

Estudio de factibilidad de generación eléctrica mediante fuente de energía térmica fija
Feasibility study of electricity generation by fixed thermal energy source
Fausto Paul Tierra Encarnación, Ing. Fabián Estrella, Mg,

PUNTO CIENCIA

Julio - diciembre, V°6 - N°2; 2025

Recibido: 25-07-2025

Aceptado: 31-07-2025

Publicado: 30-12-2025

PAIS

- Ecuador, Santo Domingo
- Ecuador, Santo Domingo

INSTITUCION

- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila

CORREO:

- ✉ faustotierraencarnacion@tsachila.edu.ec
- ✉ alexestrella@tsachila.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0005-8060-1723>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0003-3037-9069>

FORMATO DE CITA APA.

Tierra, F. & Estrella, F. (2025). *Estudio de factibilidad de generación eléctrica mediante fuente de energía térmica fija*. Revista G-ner@ndo, V°6 (N°2). p. 637- 651.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo analizar las propiedades granulométricas de suelos en zonas urbanas y rurales de las provincias de Tungurahua y Chimborazo, en Ecuador, con el fin de caracterizar su comportamiento físico-mecánico y aportar datos técnicos para la planificación territorial. Se aplicó una metodología cuantitativa, de tipo descriptivo y aplicado, mediante un diseño experimental y transversal. Las muestras de suelo fueron recolectadas en las localidades de Ambato, Cevallos y Riobamba, utilizando muestreo no probabilístico por conveniencia. Se realizaron ensayos de granulometría por vía seca, siguiendo las normas ASTM D422 e INEN 1574, además de mediciones complementarias de humedad, densidad aparente, porosidad y permeabilidad. Los resultados evidenciaron diferencias marcadas entre los suelos urbanos y rurales, siendo estos últimos generalmente más compactos y con menor porosidad. Se identificaron suelos clasificados como arena arcillosa (SC), arena limosa (SM) y arena mal graduada con arcilla (SP-SC). La zona rural de Yaruquíes presentó el mayor contenido de humedad (33.6%), mientras que las zonas urbanas de Cevallos y Riobamba mostraron alta porosidad y grado de saturación. Se concluye que la caracterización granulométrica es esencial para determinar la capacidad de carga, el comportamiento frente al agua y la adecuación del suelo a proyectos de infraestructura segura y sostenible.

Palabras clave: mecánica del suelo, geotecnia, zonas rurales

Abstract

This study evaluates the feasibility of generating 12 VDC electricity from the residual heat of a domestic refrigerator compressor in Santo Domingo de los Tsáchilas using Peltier modules and an LM741 amplifier. It is justified in the search for sustainable solutions, optimizing residual heat sources to reduce energy consumption and foster local innovation. The general objective was to demonstrate thermoelectric conversion; the specific objectives were to identify thermal sources, select cells, build a prototype, and evaluate its technical, economic, and environmental viability. A descriptive-deductive and bibliographic-documentary approach was used, complemented by experimental tests. The prototype mounted Peltier modules on the compressor to capture heat, amplified the initial signal (40–65 mV) with a gain of approximately 200 using an LM741, and measured the output along with the temperature for one hour, using active ventilation to maintain a constant T. The results showed that the amplified output reached up to 11.9 VDC, sufficient to initiate charging of a 12 V battery, although the current was low and unstable as ΔT decreased, highlighting the importance of thermal management and the limitations of the LM741 when amplifying very low-level signals. It is concluded that the concept presents moderate viability in low-demand applications, validating the thermoelectric hypothesis in residential settings. This proposal provides a replicable model, especially in local regions with similar thermal conditions. It is recommended that prototypes be optimized with DC-DC converters, low-noise amplifiers, high-performance cells, and MPPT algorithms to improve stability and energy efficiency.

Keywords: Thermoelectric, waste heat, Peltier, LM741

Introducción

Uno de los retos más apremiantes en el sector energético contemporáneo radica en la valorización de recursos que, pese a su disponibilidad, han permanecido en grados relativamente bajos de explotación, como el calor residual generado por máquinas de combustión interna equipos eléctricos y electrónicos de potencia. Este tipo de energía térmica es común en entornos residenciales y comerciales, representa una pérdida significativa térmica por efecto Joule (calor) dentro de los sistemas de consumo energético. En particular, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, se ha presenciado un aumento en la demanda energética producto del crecimiento urbano residencial y comercial, la sobrecarga proyectada a futuro en las redes de distribución vigentes y provoca la urgente necesidad de considerar opciones de generación de electricidad que atienden a principios de sostenibilidad.

Investigaciones previas han demostrado que el calor residual puede ser aprovechado mediante tecnologías termoeléctricas, como las celdas Peltier, para convertir energía térmica en electricidad. Tal es el caso del estudio realizado por Sampedro et al. (2022), quienes diseñaron un sistema fundamentado en el efecto Seebeck, que posibilitó la conversión del calor residual proveniente de gases industriales en energía eléctrica.

Como respuesta a esta problemática, se propone la hipótesis de que es viable identificar tecnologías que permitan la transformación eficiente de calor constante en energía eléctrica de baja tensión, específicamente a 12 VDC, utilizando dispositivos termoeléctricos en entornos residenciales y comerciales. Esta hipótesis se sustenta en el principio de conversión de calor en electricidad mediante materiales termoeléctricos, cuya eficiencia y accesibilidad han mejorado con el desarrollo tecnológico reciente.

El interés de este trabajo radica en la posibilidad de implementar soluciones energéticas sostenibles, aplicables a contextos locales que no cuentan con acceso continuo a la red eléctrica. Asimismo, la investigación reforzará el ciclo económico sostenible al convertir un subproducto energético en un insumo valioso y facilitará la formulación de un sustrato teórico y práctico sobre

el cual edificar trabajos académicos y avance tecnológico posterior en el ámbito de fuentes renovables en el contexto ecuatoriano.

El objetivo principal de la presente investigación es identificar y verificar las fuentes de energía térmica y de tecnologías asociadas que facilitan la conversión energética hacia un voltaje primario de 12 VDC, destinado al almacenamiento energético. Se procede a revisar la viabilidad técnica, económica y ambiental de cada opción, con el fin de gestionar una alternativa que, atendiendo al contexto provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas, promueva un aprovechamiento racional y sostenible de los recursos energéticos locales.

Métodos y Materiales

La presente investigación adoptó una metodología deductiva-descriptiva, complementada con la construcción y prueba de un prototipo, cuyo objetivo fue aprovechar el calor residual del compresor de una refrigeradora para generar energía eléctrica. Se utilizó un sistema compuesto por celdas Peltier, un amplificador operacional LM741 y una batería de plomo-ácido de 12 V. El proceso se estructuró en tres etapas: captura del calor con las celdas Peltier, amplificación de la señal eléctrica obtenida y almacenamiento en la batería. Esta investigación se desarrolló durante el primer periodo lectivo de 2025 en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, considerando entornos residenciales y comerciales con potencial térmico aprovechable. Durante el desarrollo, se llevó un registro sistemático que permitió evaluar la viabilidad técnica del sistema.

El enfoque fue descriptivo-deductivo, con una modalidad bibliográfica-documental basada en el análisis de fuentes académicas, técnicas y científicas actualizadas, lo que permitió caracterizar tecnologías térmicas y evaluar su aplicabilidad. Se incluyó un componente experimental y motivacional que buscaba validar si efectivamente es posible transformar una fuente de calor fija en energía eléctrica útil. La población correspondió a documentos especializados, mientras que la muestra fue seleccionada bajo un criterio de relevancia y actualidad. Se emplearon técnicas de revisión documental y herramientas como fichas de lectura,

matrices de análisis y tablas técnicas. Las variables fueron definidas con base en características observables y medibles, lo que facilitó la recolección organizada de datos técnicos sobre voltajes, temperaturas y corrientes obtenidos durante la prueba del prototipo.

Tabla 1
Operacionalización de variables independientes

VARIABLES INDEPENDIENTES	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO
Fuente de energía térmica fija	Energía calorífica generada de manera continua o regular por equipos de uso residencial o comercial.	Tipo de equipo Temperatura generada Frecuencia y duración de uso	Matriz técnica Fichas de lectura

Tabla 2
Operacionalización de variables dependientes

VARIABLES DEPENDIENTES	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO
Generación eléctrica a 12 VDC	Proceso mediante el cual se transforma energía térmica fija en energía eléctrica de bajo voltaje (12 voltios DC).	Tipo de tecnología Voltaje de salida Eficiencia de conversión estimada	Matriz comparativa Ficha técnica

Análisis de Resultados

Manejo específico del experimento

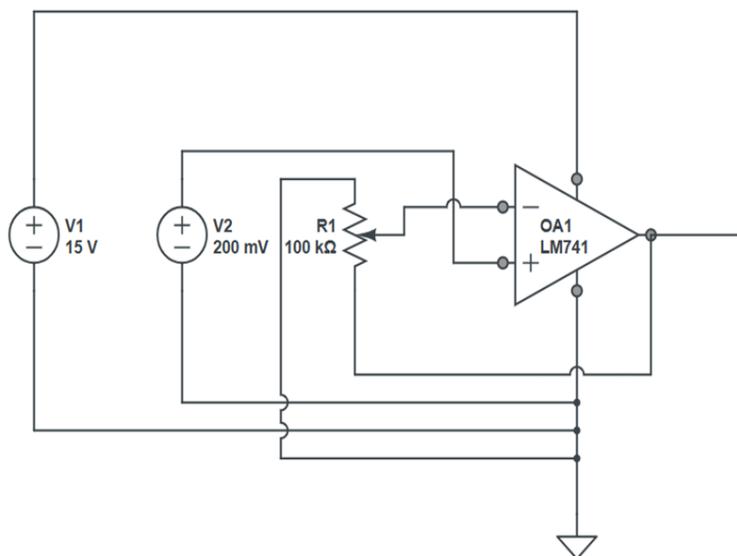
- Descripción de fuente térmica: Se considerará fuentes térmicas disponibles como motores del compresor de refrigeradora, unidades condensadoras de aire acondicionada.
- Descripción de transductores: Se determinará el uso de transductores en la conversión de energía térmica a energía eléctrica.
- Descripción de análisis: Se desarrollará tablas de datos para el análisis de resultados.

El experimento se desarrolló utilizando un compresor de refrigeradora doméstica, el cual se identificó como una fuente de calor constante. Sobre la superficie del compresor, se colocaron dos módulos Peltier TEC1-12706 con pasta térmica para asegurar un contacto térmico adecuado. La parte superior de cada módulo fue equipada con disipadores de aluminio con ventilación forzada, con el propósito de conservar el gradiente térmico requerido para la generación de energía. La salida en milivoltios de los módulos Peltier fue dirigida a una configuración no inversora con un amplificador operacional LM741. El circuito fue alimentado con una fuente de ± 15 VDC externa. Se configuró una ganancia de aproximadamente 200 mediante la selección adecuada de resistencias (R_f y R_{in}), permitiendo que una entrada de aproximadamente 50 mV pudiera ser amplificada hasta alcanzar un rango cercano a los 10-12 VDC.

El voltaje de salida del LM741 fue monitoreado y conectado a una batería tipo plomo-ácido de 12 V, utilizando un diodo Schottky para evitar el retorno de corriente. Durante el experimento, se realizaron mediciones cada 5 minutos por un total de 1 hora. Se documentó la evolución del voltaje de entrada, la señal de salida del amplificador y el voltaje en los terminales de la batería. Además, se controló la temperatura en ambos lados de los módulos para verificar la conservación del diferencial térmico (ΔT).

Se observaron variaciones en la eficiencia dependiendo de la temperatura del ambiente y del nivel de ventilación del disipador. Un dato clave fue que, al cesar la ventilación activa, el voltaje amplificado disminuía de 11.9 V a 1.2 V, evidenciando la sensibilidad del sistema a la gestión térmica. Los datos fueron analizados para identificar patrones y eficiencia de conversión. Se estableció la relación entre el voltaje generado y el diferencial de temperatura, obteniéndose una eficiencia aproximada del 5%, consistente con lo reportado en la literatura (Custom Thermoelectric, 2025). Este manejo específico permite concluir que, bajo condiciones controladas de transferencia térmica y con una configuración de amplificación apropiada, es factible obtener una salida de 12 VDC continua para fines de almacenamiento, validando el objetivo experimental de esta tesis.

Figura 1. Diseño del circuito prototipo



El sistema logró generar exitosamente una salida de hasta 12 VDC bajo condiciones óptimas de operación. Las celdas Peltier entregaron una señal inferior a los 50 mV, la cual, tras ser amplificada mediante un LM741, alcanzó aproximadamente 11.9 VDC. Este valor fue considerado suficiente para comenzar el proceso de carga de una batería de plomo-ácido de 12

V. No obstante, se detectó inestabilidad en la señal cuando el diferencial térmico (ΔT) disminuía, y aunque el LM741 cumplió su función, evidenció ciertas limitaciones al manejar señales de muy baja magnitud, como también lo señalan otras fuentes (EdaBoard, n.d.; Custom Thermoelectric, 2025). A pesar de esas limitaciones, el sistema consiguió cargar la batería de manera progresiva, lo cual demuestra la viabilidad de la arquitectura propuesta. Este hallazgo se alinea con investigaciones previas, como la de Patiño Vega (2022), que igualmente logró alimentar cargas básicas usando módulos Peltier. La estabilidad operativa del sistema mejoró considerablemente al aplicar ventilación activa al lado frío del módulo Peltier, lo que está en concordancia con la evidencia documentada (Guialab, 2021).

Durante el experimento, se confirmó que los módulos Peltier montados sobre el compresor fueron capaces de generar una tensión inicial que osciló entre los 40 y 65 milivoltios, dependiendo tanto de la temperatura del compresor como de la eficiencia del disipador térmico. Esta tensión, si bien baja, fue suficiente para ser introducida en el circuito amplificador con LM741. Mediante una configuración no inversora con ganancia ajustada, la señal fue amplificada hasta alcanzar valores cercanos a los 12 VDC, permitiendo la conexión a una batería de plomo-ácido. Uno de los descubrimientos más relevantes fue la importancia del mantenimiento constante del gradiente térmico (ΔT) entre las superficies de la celda Peltier. Se comprobó que la aplicación de ventilación activa sobre el disipador frío fue esencial para mantener la generación eléctrica. En los casos en que dicha ventilación se redujo o cesó, el voltaje de salida disminuyó abruptamente, mostrando una dependencia directa con la eficiencia térmica del sistema. Este comportamiento concuerda con lo reportado por investigaciones previas sobre gestión térmica en sistemas termoeléctricos (Guialab, 2021).

Por otro lado, aunque el amplificador consiguió entregar hasta 11.9 V en su salida, esta no siempre se mantuvo estable. El LM741, al estar basado en tecnología BJT, presentó ciertas limitaciones al tratar señales de entrada extremadamente pequeñas, y su voltaje de offset

introdujo imprecisiones en algunas sesiones. No obstante, para los fines del experimento — demostrar que es posible generar energía eléctrica a partir de una fuente térmica fija— su rendimiento fue aceptable. Si bien el sistema no logró producir una corriente de carga elevada, sí consiguió iniciar y mantener momentáneamente la carga de una batería de 12 V, lo cual evidencia la viabilidad funcional del concepto. Sin embargo, la corriente disponible no fue suficiente para aplicaciones de mayor demanda, por lo que se sugiere que futuras versiones incorporen convertidores de bajo voltaje más eficientes y módulos Peltier con mayor sensibilidad al calor residual. Los resultados indican que la propuesta tiene una factibilidad media. Aunque no se logró una generación de energía constante ni de alta potencia, sí se comprobó la conversión termoeléctrica en un entorno doméstico. En consecuencia, el proyecto constituye una propuesta educativa y demostrativa pertinente, asimismo, proporciona un fundamento robusto para estudios posteriores en el ámbito de la energía sostenible a escala reducida.

Conclusiones

La experimentación permitió comprobar que es factible generar energía eléctrica a partir de una fuente térmica constante, específicamente utilizando el calor residual del compresor de una refrigeradora doméstica. Este hallazgo confirma la hipótesis inicial del estudio y plantea nuevas posibilidades para su aplicación en contextos donde exista una fuente de calor continua.

La obtención de corriente continua de 12 VDC fue alcanzada gracias a la combinación de módulos termoeléctricos Peltier, un sistema de refrigeración activa y un circuito amplificador diseñado con el LM741. Aunque este componente presenta ciertas limitaciones, fue capaz de amplificar señales de muy baja tensión (en milivoltios), logrando una salida adecuada para alimentar una batería de plomo-ácido.

El desempeño global del sistema dependió en gran medida de la eficiencia en el manejo térmico. Se verificó que la diferencia de temperatura (ΔT) entre las caras caliente y fría de los módulos Peltier representa un factor crítico en la capacidad de generación eléctrica. En este

sentido, la incorporación de ventilación activa en los disipadores resultó esencial para preservar dicho gradiente.

Aunque el sistema no alcanza una eficiencia alta ni es idóneo para alimentar cargas de gran demanda, cumple con una función demostrativa importante. En términos de factibilidad, los resultados indican un nivel medio, lo cual justifica continuar desarrollando versiones optimizadas con componentes más adecuados para mejorar su rendimiento. En definitiva, la investigación alcanzó su objetivo principal: evidenciar que es viable convertir energía térmica residual en electricidad aprovechable. Esta validación experimental aporta al desarrollo de soluciones tecnológicas alternativas, particularmente útiles en sectores con acceso limitado o intermitente a la red eléctrica. Además, fomenta el aprovechamiento responsable de la energía y la innovación en el campo de las fuentes limpias y sostenibles

Referencias bibliográficas

- AHDB. (n.d.). Recover heat from the refrigeration system. Recuperado de <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/recover-heat-from-the-refrigeration-system>
- Alibaba. (n.d.). 12v thermoelectric generator. Recuperado de <https://www.alibaba.com/showroom/12v-thermoelectric-generator.html>
- Alleco Elec. (n.d.). LM741 op-amp features, specifications, and applications. Recuperado de <https://www.allecoelec.com/blog/lm741-op-amp-features,specifications,and-applications.html>
- Alvarado Sánchez, C., & Vallejo Jiménez, J. C. (2019). Evaluación técnico financiera de la viabilidad de la implementación de un sistema de generación de energía eléctrica que permita el aprovechamiento del gas asociado al Campo Orito, Putumayo (Trabajo de grado). Universidad de América. Recuperado de <https://repository.uamerica.edu.co/items/5e635178-5b23-41d3-8faa-e404711c9668>
- Analog Devices, Inc. (n.d.). LTC3108-1: Ultralow voltage step-up converter and power manager. Recuperado de <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/31081fb.pdf>
- Analog Devices, Inc. (n.d.). AN-1593: Bootstrapping: An inexpensive alternative for extending op amp signal swing. Recuperado de <https://www.analog.com/en/resources/app-notes/an-1593.html>
- ArXiv. (2025). High-power RF amplifier for ultracold atom experiments. Recuperado de <https://arxiv.org/abs/2506.18137>
- Balderrama-Castañeda, S., & Luján-Álvarez, C. (2011). Factibilidad de generación de electricidad mediante gasificación de residuos de aserradero en el norte de México. Madera y Bosques, 17(2), 67-84. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/554612497/v17n2a6>
-

- Bryce Energy Services. (2025, marzo 8). Thermoelectric generators for waste heat recovery. Recuperado de <https://www.bryceenergyservices.com/2025/03/08/thermoelectric-generators-for-waste-heat-recovery/>
- Bueno López, M., Rodríguez Sarmiento, L. C., & Rodríguez Sánchez, P. J. (2016). Análisis de costos de la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables en el sistema eléctrico colombiano. *Ingeniería y Desarrollo*, 34(2). Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85246475008>
- Cárdenas Álava, A. A. (2021). GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN EL SECTOR INDUSTRIAL DE MANTA: VALORACIÓN DE FACTIBILIDAD TÉCNICO, ECONÓMICO Y AMBIENTAL. (Tesis de pregrado). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/3635>
- Custom Thermoelectric. (n.d.). Thermoelectric power generators. Recuperado de <https://customthermoelectric.com/products/thermoelectric-power-generators.html>
- Custom Thermoelectric. (2025). ELC-VB0815-1 Unipolar Voltage Booster 80mV. Recuperado de <https://customthermoelectric.com/elc-vb0815-1-unipolar-voltage-booster-80mv.html>
- Dellicompagni, P. R. (2019). Diseño, construcción y ensayo de la etapa de generación eléctrica con un sistema solar térmico. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Salta. Recuperado de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/80705>
- Dewesoft. (n.d.). ¿Qué es acondicionamiento de señal? Recuperado de <https://dewesoft.com/es/blog/que-es-acondicionamiento-de-seal>
- Díaz Adasme, B. I. (2021). Estudio de factibilidad técnica y económica de plantas de generación eléctrica basadas en la combustión de hidrógeno producido en base a energía solar. (Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico). Universidad de Chile. Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/184011>
-

- EdaBoard. (n.d.). What is minimum input voltage which LM741 op-amp can amplify when used as amplifier. Recuperado de <https://www.edaboard.com/threads/what-is-minimum-input-voltage-which-lm741-op-amp-can-amplify-when-used-as-amplifier.34502/>
- ElecCircuit. (n.d.). Simple LM741 circuit. Recuperado de <https://www.eleccircuit.com/simple-lm741-circuit/>
- Electrical Faults Fixed. (n.d.). Calor de equipos eléctricos: Deseados y no deseados. Recuperado de <https://www.electricalfaultsfixed.com/es/blog/calor-de-equipos-electricos-deseados-y-no-deseados>
- Electrónica y Robótica. (n.d.). Efecto Seebeck, Peltier y Thomson. Recuperado de <https://m.youtube.com/watch?v=pSHjtt7q8Uo&t=469s>
- Electronics Tutorials. (n.d.). Inverting operational amplifier. Recuperado de https://www.electronics-tutorials.ws/opamp/opamp_2.html
- E-labshop. (n.d.). Aplicaciones de los módulos termoelectricos. Recuperado de <https://e-labshop.com/aplicaciones-de-los-modulos-termoelectricos/>
- Enercity S.A. (n.d.). Generación de calentamiento de agua. Recuperado de <https://enercitysa.com/generacion-energia-termica/>
- EnOcean. (n.d.). Energy harvesting. Recuperado de <https://www.enocean.com/en/technology/energy-harvesting/>
- Fajardo Fárez, R. C., & Quevedo Castillo, C. E. (2018). Análisis de factibilidad para la sustitución del uso de energía térmica a energía eléctrica en las camaroneras del cantón Machala. (Tesis de grado). Universidad Católica de Cuenca. Recuperado de <https://redi.cedia.edu.ec/document/29237>
- Guialab. (2021, mayo 11). La moderna tecnología de refrigeración Peltier. Recuperado de <https://www.guialab.com.ar/notas-tecnicas/la-moderna-tecnologia-de-refrigeracion-peltier/>
-

- Guerra Baeza, L. D. (n.d.). Estudio de factibilidad técnico/económica de un sistema híbrido de generación de energía eléctrica para escuelas de Quinchao. (Tesis de grado). Universidad de Chile. Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/115291>
- Hacker News. (n.d.). Peltier cooling could have a higher utility local maximum than currently used refrigerants. Recuperado de <https://news.ycombinator.com/item?id=44628930>
- Harvest Thermal. (n.d.). Harvest Smart Thermal Battery. Recuperado de <https://www.harvest-thermal.com/>
- Homework Guru. (n.d.). What is the drawback of op amp IC 741. Recuperado de <https://homeworkguru.com/What-is-the-drawback-of-op-amp-IC-741>
- International Journal of Research in Engineering and Technology. (2015). Thermoelectric generator (TEG) by using indirect maximum power point (MPP) algorithm. Recuperado de <https://ijret.org/volumes/2015v04/i03/IJRET20150403050.pdf>
- International Journal of Research in Engineering and Technology. (2024, octubre). Thermoelectric generator (TEG) by using indirect maximum power point (MPP) algorithm. Recuperado de <https://ijarsct.co.in/Paper19720.pdf>
- Koutroulis, E., & Kalaitzakis, K. (2014). Development of a maximum power point tracking method for thermoelectric generators. *Energy Conversion and Management*, 78, 334-347. Recuperado de https://www.tuc.gr/fileadmin/users_data/elci/Koutroulis/J.27.pdf
- Leoni, R. A. (2021). Evaluación de la factibilidad técnico-económica de la instalación de una planta de transformación de biomasa residual seca en fuente de energía térmica, en la ciudad de Mar del Plata. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Mar del Plata. Recuperado de <https://rinfi.fi.mdp.edu.ar/bitstream/handle/123456789/682/RALeoni-TFG-II-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- LibreTexts. (n.d.). Osciladores de amplificador operacional. Recuperado de https://espanol.libretexts.org/Ingenieria/Amplificadores_Operacionales_y_Circuitos_Integrados_Lineales_-
-

Teoria_y_Aplicacion(Fiore)/09%3A_Osciladores_y_Generadores_de_Frecuencia/9.02%
3A_Osciladores_de_amplificador_operacional

MERNNR & IIGE. (2019). Balance Energético Nacional 2019. Recuperado de <https://www.geoenergia.gob.ec/consumo-electrico-por-habitante-continua-creciendo-en-ecuador/>

Monteverde Corillo, Y. M. (2020). Estudio de prefactibilidad para implementar una planta térmica de generación eléctrica a gas natural, de trabajo en hora punta, en la Pontificia Universidad Católica del Perú. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <https://tesis.pucp.edu.pe/items/be05910b-2e84-4392-9449-0e50c510c4f8>

Nave, R. (n.d.). The 741: Practical considerations. HyperPhysics. Recuperado de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Electronic/a741p.html>

ResearchGate. (n.d.). The Design of a Thermoelectric Generator and Its Medical Applications. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/332730830_The_Design_of_a_Thermoelectric_Generator_and_Its_Medical_Applications

Robledo, M. (2024, octubre 2). El calor residual: ¿Qué es? ¿Cómo aprovecharlo? E-ficiencia. Recuperado de <https://e-ficiencia.com/el-calor-residual-que-es-como-aprovecharlo/>

Rodriguez Villar, D. J. (2019). Desarrollo de un estudio de factibilidad de un proyecto de generación de energía fotovoltaica para el distrito de Iquitos y aledaños. (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25829/1/UPS-GT004529.pdf>

Scribd. (n.d.). Acondicionamiento de señales. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/83224163/acondicionamiento-de-senales>

- Solari San Martín, M. (2019). Factibilidad de generación eléctrica solar térmica y fotovoltaica en la Región de Atacama. (Tesis de grado). Universidad de Chile. Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170743>
- Swagatam. (n.d.). Making thermoelectric generator circuit. Homemade Circuits. Recuperado de <https://www.homemade-circuits.com/making-thermoelectric-generator-circuit/>
- Tecteg Power Generator. (n.d.). TEG12VDC-AIR VDC forced air cooling. Recuperado de <https://tecteg.com/product/teg-12-vdc-air/>
- Tecteg Power Generator. (n.d.). TEG12VDC-24 60W liquid. Recuperado de <https://thermoelectric-generator.com/product/teg-12-vdc-24-liquid/>
- Tegmart. (n.d.). Micro TEG boost circuit. Recuperado de <https://www.tegmart.com/energy-harvesting/micro-teg-boost-circuit>
- Tegmart. (n.d.). 45-Watt TEG generator for wood stoves with air-cooling. Recuperado de <https://www.tegmart.com/thermoelectric-generators/wood-stove-air-cooled-45w-teg>
- Thermal Electronics Corp. (n.d.). TEH-1D Ultra-Low Voltage DC-DC Boost Converter. Recuperado de https://tecteg.com/wp-content/uploads/2017/10/Scavenger-circuit-Board-TEH-1D_rev2.pdf
- Thermoelectric Solutions. (n.d.). How thermoelectric generators work. Recuperado de <https://thermoelectricsolutions.com/how-thermoelectric-generators-work/>
- Tycon Power. (n.d.). TP-DCDC-1224G. Recuperado de <https://tyconsystems.com/homepage/shop/tp-dcdc-1224g/>
-