



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

Tema:

**SISTEMA HÍBRIDO SOLAR-RADIOFRECUENCIA DE RECOLECCIÓN DE
ENERGÍA PARA TERMINALES DE QUINTA GENERACIÓN 5G**

Trabajo de Titulación Modalidad: Artículo Académico, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones

ÁREA: Física y Electrónica

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Energía, desarrollo sostenible y gestión de
recursos**

AUTOR: Merino Chilingua Danny Joel

TUTOR: Ing. Carlos Diego Gordón Gallegos, PhD

Ambato - Ecuador

marzo – 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: SISTEMA HIBRIDO SOLAR-RADIOFRECUENCIA DE RECOLECCIÓN DE ENERGÍA PARA TERMINALES DE QUINTA GENERACIÓN 5G, desarrollado bajo la modalidad Artículo Académico por el señor Danny Joel Merino Chiliquina, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, marzo 2023.

Ing. Carlos Diego Gordon Gallegos, PhD

TUTOR

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: SISTEMA HIBRIDO SOLAR-RADIOFRECUENCIA DE RECOLECCIÓN DE ENERGÍA PARA TERMINALES DE QUINTA GENERACIÓN 5G es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2023.



Danny Joel Merino Chiliquina

C.C. 1804902235

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2023.



Danny Joel Merino Chiliqinga

C.C. 1804902235

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Danny Joel Merino Chilibingua, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Artículo Académico, titulado SISTEMA HIBRIDO SOLAR-RADIOFRECUENCIA DE RECOLECCIÓN DE ENERGÍA PARA TERMINALES DE QUINTA GENERACIÓN 5G, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, marzo 2023.

Ing. Pilar Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Fabian Salazar
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Patricio Córdova
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado a mis padres: María, Wilson y a mi hermana Vanessa, quienes me han inculcado buenos valores, se han encargado de que nunca me falte nada y gracias a su amor, sacrificio y apoyo incondicional, he logrado cumplir esta meta tan importante en mi vida.

A mi novia, que ha estado a mi lado durante todo este proceso, apoyándome en momentos difíciles y motivándome para seguir adelante.

Danny Joel Merino Chilibingua

AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente a mi familia, que ha estado presente durante todo mi proceso de formación, viendo por mí y nunca me dejaron solo.

A los docentes de la carrera de Electrónica y Comunicaciones de la Universidad Técnica de Ambato que participaron en mi formación, en especial a mi Tutor el Ing. Carlos Gordon que me ha ayudado con su conocimiento científico para el desarrollo de mi trabajo de titulación.

Danny Joel Merino Chiliquina

RESUMEN EJECUTIVO

Gracias a los avances tecnológicos de los últimos años, el uso de dispositivos IoT se ha incrementado paulatinamente debido a la gran cantidad de aplicaciones en las que se pueden utilizar como: domótica, vehículos inteligentes, robótica, redes de sensores inalámbricos, entre otras. Estos dispositivos, al ser en su mayoría inalámbricos tienen como fuente de energía principal una o más baterías, que se encargan de suministrar la energía eléctrica necesaria para que realice sus operaciones. Sin embargo, la esperanza de vida de una batería es limitada y se expresa como el número de ciclos de carga/descarga que puede soportar, por lo tanto, es necesario encontrar una fuente de energía permanente y más confiable. Con el fin de dar solución a este problema, ha surgido una tecnología conocida como recolección de energía o captación de energía (Energy Harvesting), que consiste en capturar la energía presente en el ambiente y convertirla en energía eléctrica. Existen diversas fuentes de energía en el ambiente como, hidráulica, térmica, solar, eólica, radiofrecuencia, sonido, movimiento, vibración etc. Para aplicaciones de baja potencia, el uso de la radiofrecuencia ha sido objeto de estudio como fuente para la captación de energía gracias a que este tipo de señales prevalecen en el ambiente, como señales de TV, radio, telefonía celular, satelital Wifi, entre otras. Sin embargo, la energía recolectada por este tipo de sistemas es baja en el rango de los milivoltios, es por esta razón que en el presente trabajo de titulación se desarrolla un sistema de recolección de energía híbrido solar-radiofrecuencia capaz de alimentar de manera continua dispositivos con tecnología 5G. Para esto se utiliza una metodología de 4 fases: diseño, simulación, fabricación y caracterización de cada una de las etapas que conforman el sistema propuesto. Finalmente se presenta un prototipo capaz de proveer energía constante para terminales de quinta generación 5G como sensores inalámbricos y dispositivos IoT.

Palabras clave: Recolección de energía, terminales 5G, sistema híbrido, solar, radiofrecuencia.

ABSTRACT

Thanks to technological advances in recent years, the use of IoT devices has gradually increased due to the large number of applications in which they can be used, such as: home automation, smart vehicles, robotics, wireless sensor networks, among others. These devices, being mostly wireless, have one or more batteries as their main power source, which are responsible for supplying the necessary electrical energy to carry out their operations. However, the life expectancy of a battery is limited and is expressed as the number of charge/discharge cycles it can withstand, therefore it is necessary to find a permanent and more reliable source of energy. In order to solve this problem, a technology known as energy harvesting or energy harvesting has emerged, which consists of capturing the energy present in the environment and converting it into electrical energy. There are various sources of energy in the environment such as hydraulic, thermal, solar, wind, radio frequency, sound, movement, vibration, etc. For low power applications, the use of radiofrequency has been the object of study as a source for capturing energy thanks to the fact that this type of signals prevail in the environment, such as TV signals, radio, cell phones, satellite Wi-Fi, among others, however, the energy collected by this type of system is low in the range of millivolts, it is for this reason that in the present titling work a hybrid solar-radiofrequency energy collection system capable of continuously powering devices with 5G technology. For this, a 4-phase methodology is used: design, simulation, manufacturing and characterization of each of the stages that make up the proposed system. Finally, a prototype capable of providing constant power for fifth generation 5G terminals such as wireless sensors and IoT devices is presented.

Keywords: Energy harvesting, 5G terminals, hybrid system, solar, radiofrequency.