

BEYOND 60 DAYS

por PROMETEO TEAM
Guayaquil, Guayas, Ecuador

				
Jimmy Bersosa V.	Darwin Chávez V.	Eizer Montesdeoca D.	Javier Silvera T.	Mario Macías P.
Ingeniero De Sistemas	Software Developer	Tefl Teacher	Tecnico Electronica	Analista Ti



PROMETEO
Beyond the sky



Contenido

Sección 1: Resumen.....	3
Sección 2. Explicación de la solución	3
2.1. Componentes de la fuente de alimentación	3
2.1.1. Termocupla.....	3
2.1.2. Placa de termopar	4
2.2. Componentes del sistema de almacenamiento de energía.....	5
2.2.1. Baterías	5
2.2.2 LANA VOLCÁNICA / AEROGEL	6
2.3. Equipamiento y funcionamiento.....	6
Sección 3: A futuro.....	8
Recursos	9

Sección 1: Resumen

El Proyecto "Beyond 60 days" es un sistema de alimentación ininterrumpida de energía que mantendrá en funcionamiento a los diferentes dispositivos que sean parte de las misiones de exploración a Venus.

El desafío consiste en mantener energizadas a las plataformas exploradoras por un mínimo de 60 días en condiciones hostiles con altas temperaturas de la superficie de Venus que rondan los 460 C y a una presión atmosférica de 94 bares.

Se propone la implementación de un sistema análogo de energía compuesto por un conjunto de termocuplas que suministran 24 voltios a los diversos instrumentos del Rover, que estarán interconectadas a un paquete de baterías de alto rendimiento, envueltas en un aislante térmico especial.

Venus al ser un planeta interior más cercano al sol con respecto a la tierra, su estudio permitirá recoger datos de su atmósfera, la evolución geológica y su estructura interna, la importancia de realizar misiones venusianas de más de 60 días con sistemas adaptados al entorno infernal e implacable de Venus es un desafío.

Nuestro sistema consta de:

- 4 placas de termocuplas.
- 1 paquete de baterías
- 1 Rover

Sección 2. Explicación de la solución

2.1. Componentes de la fuente de alimentación

2.1.1. Termocupla

La termocupla tipo N ($\text{Ni} - \text{Cr} - \text{Si}$) – ($\text{Ni} - \text{Cr} - \text{Mg}$) está compuesto de hilo positivo de 14% cromo, 1.4% silicio y 84.6% níquel; y el hilo negativo de 0.4% silicio y 95.6% níquel. Protegido con aislamiento de óxido de berilio y camisa de molibdeno y de tantalio (Ver figura 1).

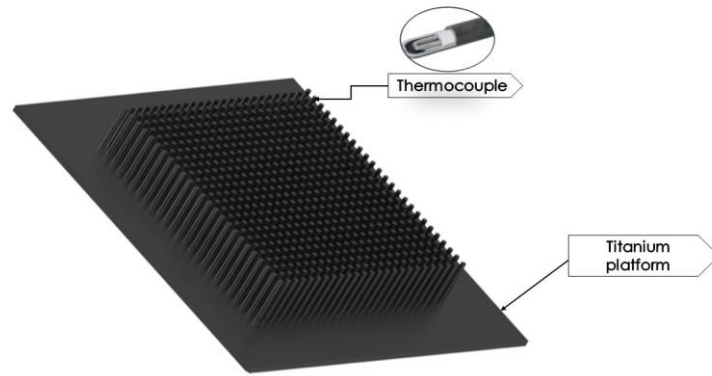


Figure 1: Placa de Termopar

2.1.2. Placa de termopar

Cada placa cuenta con 850 termocuplas que generan un total de 12 voltios a una temperatura promedio de 450°C.

Thermocouple			Totals	
° C	mV	Quantity (q)	q * mv	Volts
100° C	2.774mV	850	2357.90	2.36v
200° C	5.913mV	850	5026.05	5.03v
300° C	9.341mV	850	7939.85	7.94v
400° C	12.974mV	850	11027.90	11.02v
450° C	14.846mV	850	12619.10	12.62v
500° C	16.748mV	850	14235.80	14.23v

Tabla 1: Rango de valores expresado en grados centígrados - voltios

Dos placas están conectadas en serie que suman un total de 24 voltios. Como sistema redundante de energía se adiciona 2 placas de termocuplas en paralelo. (Ver figura 2).

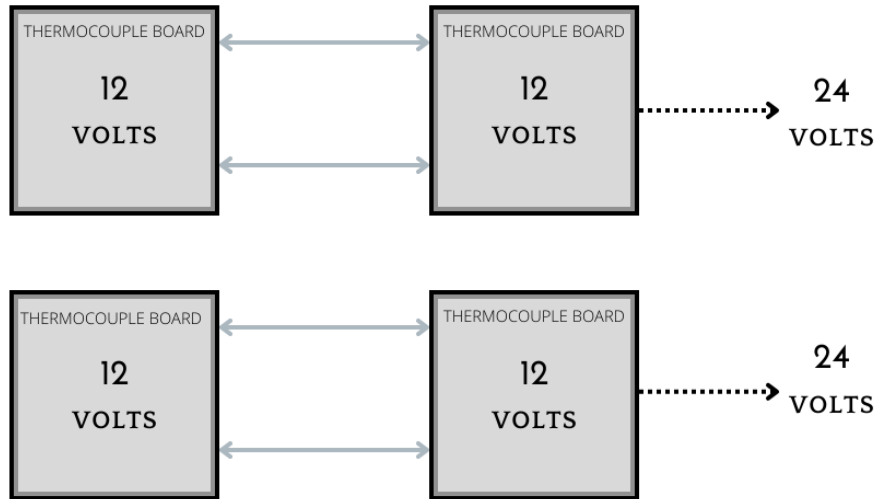


Figure 2: Conjunto de placas de termopar

2.2. Componentes del sistema de almacenamiento de energía

2.2.1. Baterías

Se han desarrollado varias baterías de alta temperatura para aplicaciones de vehículos eléctricos. Tres baterías exitosas que pueden funcionar entre 250°C y 450°C son: LiAl-FeS₂, Na-S y cloruro de Na-metal. Estas baterías ofrecen una energía específica relativamente alta en comparación con las baterías recargables acuosas y también una buena potencia específica. Por ello, las baterías son muy adecuadas para las misiones a largo plazo en la superficie de Venus. Se ha seleccionado la Batería Sodium-Nickel Chloride (Na-NiCl₂) por permitir una temperatura de hasta 500 °C.

Sodium-Nickel Chloride (Na-NiCl ₂) Batteries	
Characteristic	Na-NiCl ₂
Operating Temp Range, °C	250–500
Open Circuit Voltage, Volts	2.58
Theoretical Specific Energy, Wh/kg	800
Specific Energy for Cells, Wh/kg	100–130
Specific Energy for Batteries, Wh/kg	90–110

Sodium-Nickel Chloride (Na-NiCl ₂) Batteries	
Energy Density for Cells, Wh/l	150–190
Energy Density for Batteries, Wh/l	70–130
Cycle Life, cycles	>2000

Tabla 2: Datasheet Sodium-Nickel Chloride (Na-NiCl₂) Batteries

2.2.2 LANA VOLCÁNICA / AEROGEL

Para superar las altas temperaturas en la cuales serán sometidas a estrés las baterías, se propone que sean cubiertas de All-Ceramic SiC Aerogel y fibra de lana de roca.

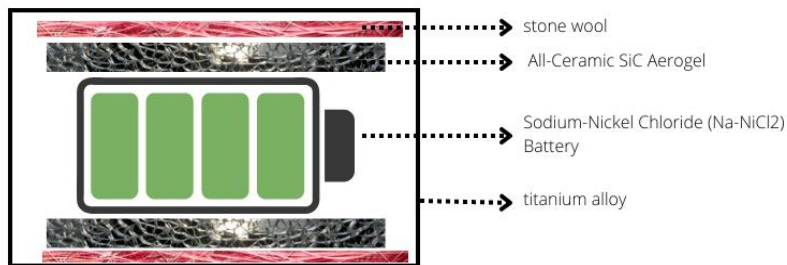


Figura 3: Diagrama de protección térmica de la batería

2.3. Equipamiento y funcionamiento

La propuesta es equipar al Rover autónomo (Ver figura 4) con la fuente de energía ininterrumpida con base en el conjunto de termocuplas conectadas en serie (Ver figura 2), que alimenten a las baterías con un recubrimiento especial (Ver figure 3).

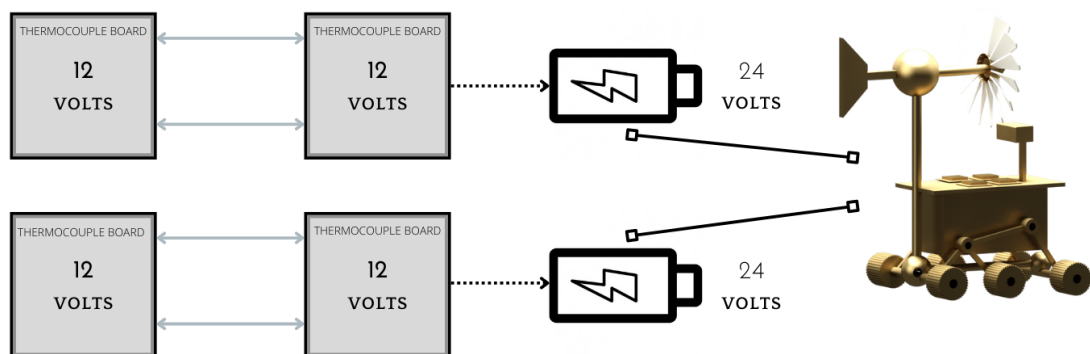


Figura 4: Diagrama de flujo del sistema de alimentación y batería

El planeta Venus tiene una temperatura media de 460 °C , un ambiente hostil e infernal el cual aprovechamos para generar energía de 24 volts con 1500 termocuplas, se ha previsto tener redundancia en la alimentación de energía con 2 placas de termocuplas adicionales, lo cual genera 24volt adicionales en caso de avería del primer juego de termocuplas, haciendo un total de 3000 termocuplas.

La ventaja de usar termocuplas como fuente de energía primaria se debe a que se adapta al sistema mecánico del Rover autónomo, es decir, es análogo, su fabricación no genera elevados costes, es fácil de implementar y se alimenta de la temperatura de la atmósfera de Venus.

El uso de termocuplas tipo N y el recubrimiento especial a las baterías Sodium-Nickel Chloride se espera lograr que mantenga en funcionamiento al menos 60 días en la superficie de Venus.

Además, se incorpora un sistema alternativo de energía el cual consiste en una turbina eólica propulsado por las corrientes de viento. El mecanismo se activa al momento que el sistema de energía primario por termocupla falle; los motores eléctricos se desactivan, se activa el rodamiento de las ruedas posteriores impulsada y dirigida por el viento, la veleta que está conectada a las llantas delanteras provoca el giro según el flujo y orientación del viento.

Las herramientas utilizadas en el desarrollo del proyecto son:

- Autocad
- Office
- Filmora
- Google Drive
- Adobe Photoshop
- 2 Pc I7 3.2 ghz 16 ram ddr4
- 2 Microfonos
- 2 Laptops i5 2.4ghz 8 ram ddr4

Sección 3: A futuro

Nuestro sistema espera implementar mejoras en el ámbito performance para ampliar la capacidad y estabilidad de la carga suministrada a diversos dispositivos que se usen en exploraciones no sólo en el ambiente hostil de Venus sino en otros ambientes espaciales.

Mejorar la resistencia de los componentes electrónicos en temperaturas mayores a los 450 C°

Recursos

- https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2010/cg_2.html
- <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acsami.1c23087>
- <https://rps.nasa.gov/power-and-thermal-systems/power-systems/>
- <https://rps.nasa.gov/power-and-thermal-systems/dynamic-radioisotope-power/>
- Creus, A. (2011) Instrumentación Industrial. 8va Edición. México. Alfaomega Grupo Editor.