejo. Esto ha sido mencionado a través de todo el documento. En nuestro

También, queremos mencionar y apreciar en este documento la exploración fuera de nuestro planeta Tierra. Tenemos fe en la cual la inversión en descubrir nuevas cosas en el universo que vivimos nos beneficia colectivamente como humanos, atacando y solucionando los problemas