



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INGENIERÍA EN TELEMÁTICA

Proyecto de investigación
previo a la obtención del título de
Ingeniero en Telemática.

Título del Proyecto de Investigación:

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MULTIPUNTO DE CARGA
INALÁMBRICA UTILIZANDO EL MÉTODO INDUCTIVO EN LA “UTEQ”**

Autor:

DIEGO HERNÁN MUÑOZ QUINTO

Director del Proyecto de Investigación:

ING. DIEGO FERNANDO INTRIAGO RODRÍGUEZ, M. Sc

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS



Yo, **Diego Hernán Muñoz Quinto**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o certificación profesional; y, he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Diego Hernán Muñoz Quinto

C.C: 1250072541

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



El suscrito **Diego Fernando Intriago Rodríguez**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Diego Hernán Muñoz Quinto**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MULTIPUNTO DE CARGA INALÁMBRICA UTILIZANDO EL MÉTODO INDUCTIVO EN LA “UTEQ”** previo a la obtención del título de Ingeniero en Telemática, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Diego Fernando
Intriago Rodríguez

Firmado digitalmente por Diego
Fernando Intriago Rodríguez
Fecha: 2023.11.12 15:47:33
-05'00'

Ing. Diego Fernando Intriago Rodríguez, M. Sc
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



Yo, **Diego Fernando Intriago Rodríguez**, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MULTIPUNTO DE CARGA INALÁMBRICA UTILIZANDO EL MÉTODO INDUCTIVO EN LA UTEQ”**, me permito manifestar a usted y por medio del Consejo Académico de Facultad lo siguiente:

Que, el estudiante: **Diego Hernán Muñoz Quinto**, egresado de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, ha cumplido con las correcciones pertinentes e ingresado su Proyecto de Investigación al sistema URKUND, por lo que tengo a bien certificar la siguiente información sobre el informe del sistema anti-plagio con un porcentaje de 4%.



Document Information

Analyzed document	Tesis de investigación - Muñoz Diego.pdf (D178397956)
Submitted	2023-11-10 06:48:00
Submitted by	Diego Fernando Intriago Rodríguez
Submitter email	dintriagor3@uteq.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	dintriagor3.uteq@analysis.arkund.com

**Diego Fernando
Intriago Rodríguez**

Firmado digitalmente por Diego
Fernando Intriago Rodríguez
Fecha: 2023.11.10 13:40:21 -05'00'

Ing. Diego Fernando Intriago Rodríguez, M. Sc
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Título:

Implementación De Un Sistema Multipunto De Carga Inalámbrica Utilizando El
Método Inductivo En La “UTEQ”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero en Telemática.

Aprobado por:

**ANTHONY
LIMBER
MORAN
CABEZAS**

Firmado digitalmente
por ANTHONY LIMBER
MORAN CABEZAS
Fecha: 2023.11.08
15:01:51 -05'00'

Presidente del tribunal

Ing. Anthony Moran Cabezas, M. Sc



Firmado digitalmente por:
**ÁNGEL IVAN TORRES
QUIJIJE**

Miembro del tribunal

Ing. Ángel Torres Quijije, M. Sc



Firmado digitalmente por:
**PAOLA MARIBEL
BENITEZ NAVARRETE**

Miembro del tribunal

Ing. Paola Benítez Navarrete, M. Sc

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo elevar mi más sincero agradecimiento a Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza, por guiar mis pasos a lo largo de este arduo pero gratificante camino académico. Su inagotable misericordia y bendiciones han sido mi luz en los momentos más oscuros y mi refugio en las adversidades.

Quiero agradecer a las personas que han estado apoyándome en la realización de este proyecto de investigación, gracias por sus apoyos, consejos y ánimos fueron fundamentales en este largo y desafiante proceso.

A mis amados padres, les dedico las sinceras palabras de este agradecimiento. Su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante son el pilar sobre el cual construí mis sueños académicos. Sin su aliento y ejemplo de perseverancia, este logro no habría sido posible. Gracias por ser mi inspiración y por creer en mí desde el principio.

También quiero agradecer a mi director de tesis al Ing. Diego Fernando Intriago Rodríguez M. Sc, por su guía experta, paciencia y dedicación. Sus valiosas sugerencias y orientaciones me ayudaron a dar forma a este proyecto y a alcanzar estándares de excelencia académica.

Mi agradecimiento se extiende a mis amigos y compañeros de clase, quienes me brindaron apoyo emocional y compartieron sus conocimientos y experiencias.

Muchas Gracias....

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mis padres, **Eddy Muñoz y Elena Quinto**, cuyo apoyo inquebrantable y amor incondicional han sido la fuente de mi fortaleza y determinación. Gracias por ser mi inspiración y por creer en mis capacidades desde el principio.

Este proyecto también está dedicado a todos los que creyeron en la idea de un futuro más eficiente y sostenible, impulsado por la innovación tecnológica. Que este sistema multipunto de carga inalámbrica inductiva sea un pequeño paso hacia ese futuro deseado.

Asimismo, dedico este trabajo a mis seres queridos y amistades, quienes han sido mi mayor inspiración y apoyo en cada paso de mi formación académica. Su amor incondicional y confianza en mí han sido fundamentales para alcanzar este logro.

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

El proyecto de investigación se centró en desarrollar una solución innovadora para la carga eficiente de dispositivos electrónicos y amigable con el medio ambiente. Esta solución multipunto de carga inalámbrica se basó en el principio de inducción electromagnética, mediante esta tecnología se puede cargar un dispositivo de manera simultánea sin la necesidad de cables. El proyecto abarcó la investigación, el diseño, la construcción y la evaluación del sistema, considerando aspectos como la eficiencia energética, la seguridad y la preservación del medio ambiente. Se basó en un enfoque exploratorio, permitiendo comprender aspectos fundamentales y las posibles soluciones relacionadas con este sistema. Los resultados obtenidos representaron un avance significativo en la tecnología de carga inalámbrica, con aplicaciones potenciales en entornos domésticos, comerciales e industriales. La implementación de esta tecnología marca un paso importante hacia un futuro más conectado y sostenible, brindando una solución eco amigable, mitigando el exceso de energía al reemplazar la tecnología alámbrica por la de inducción electromagnética en la carga de dispositivos móviles.

Palabras clave: Electromagnetismo, innovación tecnológica, sostenibilidad, eficiencia energética, medio ambiente.

ABSTRACT AND KEYWORDS

The research project focused on developing an innovative solution for efficient and environmentally friendly charging of electronic devices. This multipoint wireless charging solution was based on the principle of electromagnetic induction, using this technology a device can be charged simultaneously without the need for cables. The project covered research, design, construction and evaluation of the system, considering aspects such as energy efficiency, safety and environmental preservation. It was based on an exploratory approach, allowing us to understand fundamental aspects and possible solutions related to this system. The results obtained represented a significant advance in wireless charging technology, with potential applications in domestic, commercial and industrial environments. The implementation of this technology marks an important step towards a more connected and sustainable future, providing an eco-friendly solution, mitigating excess energy by replacing wired technology with electromagnetic induction technology in charging mobile devices.

Keywords: Electromagnetism, technological innovation, sustainability, energy efficiency, environment.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES	viii
ABSTRACT AND KEYWORDS	ix
CÓDIGO DUBLÍN	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1 Problema de investigación.....	5
1.1.1 Planteamiento del problema.....	5
Enunciado del problema.	5
Diagnóstico.	6
Pronóstico.....	6
1.1.2 Formulación del problema.....	6
1.1.3 Sistematización del problema.....	6
1.2 Objetivos.....	7
1.2.1 Objetivo general.....	7
1.2.2 Objetivos específicos.....	7
1.3 Alcance.....	7
1.4 Justificación.....	7
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.1 Marco referencial.....	10
2.1.1 Investigaciones internacionales.....	10
2.1.1.1 "Sistema electrónico para recarga eléctrica en teléfonos celulares inteligentes en espacios cerrados, con tecnología inalámbrica".	10
2.1.2 Investigaciones nacionales.....	10
2.1.2.1 "Estudio de carga inalámbrica de vehículos".	10

2.1.2.2	<i>“Estudio y diseño de un sistema de acceso inalámbrico de banda ancha (LMDS) para un área comercial de la ciudad de Quito.”</i>	11
2.2	Marco conceptual.	11
2.2.1.1	<i>Punto a punto:</i>	12
2.2.1.2	<i>Multipunto:</i>	12
2.2.5.1	<i>Inducción magnética:</i>	15
2.2.5.2	<i>Resonancia magnética:</i>	17
2.2.5.3	<i>Radio recepción de ondas</i>	18
2.2.5.4	<i>Acoplamiento capacitivo:</i>	18
2.2.5.5	<i>Método inductivo</i>	21
2.2.5.6	<i>Ley de Faraday</i>	23
	CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	24
3.1	Localización.	25
3.2	Tipo de investigación.	25
3.2.1	<i>Investigación Descriptiva.</i>	25
3.2.2	<i>Investigación Exploratoria.</i>	25
3.2.3	<i>Investigación Aplicada.</i>	26
3.3	Métodos de investigación.	26
	• Método de observación.	26
	• Método inductivo	26
3.4	Fuentes de recopilación de información.	26
3.5	Diseño de la investigación.	27
	Fase 1: Recopilación de información y revisión de la tecnología inductiva	27
	Fase 2: Evaluación de Beneficios del Sistema Multipunto de Carga Inalámbrica	27
	Fase 3: Diseño y Desarrollo del Sistema Multipunto de Carga Inalámbrica.	27
	Fase 4: Implementación y Pruebas del Sistema	28
3.6	Recursos humano y materiales.	28
3.6.1	<i>Recursos humanos:</i>	28
3.6.2	<i>Recursos financieros:</i>	29
3.6.3	<i>Recursos materiales:</i>	29
	CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1	Selección y verificación.	32
4.1.1	Análisis de radiación electromagnética	32

4.1.2	Distancia	33
4.1.3	Ondas Ionizantes.....	34
4.1.4	Ondas no ionizantes.....	35
4.1.5	Ondas electromagnéticas no ionizantes en el aire libre.....	35
4.1.6	Restricciones en los campos electromagnéticos	36
4.1.7	Intensidad Calorífica.....	36
4.1.8	Ondas electromagnéticas	37
4.1.9	Parámetros para la transferencia de energía eléctrica	39
4.1.10	Selección de componentes	40
4.1.10.1	Cable de cobre esmaltado de 33 AWG.....	40
4.1.10.2	Transmisores de carga inductiva.....	41
4.1.10.3	Receptores de carga inductiva	42
4.1.10.4	Bobinas de inducción.....	43
4.1.10.5	Protocolo QI	43
4.1.10.6	¿Cómo se utilizará el Protocolo QI?	44
4.1.10.7	Características del dispositivo inalámbrico.....	44
4.1.10.8	Ley de Ampere.....	45
4.1.10.9	Campo Magnético que circula en una espira	46
4.1.10.10	Bobina Receptora De Carga	48
4.1.10.11	Inductor de la Bobina Espiral Plana.....	49
4.1.10.12	Cálculos teóricos del circuito	54
4.1.10.13	Diseño del circuito de carga inalámbrica.....	56
4.1.10.14	Microchips	58
4.1.10.15	Pruebas de circuito del teléfono de carga inalámbrica.....	61
4.1.10.16	Parámetros para alargar la vida útil de un dispositivo	63
4.1.10.17	¿Cómo optimizar los dispositivos?	65
CAPÍTULO V DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		66
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFIA.....		69
REFERENCIAS.....		70
CAPÍTULO VII ANEXOS		73

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Ilustración 1:</i> Enlace Punto y Multipunto	12
<i>Ilustración 2:</i> Sistema LMDS (Local Multipoint Distribution Service).....	13
<i>Ilustración 3:</i> Carga inalámbrica	14
<i>Ilustración 4:</i> Flujo de la tecnología de carga inalámbrica.....	15
<i>Ilustración 5:</i> Inducción Magnética.....	15
<i>Ilustración 6:</i> Esquema de inducción magnética entre las dos bobinas.....	16
<i>Ilustración 7:</i> Bobinas alineadas para el paso de corriente.....	16
<i>Ilustración 8:</i> Resonancia Magnética	17
<i>Ilustración 9:</i> Propagación de la onda de radio	18
<i>Ilustración 10:</i> Acoplamiento capacitivo de Transferencia de Energía inalámbrica.....	19
<i>Ilustración 11:</i> Inducción electromagnética	22
<i>Ilustración 12:</i> Experimento de Faraday	22
<i>Ilustración 13:</i> Ubicación	25
<i>Ilustración 14:</i> Radiación Electromagnética.....	33
<i>Ilustración 15:</i> Cable de cobre esmaltado de 33 AWG	41
<i>Ilustración 16:</i> Transmisor de carga inductiva	42
<i>Ilustración 17:</i> Receptores de carga inductiva.....	42
<i>Ilustración 18:</i> Bobina de inducción.....	43
<i>Ilustración 19:</i> Diagrama de Bloques de la transferencia de Carga Inalámbrica.....	44
<i>Ilustración 20:</i> Parámetros de la Bobina	49
<i>Ilustración 21:</i> Software de creación de bobina espiral plana.....	51
<i>Ilustración 22:</i> Mediciones con multímetro	54
<i>Ilustración 23:</i> Medición del voltaje de salida con el multímetro.....	55
<i>Ilustración 24:</i> Osciloscopio	55
<i>Ilustración 25:</i> Osciloscopio con frecuencia de la onda de 131.6 KHz	56
<i>Ilustración 26:</i> Osciloscopio en donde la onda pasa la corriente.	56
<i>Ilustración 27:</i> Diseño del circuito con microchips	57
<i>Ilustración 28:</i> Implementación de MOSFET.....	58
<i>Ilustración 29:</i> Implementación de Microcontroladores	59
<i>Ilustración 30:</i> Implementación de condensador LC.....	60
<i>Ilustración 31:</i> Resultados de la carga inalámbrica del 0 al 25% de batería.....	62
<i>Ilustración 32:</i> Resultados de la carga inalámbrica del 25 al 50% de batería.....	62
<i>Ilustración 33:</i> Resultados de la carga inalámbrica del 50 al 75% de batería.....	62
<i>Ilustración 34:</i> Resultados de la carga inalámbrica del 75 al 100% de batería.....	63
<i>Ilustración 35:</i> Resultados de la carga inalámbrica al 100% de batería.....	63
<i>Ilustración 36:</i> Prototipo de bobina Receptora	74
<i>Ilustración 37:</i> Circuito junto a la bobina transmisora.....	74
<i>Ilustración 38:</i> Circuito del paso de la corriente	74
<i>Ilustración 39:</i> Circuito interno del cargador inalámbrico.....	75
<i>Ilustración 40:</i> Osciloscopio de la intensidad de corriente al 100%	75
<i>Ilustración 41:</i> Osciloscopio de la intensidad de corriente al 50%	75

Ilustración 42: Osciloscopio sin intensidad de corriente	76
Ilustración 43: Impresión 3D de la tapa	76
Ilustración 44: Impresión 3D del diseño de cargador inalámbrico	77
Ilustración 45: Cargador inalámbrico	77
Ilustración 46: Cargadores inalámbrico	78
Ilustración 47: Celular con carga eficiente	78

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 – Código Dublín.	xv
Tabla 2: Métodos de la carga inalámbrica.....	21
Tabla 3: Comparativas del cargador inalámbrico con ondas ionizantes.	35
Tabla 4: Valor promedio máximo en los puntos de medición al aire libre	36
Tabla 5: Restricciones en los campos electromagnéticos.....	36
Tabla 6: Razones por las que se utilizó el cable de cobre esmaltado de 33 AWG.....	41
Tabla 7: Parámetros de la Bobina.....	48
Tabla 8: Característica del inductor resonante	49
Tabla 9: Características del inductor receptor	50
Tabla 10: Frecuencia de resonancia y salidas de voltajes.....	53

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Implementación de un sistema multipunto de carga inalámbrica utilizando el método inductivo en la “UTEQ”.		
Autores:	Diego Hernán Muñoz Quinto.		
Palabras clave:	Electromagnetismo.	Innovación tecnológica.	Eficiencia energética.
Fecha de publicación:	10 de noviembre del 2023		
Editorial:	Universidad Técnica Estatal de Quevedo		
Resumen:	El proyecto investigativo se centró en desarrollar una solución innovadora y ecológica para cargar dispositivos electrónicos eficientemente. Consistió en un sistema multipunto de carga inalámbrica basado en inducción electromagnética, permitiendo cargar varios dispositivos simultáneamente sin cables. Se realiza un enfoque exploratorio en la tecnología de carga inalámbrica, con potenciales aplicaciones en entornos domésticos, comerciales e industriales. La implementación de esta tecnología representa un paso clave hacia un futuro más conectado y sostenible, brindando una solución ecoamigable al reemplazar los cables en la carga.		
Abstract:	The research project focused on developing an innovative and ecological solution to charge electronic devices efficiently. It consisted of a multipoint wireless charging system based on electromagnetic induction, allowing several devices to be charged simultaneously without cables. An exploratory approach is made to wireless charging technology, with potential applications in domestic, commercial and industrial environments. The implementation of this technology represents a key step towards a more connected and sustainable future, providing an eco-friendly solution by replacing cables in charging.		
Descripción:	93 hojas: dimensiones 21,6 x 27,9 cm		
URI:			

Tabla 1 – Código Dublín.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de carga inalámbrica a nivel mundial están reemplazando a las tecnologías alámbricas, la era de la conectividad instantánea y la movilidad constante cada vez se tornan más frecuentes, la carga de dispositivos móviles se erige como una necesidad omnipresente en la vida cotidiana por ende es una tecnología que promete revolucionar la forma en que mantenemos nuestros dispositivos cargados, eliminando los cables y proporcionando una solución eficiente y amigable con el medio ambiente a nivel global.

Ecuador, como un país en desarrollo tecnológico, busca constantemente soluciones que no solo mejoren la experiencia del usuario, sino que también impulsen la eficiencia energética por lo que en la presente investigación se implementa un “Sistema multipunto de carga inalámbrica utilizando el método inductivo”, la carga inalámbrica ha ganado popularidad en los últimos años como una forma conveniente y eficiente de cargar dispositivos electrónicos sin necesidad de cables. Este avance tecnológico ha despertado el interés en la implementación de sistemas multipunto de carga inalámbrica, donde varios dispositivos pueden cargarse simultáneamente en un área determinada.

Con la implementación de este sistema multipunto de carga inalámbrica en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, se espera mejorar la experiencia de los usuarios al eliminar la necesidad de cables y proporcionar una solución práctica y eficiente para cargar sus dispositivos electrónicos. Además, esta iniciativa puede sentar las bases para futuras implementaciones de carga inalámbrica en otros espacios públicos y privados, impulsando así la adopción de esta tecnología en la sociedad.

CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En este segmento, se expone la contextualización del proyecto de investigación. Se trata la problemática que impulsa el estudio, detallando su formulación y organización. Además, se definen los objetivos de la investigación y se argumenta la significancia de abordar este tema en particular. Este apartado constituye la base inicial para comprender el entorno y la importancia del estudio.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se enfoca en la base teórica del proyecto de investigación. Se lleva a cabo un análisis del marco de referencia, conceptual y legal vinculado a la temática en estudio. Se examinan y exponen las teorías, modelos y conceptos esenciales que respaldan la perspectiva de la investigación. Este capítulo ofrece la fundamentación teórica indispensable para comprender los principios que sustentan el estudio.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el tercer segmento, se detalla la metodología empleada en la ejecución de la investigación. Se proporciona una descripción del sitio donde se llevó a cabo el proyecto y se especifica el tipo de investigación realizado, ya sea exploratorio o aplicada. Asimismo, se brinda información detallada sobre los métodos y técnicas utilizados para la recolección y análisis de datos, abarcando el diseño de la investigación, los instrumentos empleados, el procesamiento de los datos y los recursos utilizados a lo largo del proyecto.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo constituye la parte principal en lo que centra la investigación, donde se exponen y analizan los resultados obtenidos a lo largo del proyecto. Se detallan paso a paso las fases de construcción de la investigación, incluyendo los antecedentes de la propuesta, la justificación y viabilidad, los objetivos, así como la información técnica pertinente al desarrollo e implementación del sistema multipunto de carga inalámbrica mediante el método inductivo. Inicia con la comprensión de los principios fundamentales, seguido del análisis de la radiación electromagnética. Posteriormente, se aborda el diseño del circuito eléctrico, considerando los parámetros apropiados de transferencia de energía.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El quinto y último segmento de este estudio ofrece las conclusiones derivadas del análisis de los resultados obtenidos, junto con recomendaciones para contextualizar los hallazgos y proporcionar pautas para investigaciones posteriores. Además, se ofrecen recomendaciones específicas para mejorar o expandir futuras investigaciones en el ámbito. Este capítulo culmina proporcionando una visión integral que no solo resume los resultados de la investigación, sino que también contribuye al avance continuo del conocimiento en el campo abordado.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de investigación.

1.1.1 Planteamiento del problema.

A nivel mundial, los avances tecnológicos proporcionan beneficios a la humanidad y facilitan numerosas tareas en diversos ámbitos laborales. Sin embargo, los dispositivos tecnológicos también presentan problemas y fallas en su sistema. Uno de los problemas comunes es el uso excesivo de cargadores alámbricos en mal estado, lo cual disminuye significativamente el tiempo de vida útil de estos dispositivos.

Cuando los usuarios utilizan cargadores alámbricos deteriorados o de mala calidad, existe un riesgo de sobrecarga eléctrica que puede dañar los componentes internos del dispositivo. Una sobrecarga eléctrica ocurre cuando la cantidad de corriente eléctrica que fluye a través del dispositivo supera su capacidad de manejo. Esta situación puede provocar cortocircuitos y generar una subida o bajada de tensión en el sistema.

Como consecuencia de una subida o bajada de tensión, la corriente eléctrica se incrementa y puede causar daños graves en los componentes electrónicos del dispositivo. Estos daños pueden afectar el rendimiento general del dispositivo, causar fallos en su funcionamiento, disminuir la vida útil y, en algunos casos, incluso provocar el deterioro permanente de estos.

La implementación de un sistema multipunto de carga inalámbrica utilizando el método inductivo plantea desafíos en términos de eficiencia de carga, distancia de carga, interferencia electromagnética, seguridad y compatibilidad. Es necesario optimizar la eficiencia energética, superar las limitaciones de distancia, mitigar la interferencia electromagnética, garantizar la seguridad durante la carga y asegurar la compatibilidad con una amplia gama de dispositivos. Abordar estos desafíos es fundamental para garantizar un sistema multipunto de carga inalámbrica eficaz, seguro y funcional en entornos diversos.

Enunciado del problema.

El enunciado del problema para este proyecto de investigación es:

¿Cómo diseñar e implementar un sistema multipunto de carga inalámbrica utilizando el método inductivo que permita cargar de manera simultánea y eficiente múltiples dispositivos electrónicos en un entorno urbano, optimizando la eficiencia de carga, minimizando las pérdidas de energía y garantizando la seguridad del sistema?

En un mundo cada vez más interconectado y tecnológico, la demanda de dispositivos electrónicos portátiles y móviles ha crecido exponencialmente. Sin embargo, esta creciente dependencia de dispositivos ha llevado a la necesidad de encontrar soluciones innovadoras para resolver los problemas de duración de la batería y facilitar la carga de múltiples dispositivos de manera simultánea y eficiente.

Diagnóstico.

En la actualidad está disminuyendo el tiempo de vida útil de los dispositivos móviles por el uso excesivo de cables para carga, esto afecta sus componentes y el funcionamiento del sistema; en ocasiones provocan fallas eléctricas y elevará la consumición de energía.

Pronóstico.

El pronóstico podría indicar que la implementación de un sistema multipunto de carga inalámbrica utilizando el método inductivo probablemente enfrentaría desafíos técnicos y logísticos en su desarrollo, pero también representaría una solución valiosa para abordar la creciente demanda de carga simultánea de múltiples dispositivos electrónicos.

1.1.2 Formulación del problema.

¿La implementación de un sistema multipunto de carga inalámbrica incrementa el tiempo de vida útil de los dispositivos electrónicos utilizados por los usuarios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo?

1.1.3 Sistematización del problema.

Establecido el problema principal de investigación, a continuación, las interrogantes que ayudarían a cumplir exitosamente con cada objetivo:

- I. ¿Cómo se puede analizar las ondas ionizantes y no ionizantes que intervienen en un sistema de carga inalámbrica?
- II. ¿Qué beneficio proporciona la instalación del sistema multipunto de carga inalámbrica en los dispositivos móviles?
- III. ¿Cuál es la forma adecuada de desarrollar un sistema multipunto de carga inalámbrica para optimizar la eficiencia de transferencia de energía y prolongar la vida útil de los dispositivos móviles?

1.2 Objetivos.

1.2.1 *Objetivo general.*

Crear un sistema multipunto de carga inalámbrica a través del método inductivo en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, campus "Manuel Has Álvarez".

1.2.2 *Objetivos específicos.*

- Analizar a través de la literatura previa las ondas ionizantes y no ionizantes que intervienen en un sistema de carga inalámbrica.
- Diseñar un prototipo de sistema multipunto de carga inalámbrica basado en el método inductivo.
- Desarrollar el sistema multipunto de carga inalámbrica a través del método inductivo para optimizar la transferencia de energía y prolongar la vida útil de los dispositivos.

1.3 Alcance

Este proyecto tiene como finalidad desarrollar el sistema multipunto se llevaría a cabo un diseño e ingeniería detallados del sistema. Esto implicaría determinar la disposición óptima de las estaciones de carga y las bobinas inductivas, así como planificar la distribución de energía para garantizar una carga eficiente y equitativa. Desarrollando los componentes físicos del sistema, como las estaciones de carga, las bobinas inductivas y los dispositivos receptores.

1.4 Justificación.

La tecnología se ha convertido en un avance muy importante para la humanidad por lo que, al momento de ir surgiendo nuevas ciencias, el ser humano encuentra problemas en cualquier ámbito funcional es por ello que el proyecto estará enfocado en sistemas de puntos de carga inalámbrica con el motivo de mejorar el tiempo de vida de los celulares, teniendo en cuenta la vida útil de los equipos a más años de duraciones y disminuyendo fallas eléctricas.

En base a lo mencionado se establece que la falta de estudios referentes al uso de sistemas multipunto de carga inalámbrica para celulares móviles permite que surjan interrogantes sobre los beneficios que estos otorgarían al personal administrativo y académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Esto requerirá una investigación y desarrollo

continuo en el campo de la tecnología inalámbrica, así como la colaboración entre diferentes disciplinas y sectores de la industria.

La tecnología de acceso inalámbrico se ha convertido en una parte fundamental de nuestra vida diaria. Con el creciente número de dispositivos móviles y la necesidad de conectividad en cualquier lugar y en cualquier momento, la tecnología inalámbrica se ha vuelto esencial para la comunicación y el intercambio de información. Por lo que se busca implementar puntos de carga inalámbrica en los espacios físicos de la edificación de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería con el fin de que el personal administrativo y académico pueda cargar múltiples dispositivos móviles al mismo tiempo.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1 Marco referencial.

En el marco conceptual de este estudio, se abordarán diversos aspectos relacionados con la implementación de un sistema multipunto de carga inalámbrica utilizando el método inductivo involucra una serie de conceptos fundamentales relacionados con la carga inalámbrica, la tecnología inductiva y los desafíos específicos asociados con la carga simultánea de múltiples dispositivos en un entorno.

2.1.1 Investigaciones internacionales.

2.1.1.1 "Sistema electrónico para recarga eléctrica en teléfonos celulares inteligentes en espacios cerrados, con tecnología inalámbrica".

En esta investigación se realizó la implementación de un “Sistema electrónico para recarga eléctrica en teléfonos celulares inteligentes en espacios cerrados, con tecnología inalámbrica”. El mismo que utiliza un hardware que ofrece el servicio gratuito de recarga de teléfonos celulares inteligentes, permitiendo de esta manera acceder en cualquier momento una carga rápida y eficaz mediante la activación de un circuito de inducción electromagnética para el acoplamiento de bobina, mediante el puerto micro USB del dispositivo, disponible en todos los celulares inteligentes realice una carga rápida y eficaz mediante la activación de un circuito de inducción electromagnética para el acoplamiento de bobina [1].

2.1.2 Investigaciones nacionales.

2.1.2.1 “Estudio de carga inalámbrica de vehículos”.

Es un estudio de la carga inalámbrica para vehículos eléctricos junto con una investigación extensa sobre los diferentes tipos de baterías, convertidores de potencia y sistemas de carga existentes actualmente. Además, se plantean distintas alternativas para hacer los sistemas de carga inalámbrica más eficientes y óptimos, tratando los principales inconvenientes de este tipo de carga como el desalineamiento entre bobinas y la separación de las mismas. Asimismo, se presentan soluciones para reducir al mínimo las emisiones de los gases de efecto invernadero que conllevan los vehículos [2].

2.1.2.2 “Estudio y diseño de un sistema de acceso inalámbrico de banda ancha (LMDS) para un área comercial de la ciudad de Quito.”

El estudio consistió en la elaboración de una propuesta de reglamentación para la instalación, operación y explotación de sistemas LMDS en Ecuador basada en reglamentos existentes relacionados. El diseño práctico para la implementación de la red LMDS en una zona comercial de la ciudad de Quito, utilizó la red de transporte SDH de la misma ciudad. Finalmente, y basándose en los costos obtenidos en el diseño del sistema se determinó las tarifas óptimas para los suscriptores [3].

2.2 Marco conceptual.

Este apartado se encuentra dirigido al proyecto de investigación fundamental de forma teórica el contenido científico de la propuesta.

2.2.1 Sistema Multipunto

Estos sistemas están caracterizados por N puntos de recarga y una unidad de control que gestione las cargas de todos los puntos de recarga. Se debe incorporar un sistema de autenticación mediante un lector de tarjetas RFID (Identificación de frecuencia de radio) para autorizar la carga a un grupo de usuarios restringido. Este sistema debe estar presente individualmente en cada poste de recarga y una vez que el usuario ha sido autenticado electrificar dicho punto. La central de gestión debe contener el software adecuado para realizar histogramas de carga con el objetivo de maximizar el rendimiento de la estación [4].

Los sistemas multipunto permiten la comunicación de manera contemporánea entre los usuarios individuales. Estos sistemas no conectan directamente a dos usuarios, pero se apoyan en una infraestructura de estaciones base que conectan a los usuarios individuales a una oficina central de conmutación, que a su vez se conecta con otra estación base y de esta hacia el otro usuario. Los sistemas celulares y ciertos tipos de redes LAN (Red de área local) inalámbricas son ejemplos de este tipo de aplicación como la MESH [5].

MESH es una WMN (Red de malla inalámbrica), es decir, una red de comunicaciones por radio de los nodos organizados en una topología de malla. El área de cobertura de la emisora de radio nodos que trabajan como una sola red a veces se denomina una nube de malla. El ingreso a la nube de malla necesita de radionodos que operan de unos con otros

para hacer una red de radio. Una malla de la red es fiable y ofrece redundancia. Cuando un nodo ya no puede funcionar, el resto de los nodos pueden todavía comunicarse unos con otros, directamente o por conducto de uno o más nodos intermedios [5].

Según [6] hay dos configuraciones básicas en el uso de las redes:

2.2.1.1 Punto a punto:

Punto a punto significa la conexión directa entre terminal y ordenador, aunque este enlace puede o no ser permanente, tal como sucede cuando usamos la red conmutada. Cada terminal utiliza su propia línea, y ésta es totalmente independiente de las otras.

2.2.1.2 Multipunto:

El multipunto consiste en combinar varios terminales con un solo ordenador o controlador, pero utilizando una sola línea. Para ello debemos contar con los elementos necesarios que nos permitan crear estos vínculos, encontrándonos de tres maneras diferentes para estructurar una de estas redes: en un clúster, si varios terminales se conectan a la línea en el mismo punto; en multipunto (multidrop), si lo hacen en puntos diferentes, o una combinación de ambas [6].

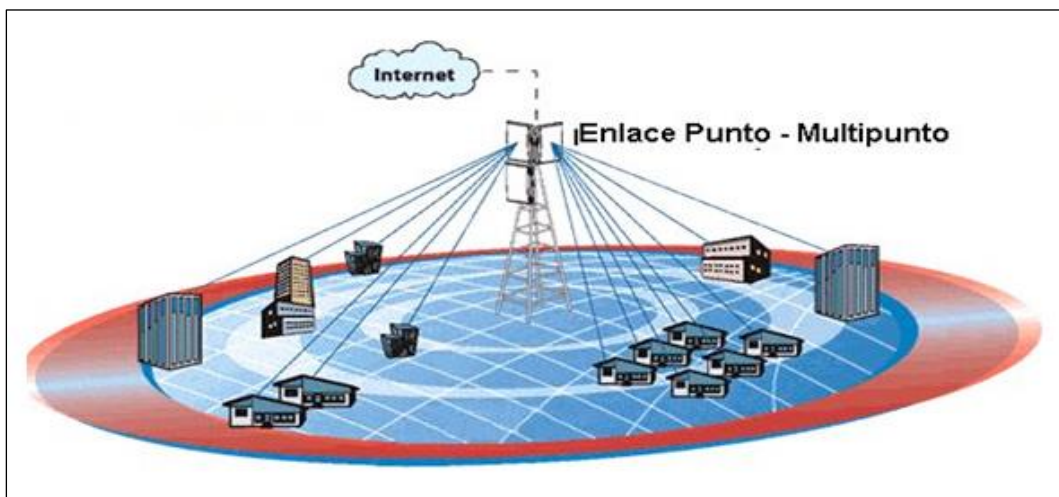


Ilustración 1: Enlace Punto y Multipunto

Fuente: <https://www.tesur.com/wp-content/uploads/2017/01/Multipunto.jpg>

2.2.2 LMDS (Sistema de distribución local multipunto)

LMDS (Sistema de distribución local multipunto), conectado vía radio inalámbrica con banda ka (microondas). Es multipunto desde el transmisor central hasta el receptor, y el cliente establece una conexión punto a punto desde la antenna fija hasta el BTS celular. El

sistema soporta distancias de hasta 35 km (recomendable hasta 4 km) y ancho de banda teórico de hasta 45 Mbps (sujeto, como todas las comunicaciones por radio, a las condiciones meteorológicas, posibles interferencias y orografía). El hardware del usuario es el enrutador, que es un transmisor-receptor de radio LMDS. La ventaja de esta tecnología es que LMDS está evolucionando y ofrece conexiones desde 128 Kbps hasta 16 Mbps [7].

El servicio de distribución multipunto local (LMDS) es un servicio de radio terrestre punto a multipunto que proporciona acceso inalámbrico de banda ancha a redes fijas. LMDS podría usarse para brindar acceso inalámbrico a servicios que van desde distribución de video unidireccional y telefonía hasta aplicaciones multimedia de banda ancha conmutadas totalmente interactivas. Múltiples transmisores centrales que se comunican a través de enlaces de radio punto a multipunto con suscriptores en ubicaciones fijas en toda el área de servicio se colocan en un diseño de tipo celular. Los sistemas LMDS intentan reutilizar completamente la banda de frecuencia en cada celda mediante el uso de antenas de suscriptores altamente direccionales y la reutilización de polarización en celdas adyacentes [8].

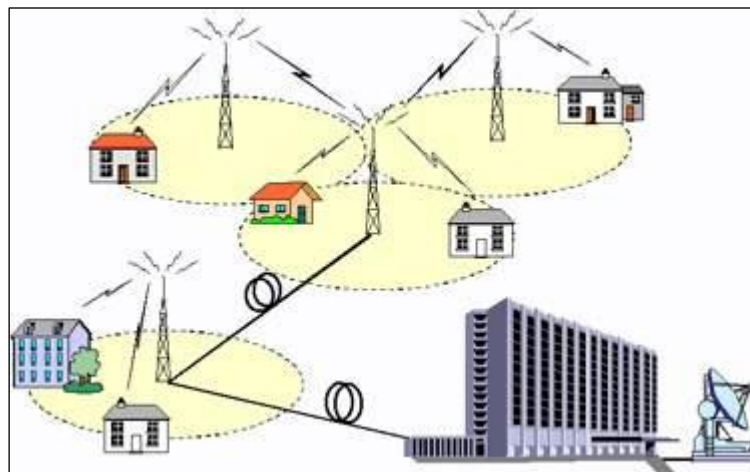


Ilustración 2: Sistema LMDS (Local Multipoint Distribution Service)

Fuente:

https://www.geocities.ws/yldegaralvarez/e1/lmds/local7_files/lmds1.jpg

2.2.3 Tecnología de carga inalámbrica

La carga inalámbrica ofrece la posibilidad de cargar un teléfono móvil sin cables conectados a una corriente eléctrica. Esta tecnología está disponible en la mayoría de los teléfonos y relojes inteligentes [9].

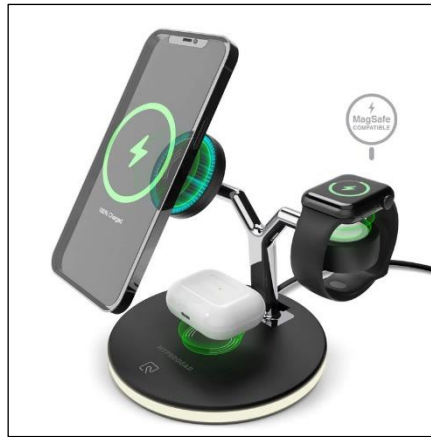


Ilustración 3: Carga inalámbrica

Fuente: <https://mobilestore.ec/wp-content/uploads/2022/02/Soporte-de-carga-inalambrica-con-MagSafe-3-en-1-HyperGear-MaxCharge-Mobile-Store-Ecuador.jpg>

La ventaja más evidente es la supresión de cables durante la carga de los dispositivos, ya que sólo se tiene que situar el smartphone sobre la base de carga inalámbrica y comenzará a cargarse. Debido a que los cargadores inalámbricos se manejan de manera diferente a los cargadores con cable, desgastan menos los conectores físicos y deben reemplazarse con menos frecuencia, por lo que duran más. Otra ventaja es que la carga inalámbrica es universal, siempre que el teléfono tenga la tecnología necesaria para soportarla. La nueva normativa de la UE (Unión europea) aprueba la utilización de cargadores universales a partir de 2024, como una apuesta por la sostenibilidad con una reducción de residuos electrónicos. Por ello, la opción de usar un cargador inalámbrico es más responsable con el medio ambiente, además de ofrecer compatibilidad [9].

2.2.4 Flujo de tecnología de carga inalámbrica

La carga inalámbrica requiere dos dispositivos. El cargador está conectado a la corriente y convierte la energía eléctrica en corriente alterna de alta frecuencia mediante una bobina de inducción electromagnética. Un receptor compatible con Qi con una segunda bobina de inducción.

Primero, el transmisor convierte la potencia de entrada en potencia inalámbrica, luego la transmite al receptor inalámbrico y finalmente la convierte en la potencia de salida efectiva del receptor [10].



Ilustración 4: Flujo de la tecnología de carga inalámbrica
Fuente: Mi autoría

2.2.5 Métodos de carga inalámbrica

2.2.5.1 Inducción magnética:

La inducción magnética es el proceso por el cual un campo magnético produce un campo eléctrico. Cuando estos generan campo eléctrico sobre un material guiador, la carga portadora experimenta una fuerza y se instigará una corriente en el conductor.

La inducción electromagnética y la resonancia magnética son los métodos de carga inalámbrica más utilizados. Con la inducción electromagnética, se induce un flujo magnético entre la bobina de transmisión de energía y la bobina captadora dependiendo de la fuerza del motor eléctrico. Este método se ha utilizado en teléfonos inalámbricos y otros dispositivos. La desventaja es que este método solo funciona en distancias cortas, y el transmisor de energía y el receptor de energía deben coincidir, por lo que no es diferente a una estación de carga que utiliza una conexión por cable [11].

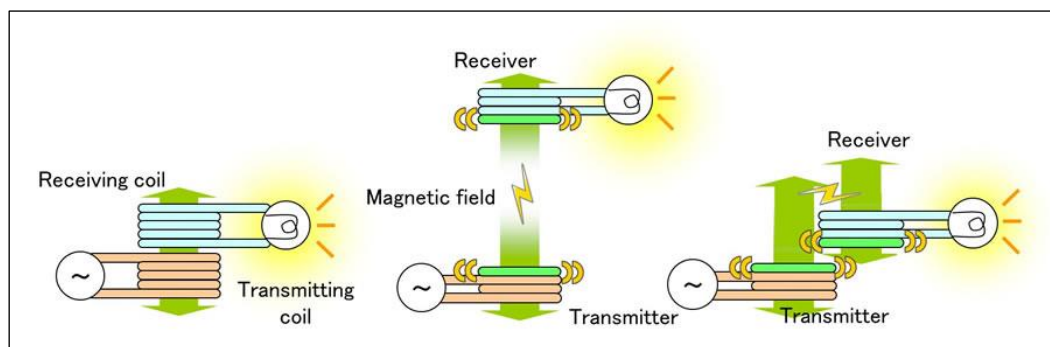


Ilustración 5: Inducción Magnética
Fuente: <https://scx2.b-cdn.net/gfx/news/hires/fujitsudevel.jpg>

Para la transmisión de energía sin contacto, el factor de acoplamiento (k) representa el flujo creado por la corriente que fluye a través de la bobina transmisora y se envía a la bobina receptora, y su valor puede variar de 0 a 1, y es 1 si: están perfectamente conectados a 0 cuando no está conectado. Este acoplamiento variará con la distancia entre los inductores (z) y el tamaño relativo que tendrán las bobinas. La calidad del

acoplamiento depende más de la forma de las espiras y del ángulo de incidencia entre ellas [12].

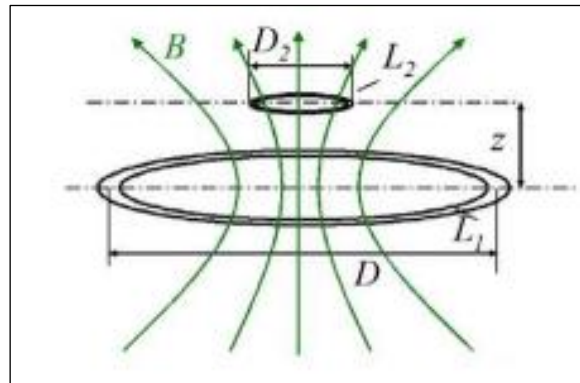


Ilustración 6: Esquema de inducción magnética entre las dos bobinas
Fuente: Escuela Técnica superior de Ingeniería de Telecomunicaciones de Barcelona

La carga inalámbrica, o tecnología Qi, creada por el consorcio de energía inalámbrica (WPC), funciona creando un campo electromagnético entre el dispositivo y el cargador. Ambos deben ser bobinas de inducción electromagnética. El cargador conectado a la luz convierte la corriente que recibe del tomacorriente en corriente alterna a través de una bobina que crea un campo magnético. El dispositivo tiene una segunda bobina, por lo que cuando se coloca sobre el cargador, el campo magnético creado por el cargador pasa a través de la bobina del dispositivo. Para hacer esto, las bobinas deben estar alineadas y emparejadas, aunque algunos cargadores contienen varias bobinas, por lo que no siempre es necesario centrar el teléfono.

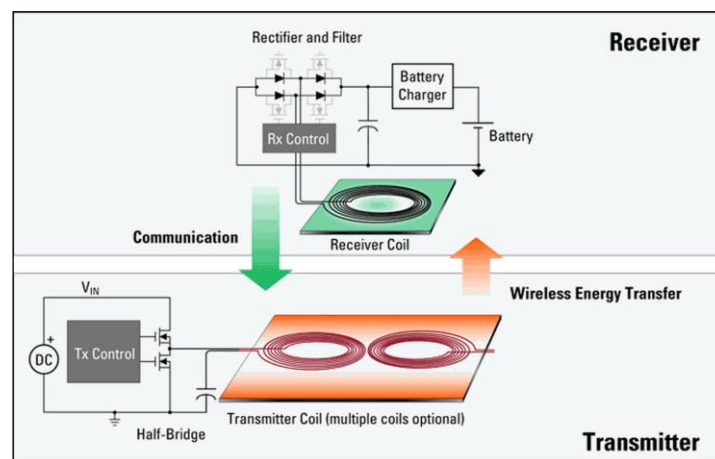


Ilustración 7: Bobinas alineadas para el paso de corriente

Fuente:

<https://cdn.computerhoy.com/sites/navi.axelspringer.es/public/media/image/2017/09/261131-como-funciona-carga-inalambrica-movil-tipos-diferencias.png?tf=3840x>

2.2.5.2 Resonancia magnética:

Es uno de los fenómenos más importantes en los circuitos que contienen elementos reactivos (condensadores y bobinas), que ocurre cuando el circuito es accionado por una corriente alterna de cierta frecuencia, de manera que la resistencia se conecta en serie o se hace infinita. La resonancia magnética paralela, por otro lado, también es una técnica fantástica y relativamente nueva que nos permite identificar los compuestos responsables del proceso en el que el campo magnético genera el campo eléctrico.

La carga por resonancia magnética permite que el dispositivo se cargue incluso lejos del cargador, por lo que se logra colocar la base en el enchufe de la mesa y nuestro smartphone se cargará automáticamente sin conectar un cable alámbrico, en la cual a esto se le llama carga inalámbrica teniendo así de esta forma efectiva un smartphone con un alcance de hasta 7 cm con una potencia máxima de 7W [13].

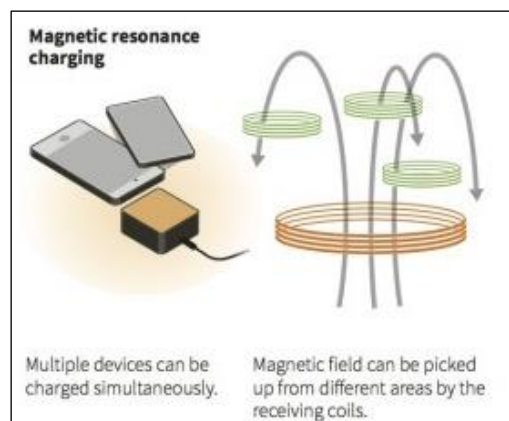


Ilustración 8: Resonancia Magnética

Fuente: https://media-ecdn.s3.amazonaws.com/embedded_image/2017/12/pdfnews-e1410790372461.jpg

La carga resonante implica dos bobinas de cobre, una conectada a la fuente de alimentación como dispositivo transmisor y la otra conectada al dispositivo que se está cargando (también conocido como receptor). Si los objetos con la misma frecuencia de resonancia se colocan cerca uno del otro, la energía generada se puede transferir entre los pares, cuando aumenta la distancia entre el receptor y el transmisor, el acoplamiento magnético entre las bobinas disminuye [14].

2.2.5.3 Radio recepción de ondas

En la radio recepción de ondas, las ondas electromagnéticas viajan por el espacio a través de la antena del transmisor, que puede ser una estación de radio, un transmisor de televisión, un enrutador inalámbrico, o cualquier otro dispositivo que emita señales de RF. Estas ondas transportan información, como música, voz, imágenes o datos, y se transmiten mediante diferentes frecuencias [15].

El transmisor y el receptor se utilizan para distribuir e interceptar ondas de radio. Las ondas de radio actúan como un portador de señal; Se puede interrumpir deteniéndose regularmente (como puntos y telegramas a rayas) o utilizando un proceso llamado información de codificación directa de modulación sobre las ondas [15].

Las señales de comunicación de ondas de radio viajan en línea recta por el aire, se reflejan en las nubes o en la ionosfera, o son retransmitidas por satélites en el espacio. Se utilizan en transmisiones estándar de radio y televisión, transmisiones de onda corta, navegación y control del tráfico aéreo, teléfonos móviles e incluso juguetes a control remoto [16].

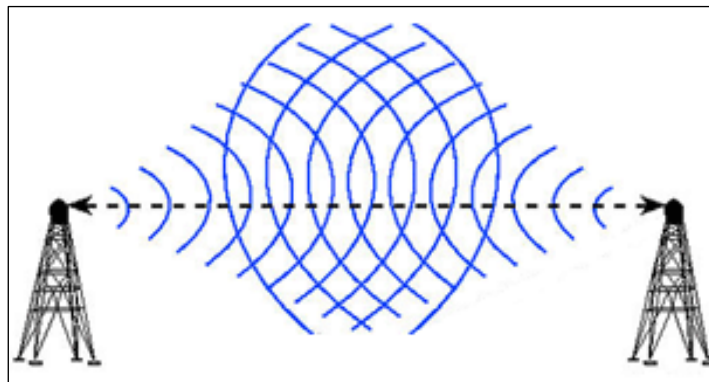


Ilustración 9: Propagación de la onda de radio

Fuente: <https://3.bp.blogspot.com/-cBySnnWcQ10/VRb6AYGGY-I/AAAAAAAAATLQ/8x5IBrJzW8c/s1600/Ondas-de-radio.gif>

2.2.5.4 Acoplamiento capacitivo:

El acoplamiento capacitivo es la propagación de energía que va adentro de la red eléctrica o a su vez es el conjunto de redes distantes que utilizan cambios de corriente entre los nodos del circuito causados por campos eléctricos. Esta conexión puede tener consecuencias intencionadas o no intencionadas [17].

Los capacitores de acoplamiento también introducen distorsión no lineal a bajas frecuencias. A altas frecuencias esto no es un problema porque el voltaje a través del

capacitor es muy cercano a cero. Sin embargo, si la frecuencia de la señal que pasa a través del capacitor de acoplamiento es baja en comparación con la frecuencia de corte RC, se puede desarrollar un voltaje en el capacitor, lo que provocará un cambio en la capacitancia en algunos tipos de capacitores, lo que provocará distorsión [17].

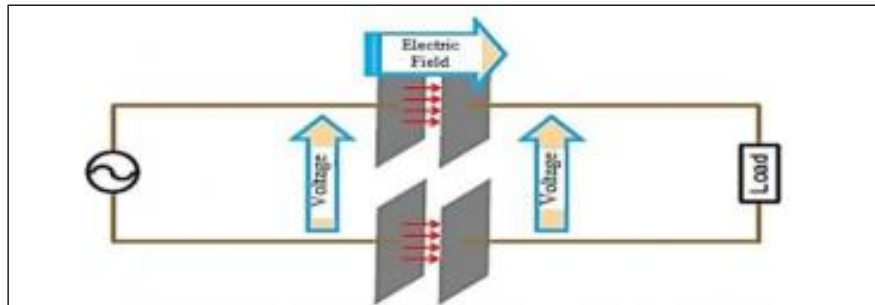
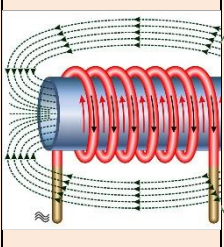
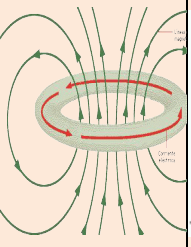
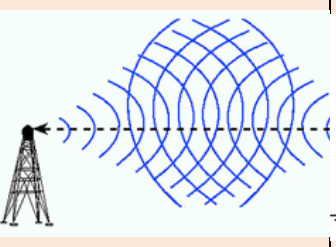
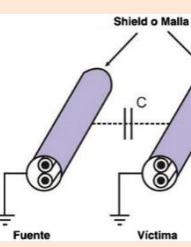


Ilustración 10: Acoplamiento capacitivo de Transferencia de Energía inalámbrica
Fuente: Indonesian Journal

De acuerdo con los métodos de carga inalámbrica existentes se mostrará una tabla comparativa incluyendo sus fichas técnicas más destacables.

Método	Inducción Magnética	Resonancia Magnética	Radio Recepción De Ondas	Acoplamiento Capacitivo
Concepto	Es un fenómeno electromagnético que ocurre cuando se transforma el flujo magnético a través de una superficie o un circuito y crea una corriente eléctrica	Similar a la inducción magnética por las bobinas de resonancia.	Se refiere al proceso de recepción y demodulación de ondas electromagnéticas para obtener señales de radio.	Es un método de transferencia de energía o datos entre dispositivos mediante la creación de un campo eléctrico entre dos o más capacitores.
Principio físico	Transferencia de energía entre bobinas mediante campos magnéticos oscilantes.	Uso de campos magnéticos y ondas de radio para generar cargas de no solo dispositivos móviles.	Recepción y demodulación de ondas electromagnéticas para obtener señales de audio o datos.	Transferencia de energía entre capacitores a través de campos eléctricos.

Ilustración				
Potencia	Se requiere una fuente de alimentación para generar el campo magnético. Menos de varios cientos de Kw.	Se requiere una fuente de energía potente para generar los campos magnéticos. Menos de varios Kw.	Se requiere una fuente de transmisión potente para enviar las señales de radio. Menos de varios W.	Se requiere una fuente de alimentación para generar el campo eléctrico. Alrededor de 10 W.
Distancia	Corta distancia (generalmente pocos centímetros).	Varios metros dentro de un escáner de resonancia magnética	Mediano a largo alcance, dependiendo de la potencia de la señal y la frecuencia utilizada.	Corta distancia (generalment e pocos milímetros a centímetros).
Fortalezas	Alta eficiencia Alto Voltaje	Alta eficiencia Alto voltaje Larga Distancia	Larga distancia	Alta eficiencia Menos disipación de calor.
Limites	Distancia corta	Gran tamaño	Baja eficiencia Baja potencia	Distancia corta
Contacto físico	No es necesario contacto físico entre las bobinas.	Para obtener la eficiencia correcta siempre tiene que estar en contacto.	No se necesita contacto físico para recibir las ondas de radio.	No se necesita contacto físico entre los capacitores
Eficiencia	Depende de la distancia y el acoplamiento entre las bobinas. Puede haber pérdidas de energía.	La resonancia magnética es altamente eficiente en la generación de imágenes detalladas.	Depende de la calidad de la señal y la distancia desde la fuente. Puede haber pérdidas en señal y ruido.	Depende de la distancia y el tamaño de los capacitores. Puede haber pérdidas de energía.
Interferencia electromagnética	Puede haber interferencia con dispositivos electrónicos	No se recomienda en entornos con equipos médicos	Puede haber interferencia con otras señales de radio cercanas.	Menos propenso a interferencias

	cercanos debido a los campos magnéticos.	sensibles o implantes metálicos.		electromagn éticas.
--	---	--	--	------------------------

Tabla 2: *Métodos de la carga inalámbrica*

2.2.5.5 Método inductivo

La carga inductiva representa una técnica de carga de dispositivos electrónicos que prescinde de la utilización de cables o vínculos físicos entre el cargador y el dispositivo en proceso de recarga. Este procedimiento se sustenta en un principio físico conocido como la inducción electromagnética [18].

La inducción electromagnética se produce cuando un dispositivo eléctrico, como un cargador, genera un campo magnético en constante cambio y este campo magnético atraviesa una bobina de alambre que se encuentra en el dispositivo que se desea cargar. Esto da lugar a la generación de una corriente eléctrica en la bobina, que puede aprovecharse para recargar la batería del dispositivo [18].

El proceso de carga mediante inducción se inicia cuando un cargador se encuentra conectado a una fuente de energía eléctrica. El cargador produce un campo magnético alternante que se transmite a través de una bobina de alambre, conocida como bobina transmisora. Por su parte, el dispositivo que se pretende cargar contiene otra bobina de cable, denominada bobina receptora, que se coloca junto a la bobina transmisora [18].

Cuando el campo magnético de la bobina transmisora experimenta cambios, induce una corriente eléctrica en la bobina receptora. Esta corriente eléctrica se emplea posteriormente para cargar la batería del dispositivo. Para que el proceso de carga se realice de manera eficaz, es esencial que ambas bobinas estén ubicadas en proximidad y alineadas correctamente [18].

La carga por inducción constituye un método práctico y sin cables para cargar dispositivos electrónicos como smartphones, relojes inteligentes, auriculares inalámbricos y otros dispositivos similares. Además, la adopción de este enfoque de carga puede extender la vida útil de la batería del dispositivo al prevenir daños asociados al uso excesivo de cables y conectores de carga [18].

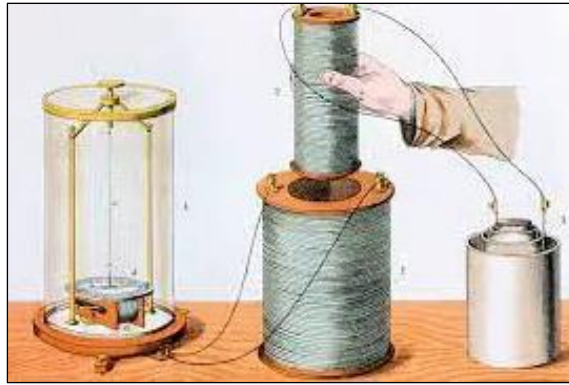


Ilustración 11: Inducción electromagnética

Fuente: <https://como-funciona.co/induccin-electromagnetica/>

En 1831, Michael Faraday realizó un significativo hallazgo al verificar que, al alterar un campo magnético, es viable inducir la aparición de una corriente eléctrica. Su experimento se inspiró en los trabajos previos de Oersted, quien, casi diez años antes, había demostrado que una corriente eléctrica genera campos magnéticos alrededor suyo cuando fluye a través de un conductor. Faraday optó por investigar si era posible que ocurriera lo contrario, es decir, si podía generar energía eléctrica utilizando un imán [19].

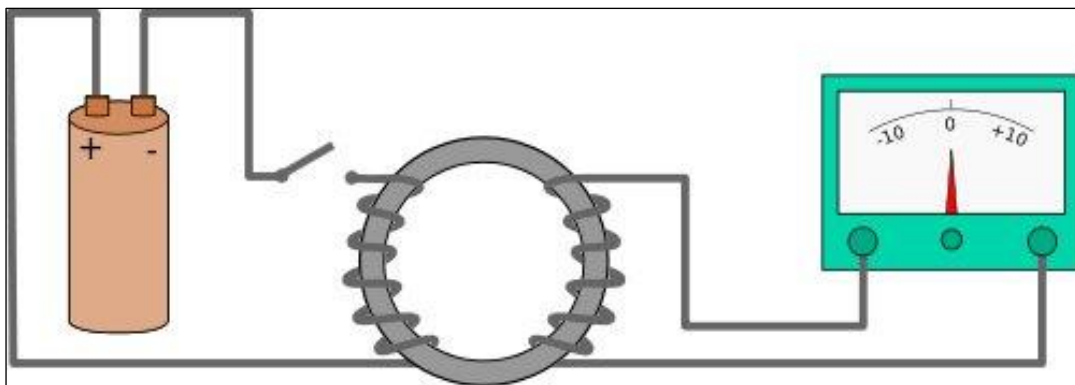


Ilustración 12: Experimento de Faraday

Fuente: <http://elfisicoloco.blogspot.com/2013/02/induccin-electromagnetica.html>

Faraday tomó un cable conectado a una batería y lo envolvió alrededor de un anillo de hierro. Luego, enrolló un segundo cable en el lado opuesto del anillo, este último no estaba conectado a una batería. La premisa detrás de este experimento era directa: dado que una corriente eléctrica tenía la capacidad de producir un campo magnético, se planteó la posibilidad de que un campo magnético pudiera generar a su vez una corriente eléctrica [20].

Cuando desplazas un imán de este tipo hacia adentro y fuera de una bobina, notarás una ligera oposición. Sin embargo, esta resistencia provoca la circulación de corriente eléctrica. Si incrementas la velocidad del movimiento del imán, la corriente inducida se intensificará; al mismo tiempo, si refuerzas el campo magnético, observarás que ocurre lo mismo [21].

De esta forma, los imanes pueden emplearse para transformar la energía cinética en energía eléctrica, ya que el desplazamiento del imán da lugar al flujo de corriente eléctrica. Este es el principio fundamental que respalda el funcionamiento de algunos dispositivos, como los generadores, que generan electricidad mediante el desplazamiento de un imán en un campo magnético [21].

2.2.5.6 Ley de Faraday

La ley de Faraday representa un principio esencial que se deriva de las ecuaciones de Maxwell. Actúa como una síntesis concisa de las maneras en que se puede producir un voltaje (o fuerza electromotriz, fem) a través de la variación del campo magnético circundante. La fem (fuerza electromotriz) inducida en una bobina es igual a la velocidad de cambio del flujo magnético, multiplicada por el número de vueltas (o espiras) de la bobina, pero con signo negativo. Esta ley implica la interacción de la carga con el campo magnético [22].

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización.

La investigación se realizará en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo campus "Manuel Has Álvarez", ubicada en Av. Carlos J. Arosemena 38, la ciudad de Quevedo corresponde a las coordenadas geográficas $-1,0126^{\circ}$ o $1^{\circ} 0' 45''$ sur.

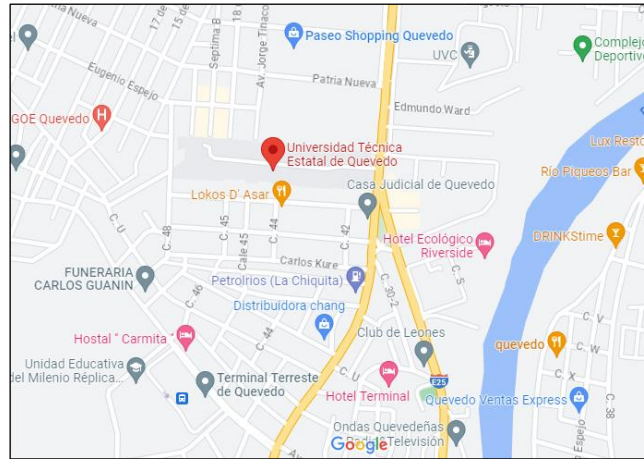


Ilustración 13: Ubicación
Fuente: Google Maps

3.2 Tipo de investigación.

3.2.1 Investigación Descriptiva.

Se realizará una investigación de tipo descriptiva, se implementará un sistema multipunto con la aplicación de carga inalámbrica a través de un método inductivo.

3.2.2 Investigación Exploratoria.

La investigación exploratoria sobre la "Implementación de un Sistema Multipunto de Carga Inalámbrica Utilizando el Método Inductivo en la "UTEQ"" se enfocará en explorar y comprender los aspectos fundamentales y soluciones potenciales relacionadas con este sistema. A través de una revisión de literatura inicial, análisis de información cualitativa y pruebas iniciales, se buscará identificar los componentes necesarios, evaluar desafíos técnicos y económicos, y entender la viabilidad del proyecto. Concluyendo con recomendaciones para mejoras y pasos futuros, esta investigación proporcionará una base sólida para el desarrollo tecnológico posterior del sistema multipunto de carga inalámbrica mediante el método inductivo.

3.2.3 Investigación Aplicada.

La investigación aplicada sobre la "Implementación de un Sistema Multipunto de Carga Inalámbrica Utilizando el Método Inductivo" se enfocaría en diseñar, desarrollar e implementar un sistema funcional que permita cargar múltiples dispositivos de manera inalámbrica mediante el método inductivo. A través de la revisión de la literatura y el análisis de tecnologías existentes, se diseñaría el sistema con componentes adecuados, como bobinas de inducción y circuitos de control, para asegurar una carga eficiente y segura. Luego, se construiría un prototipo que se sometería a pruebas exhaustivas para medir la eficiencia de carga, potencia transmitida y rendimiento en distintas condiciones. Los resultados guiarían ajustes y mejoras, y al final, se obtendrían conclusiones y recomendaciones para futuras implementaciones y aplicaciones prácticas del sistema multipunto de carga inalámbrica inductiva.

3.3 Métodos de investigación.

- **Método de observación.**

Este método podría utilizarse para recopilar datos y observar el comportamiento del sistema multipunto de carga inalámbrica en funcionamiento. Se podrían realizar observaciones directas durante las pruebas y ensayos del sistema para registrar su desempeño y efectividad en la carga inalámbrica de múltiples dispositivos.

- **Método inductivo**

El método inductivo es parte de la lógica y la investigación científica, donde se infieren conclusiones generales a partir de observaciones y casos específicos. En este contexto, podría utilizarse para extraer patrones o regularidades de la implementación del sistema de carga inalámbrica y aplicarlos a otras situaciones similares.

3.4 Fuentes de recopilación de información.

Las fuentes de recopilación de información incluirían investigaciones científicas, artículos técnicos, libros y manuales sobre carga inalámbrica, electromagnetismo y tecnologías inalámbricas. La información técnica y las especificaciones de estándares también serían consultadas, y se llevarían a cabo pruebas experimentales con prototipos para obtener datos prácticos sobre el rendimiento del sistema.

En cuanto a las fuentes científicas, se consultaron investigaciones previas, artículos científicos, informes técnicos y documentos académicos relacionados con la carga inalámbrica utilizando el método inductivo. Estas fuentes científicas proporcionaron información actualizada y rigurosa sobre los métodos de transmisión de energía inalámbrica, sobre métodos para recargar de forma eléctrica los celulares inteligentes.

3.5 Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación se llevará a cabo en varias fases para lograr los objetivos propuestos. A continuación, se presenta la sistematización del problema por etapas de desarrollo:

Fase 1: Recopilación de información y revisión de la tecnología inductiva

En la primera fase del diseño de investigación, se realizará una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica sobre carga inalámbrica inductiva y sistemas multipunto, seguido por un análisis detallado de las tecnologías y principios fundamentales de la carga inalámbrica inductiva para comprender su funcionamiento y aplicabilidad en sistemas multipunto. Asimismo, se establecerá una base teórica sólida para comprender los conceptos clave relacionados con la tecnología inductiva, lo que permitirá sentar las bases necesarias para el desarrollo del sistema multipunto de carga inalámbrica.

Fase 2: Evaluación de Beneficios del Sistema Multipunto de Carga Inalámbrica

En la segunda fase del diseño de investigación, se realizará un análisis detallado para identificar los beneficios que brindaría la implementación del sistema multipunto de carga inalámbrica en dispositivos móviles. Además, se investigará cómo este sistema puede mejorar la comodidad y practicidad de la carga, así como su posible impacto en la vida útil y rendimiento de los dispositivos móviles.

Fase 3: Diseño y Desarrollo del Sistema Multipunto de Carga Inalámbrica

En la tercera fase del diseño de investigación, se procederá a diseñar conceptualmente el sistema multipunto de carga inalámbrica, teniendo en cuenta los principios inductivos y la eficiencia de transferencia de energía como elementos clave. Se realizará la selección cuidadosa de los componentes adecuados para el sistema, como

las bobinas de inducción, circuitos de control y fuentes de energía, con el objetivo de optimizar la eficiencia de carga y prolongar la vida útil de los dispositivos móviles. Además, se establecerán protocolos de control para garantizar una carga segura y efectiva en múltiples dispositivos, asegurando la integridad de los datos y la experiencia del usuario.

Fase 4: Implementación y Pruebas del Sistema

En la cuarta fase del diseño de investigación, se procederá a la construcción de un prototipo funcional del sistema multipunto de carga inalámbrica basado en el diseño y desarrollo previos. Luego, se llevarán a cabo pruebas experimentales para evaluar rigurosamente la eficiencia de transferencia de energía y la funcionalidad del sistema en un entorno controlado. Durante las pruebas, se medirán y analizarán parámetros relevantes como la potencia transmitida, la tasa de carga, la estabilidad y otros indicadores críticos para evaluar el rendimiento y validar la eficacia del sistema multipunto de carga inalámbrica. Estos resultados permitirán verificar si el sistema cumple con los objetivos establecidos y si está listo para seguir adelante con ajustes y mejoras con miras a su futura implementación y aplicación práctica.

3.6 Recursos humano y materiales.

3.6.1 Recursos humanos:

- **Tesista:**

Diego Hernán Muñoz Quinto será el responsable de llevar a cabo la investigación y el desarrollo de la tesis. Se encargará de recopilar datos, realizar análisis, interpretar resultados y redactar el informe final bajo la supervisión del director de tesis.

- **Director de Tesis:**

Ing. Diego Fernando Intriago Rodríguez, M. Sc. brindará orientación y supervisión durante todo el proceso de investigación. Asesorará al tesista en la definición de objetivos, diseño de la metodología, análisis de datos y redacción del informe final.

3.6.2 *Recursos financieros:*

El tesista, Diego Hernán Muñoz Quinto, será el responsable de asumir los costos financieros relacionados con la realización de la investigación, como transporte, adquisición de materiales y cualquier otro gasto necesario para llevar a cabo el estudio. Los recursos financieros serán proporcionados por el tesista para garantizar la continuidad y finalización exitosa de la investigación.

3.6.3 *Recursos materiales:*

- *Cable de Cobre esmaltado calibre 33 AWG (calibre de alambre).*

Se utilizó un cable de cobre para suministrar la energía eléctrica a los componentes del sistema y para realizar diversas funciones de conectividad y seguridad eléctrica.

- *Transmisores de carga inductiva.*

Estos son dispositivos que generan un campo magnético que permite la transferencia de energía de manera inalámbrica a los receptores de carga. Los transmisores son una parte esencial del sistema y se colocan estratégicamente en lugares donde se desee proporcionar carga inalámbrica.

- *Receptores de carga inductiva.*

Estos dispositivos son responsables de recibir la energía transmitida de forma inalámbrica por los transmisores y convertirla en energía eléctrica utilizable para cargar dispositivos electrónicos. Cada dispositivo que se quiera cargar de forma inalámbrica debe estar equipado con un receptor compatible.

- *Bobinas de inducción.*

Tanto en los transmisores como en los receptores, se utilizan bobinas de inducción para generar y recibir el campo magnético necesario para la transferencia de energía. Estas bobinas deben ser diseñadas y ubicadas estratégicamente para garantizar una eficiente transferencia de energía.

- *Transistor 2n2222a.*

Desempeñan un papel importante en la electrónica de control y gestión que permite que el sistema funcione de manera eficiente y segura. Su uso permite la regulación, protección y optimización de la carga inalámbrica se pueden utilizar en circuitos de regulación de potencia para controlar la cantidad de energía que se envía a los dispositivos receptores.

- *Diodo rectificador 1n4007.*

Permiten la conversión de corriente alterna a corriente continua, protegen contra polaridad inversa y sobretensiones, y optimizan la eficiencia de carga. Estos diodos desempeñan un papel fundamental en la funcionalidad y la seguridad de los sistemas de carga inalámbrica.

- *Capacitor de 100 μ f-25v.*

Ayudan a estabilizar la alimentación eléctrica y mejorar la eficiencia del sistema. Esto se logra filtrando ruidos y fluctuaciones de voltaje, almacenando temporalmente energía eléctrica para gestionar picos de demanda, reduciendo las pérdidas de energía durante la transmisión y la recepción, y compensando pérdidas inductivas.

- *Resistencias de 1k y 333 Ω .*

Limitan la corriente eléctrica para asegurar que se mantenga dentro de límites seguros y detectar dispositivos receptores específicos. La limitación de corriente es crucial para prevenir daños a los componentes y dispositivos durante la carga, ya que las resistencias actúan como restricciones en el circuito, regulando la cantidad de corriente que fluye.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la siguiente sección se visualizarán los resultados obtenidos a través de las fases planteadas dentro del diseño de investigación, cumpliendo con cada uno de los objetivos planteados de manera que se demuestre el proceso que se llevó a cabo para cumplir con cada uno de ellos.

4.1 Selección y verificación

4.1.1 Análisis de radiación electromagnética

El análisis de radiación electromagnética en los cargadores inalámbricos es esencial para garantizar la seguridad del usuario, cumplir con las regulaciones, prevenir interferencias y optimizar la eficiencia del sistema de carga inalámbrica.

La radiación electromagnética puede tener efectos perjudiciales para la salud si no se controla adecuadamente. En el contexto de los cargadores inalámbricos, es fundamental asegurarse de que la exposición del usuario a campos electromagnéticos sea segura y esté dentro de los límites permitidos por las regulaciones.

Este análisis se garantiza en evaluar y mitigar cualquier riesgo potencial que pueda surgir debido a la exposición a campos electromagnéticos. Por eso algunos de los aspectos clave relacionados con la seguridad del usuario en el análisis de radiación electromagnética en cargadores inalámbricos incluyen:

Exposición y límites de seguridad: Los campos electromagnéticos emiten radiación electromagnética, que se propaga en el espacio y puede ser absorbida por el cuerpo humano. Los organismos reguladores y de salud establecen límites de exposición segura para garantizar que la radiación electromagnética no cause daños.

Distancia y posición del usuario: La distancia entre el usuario y el cargador inalámbrico, así como la posición del usuario en relación con el dispositivo de carga, son factores importantes para considerar. Un usuario que se encuentra muy cerca del cargador inalámbrico o que está expuesto de manera constante a la radiación electromagnética podría estar en mayor riesgo.

Para eso nos centramos en cuatro secciones importantes para analizar la radiación electromagnética que son:

- Distancia
- Ondas ionizantes

- Ondas no ionizantes
- Intensidad calorífica

4.1.2 Distancia

La radiación electromagnética se origina a partir de la oscilación regular de los campos eléctrico y magnético. Un campo se define como una zona del espacio en la que la materia experimenta una influencia de tipo físico. En el contexto de la radiación electromagnética, estos campos son generados por partículas cargadas que están en movimiento.

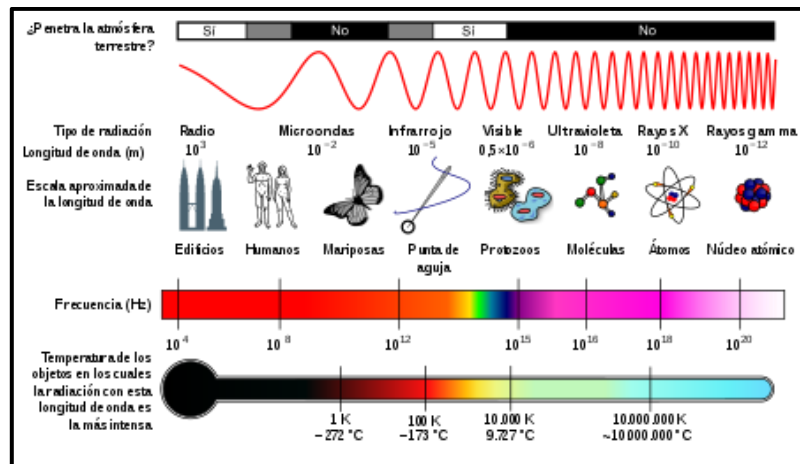


Ilustración 14: Radiación Electromagnética
Fuente: Wikipedia

La distancia en relación con la radiación electromagnética se refiere a la distancia entre una fuente emisora de radiación electromagnética y un receptor o punto de medición. Esta distancia es un factor crítico en la exposición a campos electromagnéticos y puede afectar significativamente los niveles de exposición, la intensidad de la radiación y, en última instancia, la seguridad del usuario.

La intensidad de la radiación disminuye a medida que aumenta la distancia desde la fuente emisora, lo que significa que la proximidad a dispositivos emisores, como los cargadores inalámbricos, puede resultar en una exposición más alta.

Por ende, cada teléfono móvil consta de arreglos de antena que emiten radiación en forma de ondas para poder transferir energía a través del espacio, por lo que estas incluyen emisiones de ondas muy fuertes.

La ubicación de una persona en relación con la fuente emisora puede influir en la exposición, especialmente en el caso de dispositivos como los teléfonos móviles inalámbricos que se usan cerca del cuerpo. Por lo tanto, es crucial considerar tanto la

distancia como la posición al evaluar los riesgos y garantizar que los usuarios no estén expuestos a niveles perjudiciales de radiación electromagnética.

De acuerdo con los estudios existentes sobre la radiación electromagnética se determina que la influencia y el alcance de la radiación electromagnética pueden variar significativamente según la frecuencia y la fuente de la radiación. Por lo que en esta investigación la distancia mínima de carga de un equipo transmisor y receptor será de menos de 1cm para cumplir las normativas de seguridad de un usuario.

4.1.3 Ondas Ionizantes

Las radiaciones ionizantes pueden tomar la forma de partículas cargadas o de ondas electromagnéticas de alta frecuencia que poseen una cantidad significativa de energía. Esta energía es lo que les permite ionizar átomos, es decir, eliminar electrones de los átomos y romper los enlaces atómicos que unen las moléculas en las células. Cuando esto ocurre, puede tener efectos perjudiciales en la salud, como dañar el material genético de las células y aumentar el riesgo de enfermedades como el cáncer.

Las ondas ionizantes son un tipo de radiación electromagnética o partículas con suficiente energía para liberar electrones de los átomos o moléculas con las que interactúan. Estas ondas pueden tener efectos perjudiciales para la salud si se está expuesto a ellas de manera prolongada o en dosis elevadas. Sin embargo, en el contexto de los cargadores inalámbricos que utilizan la inducción electromagnética, no están diseñados para emitir radiación ionizante.

Los cargadores inalámbricos utilizan campos electromagnéticos no ionizantes para transferir energía de manera segura y eficiente desde la base de carga al dispositivo. Estos campos electromagnéticos son de baja frecuencia y no tienen la energía suficiente para ionizar átomos o moléculas, por lo que no representan un riesgo de radiación ionizante.

Una vez entendido que los cargadores tienen ondas no ionizantes, se realiza una tabla comparativa con respecto a ondas ionizantes tales como: Rayos X y Rayos gamma.

Tabla 3: Comparativas del cargador inalámbrico con ondas ionizantes.

Características para comparar.	Ondas no ionizantes en cargadores inalámbricos	Rayos X	Rayos gamma
Frecuencia (Hz)	100 kHz – 2,4 GHz	3×10^{16} Hz	Más de 10^{19} Hz
Energía (eV)	Menos de 1×10^{-6} eV	100 eV – 100 keV	Más de 100 keV
Capacidad para ionizar átomos	No	Sí	Sí
Profundidad de atenuación en la materia	Penetran superficies de objetos en milímetro.	Su onda penetra en tejidos blandos, no en huesos.	Su onda penetra en tejidos y huesos.

4.1.4 Ondas no ionizantes

Los cargadores inalámbricos utilizan campos electromagnéticos para transferir energía de forma inalámbrica desde la estación base al dispositivo móvil. Este campo electromagnético genera una onda no ionizante es decir que son seguras para los seres humanos y no causan ionización de átomos moléculas, lo que significa que no son lo suficientemente energéticas como para dañar las células o causar daño a nivel molecular.

La inducción electromagnética, utiliza campos electromagnéticos de baja frecuencia para transmitir energía entre el cargador y el dispositivo; de esta forma se los considera campos no ionizantes porque su espectro electromagnético es de baja frecuencia.

Estas ondas no ionizantes no tienen suficiente energía para romper enlaces químicos o causar daños directos al ADN (ácido desoxirribonucleico).

4.1.5 Ondas electromagnéticas no ionizantes en el aire libre

La medición de ondas electromagnéticas no ionizantes en el aire libre presenta un papel fundamental en la protección de la salud pública y el cumplimiento de las regulaciones.

De esta manera, la medición de ondas electromagnéticas al aire libre permite evaluar los niveles de exposición de las personas a campos electromagnéticos en áreas cercanas a fuentes de emisión.

A continuación, una tabla de valor promedio en el aire libre de Ecuador en la ciudad de Machala:

Dirección	Intensidad de corriente eléctrica (mV/m)	Intensidad de corriente magnética (mA/m)	Densidad de potencia ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)
Calle 2N con avenida 7E	0,4673	1,239	0,5792
Calle 2N con avenida 9E	0,5347	1,418	0,7586
Avenida 9E con calle 3N	0,9386	2,485	2,336
Avenida 7E con calle 3N	1,055	2,800	2,956
Avenida 6E con calle 3N	1,266	3,359	4,255
Avenida 6E con calle 4AN	1,291	3,425	4,423

Tabla 4: Valor promedio máximo en los puntos de medición al aire libre

Fuente: Óscar Barrera

4.1.6 Restricciones en los campos electromagnéticos

Estos son los umbrales definidos por la ICNIRP (Comisión Internacional sobre Protección Frente a Radiaciones No Ionizantes) referente a la seguridad y salud humana:

Característica de la exposición	Tejido	Rango de frecuencias	Campo eléctrico interno (V/m)
Ocupacional	Sistema nervioso central - cabeza	1-10 Hz	0.5/f
		10Hz-25Hz	0.05
		25Hz-400Hz	$2 \times 10^{-3} f$
		400Hz-3kHz	0.8
		3kHz-100kHz	$2 \times 10^{-4} f$
	Todos los tejidos de la cabeza y el cuerpo	1Hz-3kHz	0.8
		3kHz-100kHz	$2 \times 10^{-4} f$

Tabla 5: Restricciones en los campos electromagnéticos

4.1.7 Intensidad Calorífica

La intensidad calorífica en cargadores inalámbricos, es decir, la cantidad de calor que se genera durante el proceso de carga inalámbrica depende de varios factores, incluyendo la eficiencia del cargador y el dispositivo de carga, la potencia de carga, la distancia entre la base de carga y el dispositivo, así como la eficiencia de conversión energética.

La carga inalámbrica no está completamente libre de pérdidas de energía que se convierten en calor durante el proceso de transferencia de energía. A medida que la

distancia entre la base de carga y el dispositivo aumenta, la eficiencia de carga disminuye, lo que puede generar un aumento en la producción de calor. Además, si el cargador inalámbrico y el dispositivo receptor no son eficientes en la conversión de energía, parte de la energía se disipará en forma de calor.

La intensidad calorífica también puede variar según la potencia de carga. Cargadores inalámbricos de alta potencia, como los utilizados en la carga rápida, pueden generar más calor que los cargadores de baja potencia. Este calor se debe a la resistencia eléctrica y las pérdidas en el proceso de transferencia de energía.

4.1.8 Ondas electromagnéticas

Los cargadores inalámbricos utilizan ondas electromagnéticas para transmitir energía eléctrica de una fuente (el cargador) a un dispositivo que necesita ser cargado (como un teléfono móvil). Esta transferencia de energía se basa en dos métodos principales: la inducción electromagnética y la resonancia magnética.

En esta documentación nos enfocamos en la inducción electromagnética ya que este es el método que utiliza dos bobinas: una en el cargador y otra en el dispositivo que se va a cargar. Cuando se aplica una corriente eléctrica a la bobina en el cargador, se genera un campo magnético a su alrededor. Este campo magnético inestable ocasiona una corriente eléctrica en la bobina del dispositivo receptor, que después se lo utiliza para cargar la batería del dispositivo.

Parámetros:

Longitud de onda: La longitud de onda en los cargadores inalámbricos depende de la frecuencia de las ondas electromagnéticas utilizadas en el proceso de carga. La longitud de onda (λ) y la frecuencia (f) están vinculadas por la velocidad de la luz (c) en el vacío; mediante la siguiente fórmula:

$$c = f * \lambda \quad (1)$$

Donde:

c = velocidad de la luz

f = frecuencia de la onda

λ = longitud de la onda

Para los cargadores inalámbricos, la frecuencia típica utilizada para la transferencia de energía se encuentra en el rango de kilohercios (kHz) a megahercios (MHz).

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2)$$
$$\lambda = \frac{3 * 10^8 m/s}{5,4216 * 10^6}$$
$$\lambda = 5,53 * 10^1 m$$

En esta investigación la longitud de onda que utiliza el cargador inalámbrico es de 55,33m.

Frecuencia electromagnética: La frecuencia se describe como la cantidad de veces que un ciclo completo, como un máximo, atraviesa un punto particular en un período de tiempo específico. Se mide en hercios (Hz), lo que significa que 1 Hz representa un ciclo completo que ocurre en un segundo.

Los cargadores inalámbricos utilizan frecuencias electromagnéticas que generalmente se encuentran en el rango de kilohercios (kHz) a megahercios (MHz).

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (3)$$
$$f = \frac{3 * 10^8 m/s}{5,53 * 10^1}$$
$$f = 5,42 * 10^6 MHz$$

Con este cálculo teórico observamos que las frecuencias más altas permiten una transferencia de energía más eficiente a distancias más cortas, mientras que las frecuencias más bajas pueden permitir una mayor distancia de carga a expensas de la eficiencia.

Periodo: se refiere al tiempo que toma para que una onda electromagnética completa un ciclo. El periodo es inversamente proporcional a la frecuencia (f), lo que significa que se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$T = \frac{1}{f} \quad (4)$$

Donde:

T : es el periodo en segundos (s)

f : frecuencia en hercios

$$T = \frac{1}{f} \quad (5)$$

$$T = \frac{1}{5,42 * 10^6 \text{ MHz}}$$

$$T = 18,4 * 10^{-6} \mu s$$

El período de estas ondas electromagnéticas en cargadores inalámbricos será el recíproco de la frecuencia, lo que significa que, a frecuencias más altas, el período será más corto, y a frecuencias más bajas, el período será más largo. La elección de la frecuencia en la tecnología de carga inalámbrica se hace para garantizar una transferencia eficiente de energía y una comunicación efectiva entre el cargador y el dispositivo receptor.

4.1.9 Parámetros para la transferencia de energía eléctrica

La transferencia de energía eléctrica involucra varios parámetros y factores que son fundamentales para asegurar una transmisión eficiente y segura de la energía. Entre los parámetros que se tomaran en cuenta tenemos:

Potencia eléctrica: Se centra en comprender la cantidad de energía eléctrica que estos dispositivos pueden proporcionar de manera eficiente. Este parámetro es crucial para evaluar la velocidad de carga y la eficacia de la tecnología inalámbrica. Los estudios exploran cómo factores como el diseño del cargador, la tecnología de carga utilizada y la compatibilidad con los dispositivos receptores influyen en la potencia eléctrica entregada. Si bien los cargadores inalámbricos tienden a ofrecer potencias más bajas en comparación con los cargadores con cable, la investigación busca mejorar la eficiencia y aumentar las

potencias para lograr tiempos de carga más rápidos sin comprometer la seguridad ni generar un exceso de calor.

Tensión: La mayoría de los cargadores inalámbricos para dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes, utilizan tensiones estándar de alimentación USB. La especificación USB más común es USB 2.0 y USB 3.0, que operan a 5 voltios (V). Por lo tanto, la tensión en la mayoría de los cargadores inalámbricos suele ser de 5 V.

Corriente: Los cargadores inalámbricos suelen suministrar corrientes que varían según el modelo y la tecnología utilizada, pero valores comunes incluyen 1 A (Amperio) o más. La especificación USB más común para cargadores, incluidos los inalámbricos, es USB 2.0 y USB 3.0. USB 2.0, por ejemplo, proporciona hasta 500 mA (0.5 A) de corriente, mientras que USB 3.0 puede proporcionar hasta 900 mA (0.9 A) a través de la conexión USB.

Resistencia: En respecto a cargadores inalámbricos no tiene una relación directa porque la resistencia se relaciona más con la oposición al flujo de corriente eléctrica en un circuito cableado y suele expresarse en ohmios. En sistemas de carga inalámbrica, los componentes principales incluyen bobinas en el cargador y en el dispositivo que se carga, así como la electrónica que gestiona la transferencia de energía.

Impedancia: Esta tiene un concepto más enfocado al diseño del circuito, la transferencia de energía y la eficiencia de carga ya que en la etapa del desarrollo nos enfocamos en optimizar la impedancia del cargador.

4.1.10 Selección de componentes

4.1.10.1 Cable de cobre esmaltado de 33 AWG

Se utilizó un cable de cobre para suministrar la energía eléctrica a los componentes del sistema y para realizar diversas funciones de conectividad y seguridad eléctrica.

El cable de cobre esmaltado desempeña un papel crucial en el sistema de carga inalámbrica como medio para suministrar la energía eléctrica necesaria para alimentar los componentes del sistema. En este contexto, el cobre es un material ampliamente utilizado debido a su excelente conductividad eléctrica. Esto significa que permite que la corriente eléctrica fluya eficientemente a través de él con una pérdida mínima de energía en forma de calor.

El cable de cobre se conecta a una fuente de alimentación, como un adaptador de corriente, y proporciona la corriente necesaria para operar la bobina receptora y cualquier otro componente eléctrico en el sistema, como indicadores LED, circuitos de control y, en algunos casos, microcontroladores para funciones de control y monitoreo avanzadas.



Ilustración 15: Cable de cobre esmaltado de 33 AWG

Fuente: Investigador

El cable de cobre conecta la bobina receptora al circuito de carga. Esto permite que la energía eléctrica generada por el cargador inalámbrico sea entregada de manera eficiente a la bobina receptora, lo que a su vez permite la transmisión de energía inalámbrica al dispositivo a cargar.

En este caso el cable de cobre esmaltado se lo utiliza porque me permite tener un bobinado compacto y eficiente para proporcionar una carga rápida.

Característica	Descripción	Valor representativo
Tamaño (AWG)	Calibre del alambre, 33 AWG.	0.16mm
Conductividad eléctrica	Excelente conductividad.	59,6 MS/m (Mega siemens por metro)
Aislamiento	Protege el alambre de cobre y proporciona resistencia a la corrosión.	Esmalte poliamida (NY)
Flexibilidad	Es muy flexible y puede ser enrollado con facilidad.	Muy flexible

Tabla 6: Razones por las que se utilizó el cable de cobre esmaltado de 33 AWG

4.1.10.2 Transmisores de carga inductiva

Los transmisores son componentes clave en los sistemas de carga inalámbrica y desempeñan un papel fundamental en la transferencia de energía eléctrica sin necesidad de cables. Estos dispositivos generan un campo magnético, que es la base de la tecnología de carga inalámbrica, y permiten que los receptores de carga (dispositivos que se van a cargar) obtengan la energía necesaria para su funcionamiento o recarga de batería.

La función principal de los transmisores es crear un campo magnético oscilante en su área circundante. Este campo magnético fluctuante es lo que permite la transferencia de energía de forma inalámbrica. Los transmisores están diseñados para operar en una frecuencia específica, generalmente en la banda de frecuencia de radio, que es compatible con los receptores de carga.



Ilustración 16: Transmisor de carga inductiva
Fuente: Investigador

4.1.10.3 *Receptores de carga inductiva*

El receptor está diseñado para captar el campo magnético generado por el transmisor. Este campo magnético es la fuente de energía que se utilizará para cargar el dispositivo. Los receptores deben estar sintonizados con la misma frecuencia que el transmisor para garantizar una transferencia eficiente de energía.

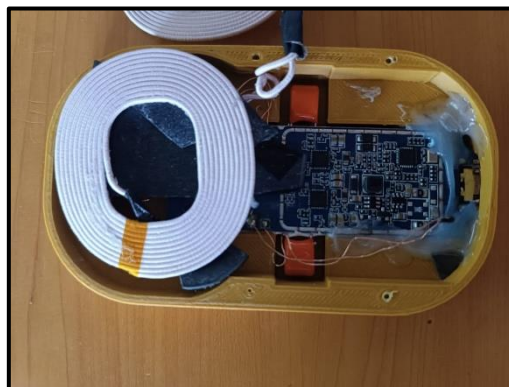


Ilustración 17: Receptores de carga inductiva
Fuente: Investigador

Una vez que el receptor ha captado el campo magnético, utiliza una serie de bobinas y componentes electrónicos para procesar la energía. El proceso de conversión puede implicar rectificación (conversión de corriente alterna a corriente continua), regulación de voltaje y control de la potencia.

De esta forma el sistema que utiliza este proyecto de investigación es el siguiente:

- Sistema convertidor DC-AC
- Transferencia inalámbrica
- Sistema convertidor AC-DC

Por ende, se evaluaron los sistemas tomando como resultado que la mayoría de los dispositivos electrónicos modernos, como los teléfonos inteligentes, funcionan con corriente continua (DC). La estabilidad, eficiencia y capacidad de carga de baterías contribuye a la reducción de interferencias electromagnéticas y al ahorro de energía, lo que la convierte en un proceso efectivo para la creación de cargadores inalámbrico utilizando el método inductivo.

4.1.10.4 Bobinas de inducción

Su función principal radica en la generación y recepción de campos magnéticos, que son esenciales para este proceso. En el transmisor, una bobina de inducción se alimenta con corriente alterna (AC), lo que genera un campo magnético oscilante. Este campo magnético es la base de la transferencia de energía inalámbrica, ya que induce corriente eléctrica en la bobina receptora ubicada en el dispositivo a cargar. La bobina receptora convierte esta energía magnética en corriente alterna en sus terminales. Por lo tanto, en el receptor, se incorporan circuitos que rectifican y estabilizan la corriente alterna para convertirla en corriente continua, lo que permite cargar la batería o alimentar el dispositivo de manera adecuada.



Ilustración 18: Bobina de inducción
Fuente: Investigador

4.1.10.5 Protocolo Qi

El estándar de carga inalámbrica Qi, fue desarrollado por el Consorcio de energía inalámbrica (WPC) en 2008, establece un protocolo de electricidad por inducción para cargar dispositivos de baja potencia. Su objetivo es fomentar la interoperabilidad entre

los dispositivos emisores y receptores de electricidad, sin la necesidad de utilizar cables brindando una solución eficiente y estandarizada para la carga inalámbrica. [23]

4.1.10.6 ¿Cómo se utilizará el Protocolo QI?

El estándar de carga inalámbrica comprende dos componentes esenciales para llevar a cabo el proceso: un módulo emisor, representado por una estación base de carga, y un módulo receptor, que constituye un dispositivo móvil. La estación base asume la responsabilidad de suministrar la potencia, mientras que el dispositivo móvil se encarga de recibirla. La operación del sistema implica que el dispositivo móvil sea colocado sobre la base de transmisión de potencia, donde se lleva a cabo la carga mediante el principio de inducción electromagnética. Este método proporciona una forma eficiente y sin cables para recargar dispositivos móviles.

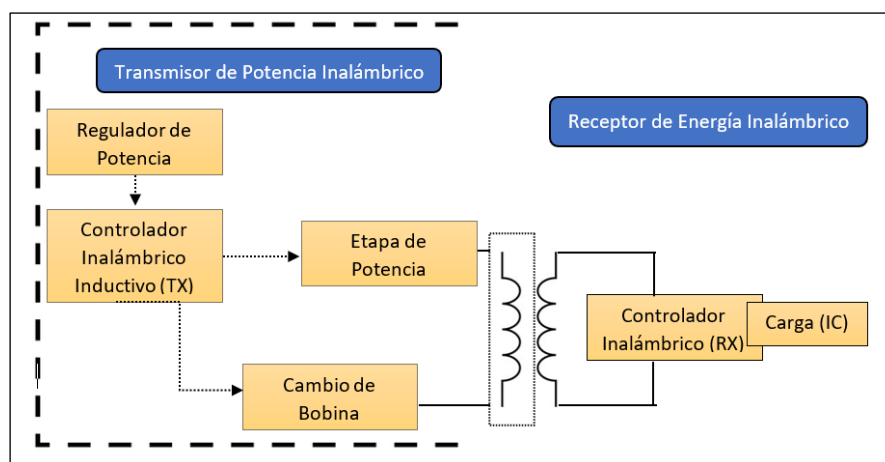


Ilustración 19: Diagrama de Bloques de la transferencia de Carga Inalámbrica
Fuente: Investigador

4.1.10.7 Características del dispositivo inalámbrico

- Sistema de transferencia por inducción.
- Campos magnéticos entre dos bobinas.
- Distancia de carga de 5mm.
- El paso de la carga no es afectado por distintos tipos de superficies.
- La transferencia mínima de la potencia es de 5W
- Su inductancia en la bobina resonante es de $3.57991 \mu H$
- Su inductancia en la bobina receptora es de $4,16 \mu H$
- Rangos de frecuencia desde 100-225 KHz

4.1.10.8 Ley de Ampere

La Ley de Ampere se emplea en el diseño y análisis de estas bobinas, ayudando a entender cómo la corriente que fluye a través de ellas contribuye a la creación del campo magnético necesario para la transferencia inalámbrica de energía. De esta forma logramos la transferencia eficiente de energía inalámbrica para comprender cómo varía el campo magnético con la corriente en las bobinas.

El cálculo de la ley de ampere será el siguiente:

Tomamos en cuenta que el diseño de la bobina será de forma bobina espiral plana

Se calcula a través de:

$$B = \frac{\mu * I * N}{L} \quad (6)$$

Donde:

μ = permeabilidad magnética del material.

N = número de espiras que constituye el bobinado.

I = es la intensidad de corriente que circula por la espira.

L = Longitud total de la bobina.

$$B = \frac{\mu * I * N}{L} \quad (7)$$

$$N = \frac{B * L}{\mu_0 * I} \quad (8)$$

$$N = \frac{0.1 * 0.001}{4\pi \times 10^{-7} * 2.85}$$

$$N = 27 \text{ vueltas}$$

El número de vuelta de las espiras es de 27 entonces los resultados obtenidos, me ofrecen entender que la longitud total de la bobina no es el adecuado para el desarrollo.

Se procede a evaluar la longitud de diámetro exterior adecuada para un bobinado:

$$N = \frac{B * L}{\mu_0 * I} \quad (9)$$

$$N = \frac{0.1 * 0.00045}{4\pi \times 10^{-7} * 2.85}$$

$$N = 12 \text{ vueltas}$$

Una vez obtenido el número de vueltas utilizando el calibre de alambre de cobre esmaltado, se procedió a calcular el campo magnético que pasa por el centro de la espira.

4.1.10.9 *Campo Magnético que circula en una espira*

El campo magnético en un cargador inalámbrico es esencial para la transferencia de energía de manera inalámbrica a través de la resonancia magnética inductiva.

Por eso se calcula el campo magnético en la bobina transmisora y la bobina receptora.

Cálculos de la bobina transmisora:

En la base del cargador inalámbrico, hay una bobina transmisora conectada a una fuente de alimentación. Cuando la corriente eléctrica fluye a través de esta bobina, crea un campo magnético alrededor de ella.

Se calcula a través de:

$$B = \frac{\mu_0 * I}{2 * R} \quad (10)$$

Donde:

B= Es el valor del campo magnético en la mitad de la espira.

μ_0 = es la permeabilidad magnética del vacío.

I = es la intensidad de corriente que circula por la espira.

R = es el radio de la espira

$$B = \frac{\mu_0 * I}{2 * R} \quad (11)$$

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} * 4,6}{2 * 4,5 \times 10^{-2}}$$

$$B = 0,0000642 \text{ T}$$

Cálculos de la bobina receptora:

El dispositivo con el estándar QI consta de una bobina receptora. Cuando colocas el dispositivo en el cargador, la bobina receptora en el dispositivo está dentro del campo magnético creado por la bobina transmisora. Y este lo que hace es utilizar la inducción electromagnética.

Se calcula a través de:

$$B = \frac{\mu_0 * I}{2 * R} \quad (12)$$

Donde:

B= Es el valor del campo magnético en la mitad de la espira

μ_0 = es la permeabilidad magnética del vacío.

I = es la intensidad de corriente que circula por la espira.

R = es el radio de la espira

$$B = \frac{\mu_0 * I}{2 * R} \quad (13)$$

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} * 2,8}{2 * 4,5 \times 10^{-2}}$$

$$B = 0,000039 \text{ T}$$

4.1.10.10 Bobina Receptora De Carga

La bobina receptora que se utiliza cumpliendo el estándar QI es de forma circular con alambre de cobre esmaltado, por el motivo que me permite el paso de corriente adecuado para cargar un dispositivo móvil.

Las especificaciones que tendrá la bobina es la siguiente:

Parámetros	Medidas
Longitud Exterior	45mm
Longitud Interior	20mm
Ancho Exterior	45mm
Ancho Interior	20mm
Espesor	1mm
Numero de vueltas de la espira	11

Tabla 7: Parámetros de la Bobina

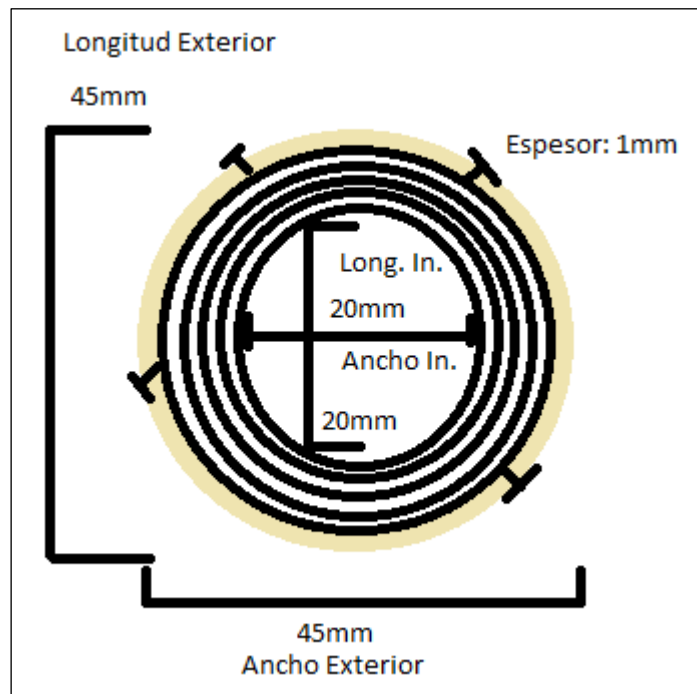


Ilustración 20: Parámetros de la Bobina
Fuente: Investigador

4.1.10.11 Inductor de la Bobina Espiral Plana

Un inductor se compone esencialmente de un alambre enrollado en forma de bobina. Cuando se aplica un voltaje a esta bobina, sus propiedades magnéticas pueden generar una corriente en inductores cercanos. Este fenómeno se manifiesta de manera más efectiva con una señal de corriente alterna, ya que es el cambio constante en el voltaje lo que induce la corriente en el lado de la carga. La capacidad inductiva de un inductor se basa en la cantidad de vueltas en la bobina, así como en la permeabilidad magnética del núcleo. Por eso se desarrolló el bobinado con las siguientes características.

Diámetro de la bobina	Espesor de Alambre #33	Número de Giros
4,5cm	1mm	11

Tabla 8: Característica del inductor resonante

El cálculo de la inductancia de la bobina resonante es el siguiente:

Se cálculo la inductancia de esta bobina a través de:

$$L = \frac{D^2 N^2}{\frac{Nd}{D} + 0.44} \quad (14)$$

Donde:

L= inductancia en μH

D= diámetro de la bobina

N= número de giros

d= espesor del alambre

Se calcula la inductancia con los datos obtenidos en la bobina resonante:

$$L = \frac{D^2 N^2}{\frac{Nd}{D} + 0.44} \quad (15)$$
$$L = \frac{(45)^2 (11)^2}{\frac{(11)(1)}{45} + 0.44}$$
$$L = 3.57991 \mu H$$

Una vez que tenemos los cálculos de la bobina resonante tenemos que proceder a calcular las medidas de la bobina receptora para poder obtener su inductancia.

Por eso se desarrolló el bobinado con las siguientes características.

Diámetro de la bobina	Espesor de Alambre #33	Número de Giros
5cm	1,3mm	11

Tabla 9: Características del inductor receptor

El cálculo de la inductancia de la bobina receptora es el siguiente:

Se cálculo la inductancia de esta bobina a través de:

$$L = \frac{D^2 N^2}{\frac{Nd}{D} + 0.44} \quad (16)$$

Donde:

L= inductancia en μH

D= diámetro de la bobina

N= número de giros

d= espesor del alambre

Se calcula la inductancia con los datos obtenidos en la bobina receptora:

$$L = \frac{D^2 N^2}{\frac{Nd}{D} + 0.44} \quad (17)$$

$$L = \frac{(50)^2 (11)^2}{\frac{(11)(1,3)}{50} + 0.44}$$

$$L = 4,16 \mu H$$

Una vez obtenido el valor teórico de la inductancia de la bobina resonante y bobina receptora. Se procedió a calcular las respectivas dimensiones con sus características adecuadas para comenzar con el bobinado de alambre de cobre esmaltado de calibre 33.

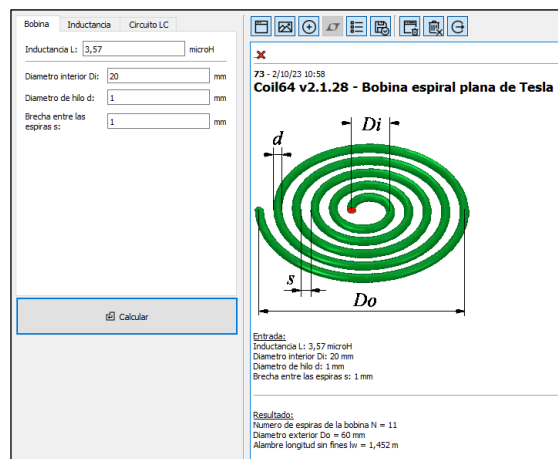


Ilustración 21: Software de creación de bobina espiral plana
Fuente: COIL64-Investigador

Después de haber realizado el bobinado espiral plana se procede a evaluar cuales son las capacitancias necesarias para el desarrollo del circuito para darle paso a la corriente en un dispositivo electrónico.

Por ende, se procede a evaluar la frecuencia resonante, con la siguiente formula:

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (18)$$

Donde:

F_0 = Frecuencia resonante

L = Inductancia

C = Condensador

Cálculo de la frecuencia para la capacitancia de 270 pF (Picofaradio)

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (19)$$

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(3,57991 \times 10^{-6})(270 \times 10^{-12})}}$$

$$F = 1,646 \text{ MHz}$$

Cálculo de la frecuencia para la capacitancia de 560 pF (Picofaradio)

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (20)$$

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(3,57991 \times 10^{-6})(560 \times 10^{-12})}}$$

$$F = 7,938 \text{ MHz}$$

Cálculo de la frecuencia para la capacitancia de 680 pF (Picofaradio)

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (21)$$

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(3,57991 \times 10^{-6})(680 \times 10^{-12})}}$$

$$F = 6,5379 \text{ MHz}$$

Cálculo de la frecuencia para la capacitancia de 820 pF (Picofaradio)

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (22)$$

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(3,57991 \times 10^{-6})(820 \times 10^{-12})}}$$

$$F = 5,4216 \text{ MHz}$$

Una vez obtenido el cálculo de la frecuencia para saber la capacitancia necesaria obtenemos los siguientes datos.

Capacitancia	Frecuencia	Inductancia Primaria	Inductancia Secundaria	Voltaje inicial	Voltaje final
270 pF	1,646 MHz	3,57991 μH	4,16 μH	5v	17,03v
560 pF	7,938 MHz	3,57991 μH	4,16 μH	5v	8,2v
680 pF	6,5379 MHz	3,57991 μH	4,16 μH	5v	6,76v
820 pF	5,4216 MHz	3,57991 μH	4,16 μH	5v	5,60v

Tabla 10: Frecuencia de resonancia y salidas de voltajes

Los datos obtenidos me permiten utilizar la frecuencia adecuada de las ondas electromagnéticas utilizadas para transmitir la energía de manera inalámbrica desde el cargador a un dispositivo compatible y el resultado del voltaje final para que se suministre el dispositivo para recargar su batería interna y pueda garantizar una carga eficiente.

4.1.10.12 Cálculos teóricos del circuito

Después de haber realizado los cálculos y habiendo corroborado que el prototipo funciona:

Las mediciones de los parámetros de la bobina se llevaron a cabo mediante el uso de un medidor específico diseñado para evaluar tanto la inductancia a diferentes frecuencias como la resistencia en corriente continua de la bobina. Es importante destacar que el medidor proporcionó información precisa sobre cómo varía la inductancia en función de la frecuencia y cómo se comporta la resistencia en condiciones de corriente continua.

Este enfoque integral de medición permite una comprensión completa de las propiedades eléctricas de la bobina, lo que resulta crucial para optimizar su rendimiento en aplicaciones específicas. La inductancia y la resistencia son factores críticos en el diseño de sistemas de carga inalámbrica, ya que afectan directamente la eficiencia y la transferencia de energía entre el cargador y el dispositivo receptor. Estos datos son fundamentales para ajustar y adaptar el diseño de la bobina a las necesidades particulares del sistema, asegurando así una carga eficiente y confiable.

Las figuras presentadas muestran los resultados detallados de estas mediciones:



Ilustración 22: Mediciones con multímetro

En esta grafica se observa como el cargador usa corriente continua para que de esta forma sea compatible con la recarga de la batería eliminando la necesidad de convertir la corriente alterna en corriente continua antes de cargar el dispositivo, lo que mejora la eficiencia del proceso de carga y reduce la pérdida de energía en la conversión.



Ilustración 23: Medición del voltaje de salida con el multímetro

Se observa como la salida del voltaje del cargador es la adecuada para el paso de corriente y de esta forma eliminar la necesidad de conectar y desconectar un cable, que de esta forma esto puede ocasionar que eleve el voltaje de salida, teniendo fallos en la recarga de batería.

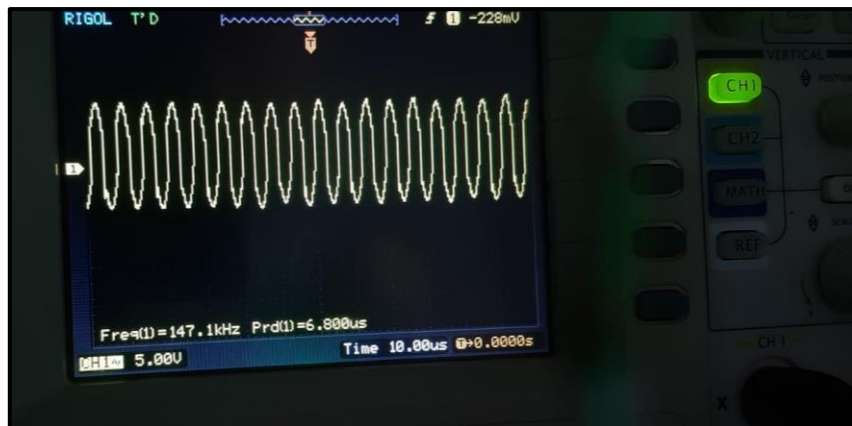


Ilustración 24: Osciloscopio

Se observa como con el osciloscopio tiene el resultado de una onda en donde no detecta nada y el cargador se encuentra en estado de stand-by por eso la onda no genera ningún tipo de carga.

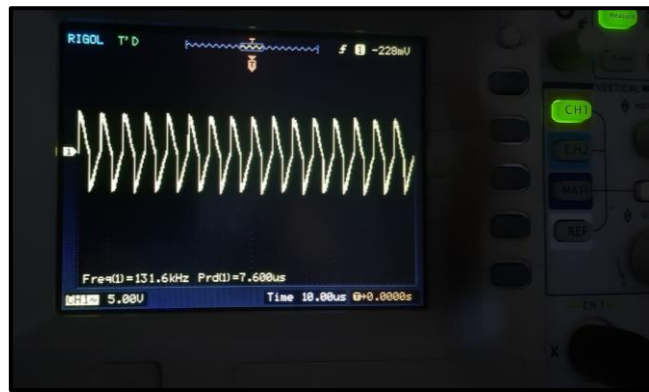


Ilustración 25: Osciloscopio con frecuencia de la onda de 131.6 KHz

Se logra determinar que detecta una señal o hay un emisor cercano entonces cambia el tipo de onda; entonces en este modo trabajan los mosfet y amplifican la señal para controlar y regular la transferencia de energía entre la base de carga y el dispositivo a cargar.



Ilustración 26: Osciloscopio en donde la onda pasa la corriente.

Se logra ver que la onda se expande entonces los mosfet están funcionando entonces se logra ver como se abren y se cierran en la cual a esto se la llama switcheo para que genere la corriente necesaria para lograr cargar el celular.

4.1.10.13 Diseño del circuito de carga inalámbrica.

Después de completar los cálculos para el modelo en el protoboard y confirmar la eficacia del prototipo, se procedió a realizar los cálculos definitivos de los condensadores vinculados a la bobina utilizando los datos obtenidos de forma profesional por máquinas especializadas.

Donde, se procedió con un diseño implementando transistores, diodos, capacitancias entre microchips.

De acuerdo con los cálculos obtenidos se definió utilizar los siguientes componentes para su fabricación:

- Transistor TIP35C
- Diodo 1N4007
- Regulador IC7805

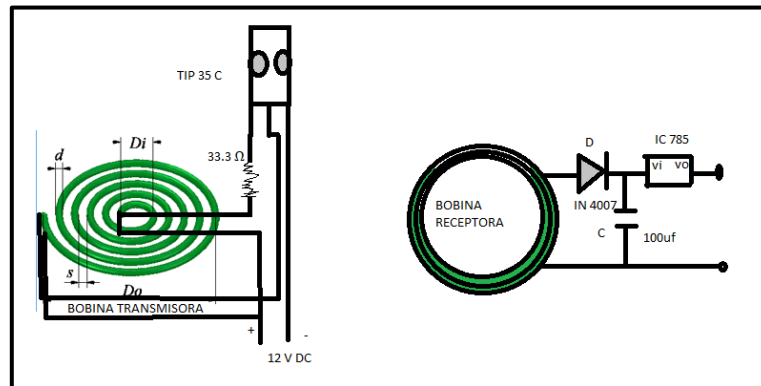


Ilustración 27: Diseño del circuito con microchips

Una vez obtenido el cálculo de la inductancia, haber encontrado la frecuencia necesaria, se procede a utilizar un:

Transistor TIP35C: El transistor TIP35C desempeña un papel crucial en el circuito utilizando su capacidad para manejar corrientes y regular voltajes su capacidad para manejar corrientes relativamente altas lo hace útil en aplicaciones donde se requiere una regulación precisa del voltaje de salida, proporcionando así una fuente de alimentación estable y confiable.

Además, también se lo utilizo como protección contra sobrecorriente o sobretensión. Su capacidad para manejar corrientes elevadas lo hace adecuado para situaciones en las que se debe desconectar rápidamente una carga en caso de condiciones anormales, protegiendo así los componentes y dispositivos conectados al circuito.

Diodo 1N4007: Se lo utiliza para convertir la corriente alterna en una corriente continua pulsante que luego puede ser filtrada y regulada para cargar la batería de manera más eficiente, logrando de esta forma proteger contra polaridades inversas en el caso de que haya un cambio en la polaridad accidental durante la conexión, el diodo impide que la corriente fluya en la dirección incorrecta, protegiendo así los componentes del cargador.

Regulador IC7805: En este caso este es utilizado de diferentes formas como estabilización de voltajes, protección contra variaciones de alimentación, para la prevención de sobretensión y la eficiencia energética.

En el cargador inalámbrico, el IC7805 garantiza que la salida del cargador inalámbrico sea estable y constante a 5 voltios con una fuente de alimentación estable para cargarse de manera eficiente y segura estabilizando la tensión incluso si la entrada del cargador varía, lo que es crucial para garantizar que los dispositivos conectados no se vean afectados por fluctuaciones en la red eléctrica.

Limita la salida a 5 voltios, protegiendo así los dispositivos conectados contra daños causados por tensiones excesivas. Al mantener una salida de voltaje constante, el IC7805 contribuye a la eficiencia energética del cargador inalámbrico. Evita que se suministre más voltaje del necesario, lo que podría resultar en pérdida de energía y generación de calor innecesarios.

4.1.10.14 Microchips

Los microchips en los cargadores inalámbricos son componentes esenciales que desempeñan un papel fundamental en el proceso de carga. Estos chips gestionan la energía, regulando la tensión y la corriente para garantizar que el dispositivo receptor se cargue de manera segura y eficiente. Además, permiten la comunicación entre el cargador y el dispositivo, lo que incluye la autenticación y la negociación de la potencia óptima de carga.

En este modelo de cargador inalámbrico se implementó los siguientes microchips, con un objetivo, regular la tensión y la corriente.

MOSFET: Se utilizan dos MOSFET que crean el interruptor entre la base y el receptor para controlar y regular la corriente eléctrica que fluye a través del sistema.

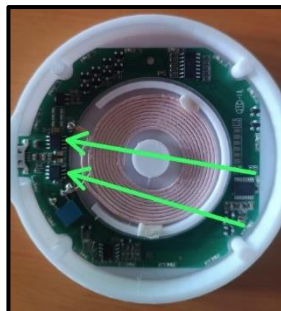


Ilustración 28: Implementación de MOSFET
Fuente: Investigador

Funciones claves en donde se lo utilizó:

Conmutación de corriente: En esta función se lo utilizó para encender y apagar la corriente eléctrica en el circuito del cargador inalámbrico. Esto permite un control preciso de cuándo y cuánta energía se suministra al dispositivo que se está cargando.

Protección y seguridad: Se lo utiliza para implementar funciones de protección y seguridad en el cargador para protegerlo contra la sobrecarga, el cortocircuito y el sobrecalentamiento al desconectar la energía cuando se detectan condiciones inseguras.

Optimización de la eficiencia: Contribuye en la eficiencia del sistema al minimizar las pérdidas de energía y el calor en el circuito. Además, garantiza que la energía se transfiera de manera efectiva desde el cargador a la batería del dispositivo.

Gestión de la dirección de carga: En sistemas de carga inalámbrica bidireccional, los MOSFET pueden controlar la dirección de la carga, permitiendo que un dispositivo sea tanto un receptor como un transmisor de energía inalámbrica.

Microcontrolador: para mayor eficiencia de transmisión y se utilizan en cargadores inalámbricos para controlar y supervisar diversas funciones del proceso de carga.

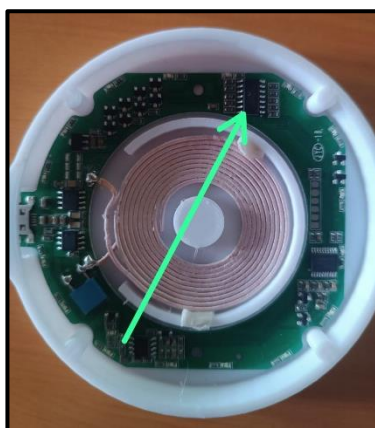


Ilustración 29: Implementación de Microcontroladores
Fuente: Investigador

Funciones claves en donde se lo utilizó:

Gestión de la carga: Los microcontroladores controlan el proceso de carga, regulando la tensión y la corriente suministrada al dispositivo que se está cargando. Esto es esencial para garantizar que la carga sea segura y eficiente.

Comunicación y autenticación: Se los usan para facilitar la comunicación entre el cargador y el dispositivo receptor estos proceden a implementar protocolos de comunicación para autenticar el dispositivo, permitiendo que el cargador funcione solo con dispositivos compatibles.

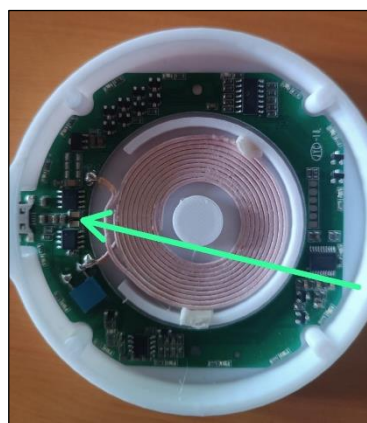
Gestión de la temperatura: Supervisan la temperatura durante la carga y pueden tomar medidas para evitar el sobrecalentamiento. Esto puede incluir la reducción de la potencia de carga o la interrupción de la carga si es necesario.

Protección contra sobrecarga y cortocircuitos: Se lo implementa con la funcionalidad de dar seguridad para protegerlo contra sobrecargas, los cortocircuitos y otras condiciones de riesgo. Pueden desconectar automáticamente la carga si se detecta una condición peligrosa.

Optimización de la eficiencia: Los microcontroladores trabajan para optimizar la eficiencia del sistema, asegurándose de que la energía se transfiera de manera efectiva y minimizando las pérdidas de energía y la generación de calor.

Una vez que los microcontroladores hacen su trabajo la resonancia electromagnética cuando está sin el receptor es de 220 *KHz* y cuando se pone el receptor es decir el teléfono baja a 107 *KHz*.

Condensador LC: Esto lo que hace es que utilizando un inductor con condensador me permita utilizar la función de resonancia electromagnética.



***Ilustración 30:** Implementación de condensador LC*
***Fuente:** Investigador*

Funciones claves en donde se lo utilizó:

Resonancia magnética: El inductor y el condensador se seleccionan cuidadosamente para tener una frecuencia de resonancia específica que coincide con la frecuencia de operación del cargador inalámbrico. Esto permite una transferencia eficiente de energía a través de ondas electromagnéticas resonantes.

Aumento de la eficiencia de transferencia: La resonancia magnética permite que la energía se transfiera de manera más eficiente entre el cargador y el dispositivo receptor a través de oscilaciones de alta amplitud en el campo magnético, lo que minimiza las pérdidas y el calentamiento.

Ajuste de la frecuencia: El valor del condensador en el circuito LC se puede ajustar para sintonizar la frecuencia de resonancia, lo que permite que el sistema sea compatible con diferentes dispositivos receptores y condiciones de carga.

Reducción de interferencias electromagnéticas: La resonancia magnética también ayuda a concentrar la energía en la región deseada, lo que reduce las emisiones de radiación electromagnética no deseada, mejorando la seguridad y reduciendo la interferencia con otros dispositivos electrónicos.

4.1.10.15 Pruebas de circuito del teléfono de carga inalámbrica

Las pruebas de circuito en un teléfono de carga inalámbrica son un aspecto crítico del proceso de fabricación y control de calidad de estos dispositivos. Estas pruebas se realizan para garantizar que el circuito interno del teléfono que gestiona la carga inalámbrica funcione de manera eficiente y segura.

Al evaluar la integridad de los componentes electrónicos, la capacidad de comunicación con cargadores inalámbricos y la capacidad de carga de la batería, estas pruebas juegan un papel fundamental en la entrega de una experiencia de carga inalámbrica confiable y satisfactoria para los usuarios.

Por lo que las pruebas del dispositivo son las siguientes:

Carga inalámbrica del 0 al 25 por ciento de batería:

Carga de 0 al 25% de batería	
Nivel de batería	6%
Temperatura	37.7 °C
Voltaje de salida	3,783 v
Intensidad de Corriente	380 mA

Ilustración 31: Resultados de la carga inalámbrica del 0 al 25% de batería
Fuente: Investigador

Carga inalámbrica del 25 al 50 por ciento de batería:

Carga de 25 al 50% de batería	
Nivel de batería	29%
Temperatura	39.7 °C
Voltaje de salida	3,949 v
Intensidad de Corriente	790 mA

Ilustración 32: Resultados de la carga inalámbrica del 25 al 50% de batería
Fuente: Investigador

Carga inalámbrica del 50 al 75 por ciento de batería:

Carga de 50 al 75% de batería	
Nivel de batería	57%
Temperatura	42.2 °C
Voltaje de salida	4,048 v
Intensidad de Corriente	940 mA

Ilustración 33: Resultados de la carga inalámbrica del 50 al 75% de batería
Fuente: Investigador

Carga inalámbrica del 75 al 100 por ciento de batería:

Carga de 75 al 100% de batería	
Nivel de batería	89%
Temperatura	41.1 °C
Voltaje de salida	4,33 v
Intensidad de Corriente	990 mA

Ilustración 34: Resultados de la carga inalámbrica del 75 al 100% de batería
Fuente: Investigador

Carga inalámbrica al 100 por ciento de batería:

Carga al 100% de batería	
Nivel de batería	100%
Temperatura	34.1 °C
Voltaje de salida	4,17 v
Intensidad de Corriente	1130 mA

Ilustración 35: Resultados de la carga inalámbrica al 100% de batería
Fuente: Investigador

4.1.10.16 Parámetros para alargar la vida útil de un dispositivo

De acuerdo con las experiencias obtenidas; alargar la vida útil de un celular es beneficioso tanto para la economía como para el medio ambiente.

Por ende, los consejos brindados son los siguientes:

Ciclos de carga y descarga:

- Evita cargar la batería del celular constantemente al 100%. Conservar el nivel de carga del dispositivo entre el 20% y el 80% siempre que sea posible, para no sobrecargar la batería.
- No permitir que la batería se descargue completamente con regularidad, ya que esto acortará la vida útil del dispositivo.

Temperatura:

- Evita exponer el celular a temperaturas extremas, tanto el calor como el frío, ya que esto puede dañar la batería.
- No cargar el celular con temperaturas altas o bajo la luz directa del sol.

Cargadores de calidad:

- Utilizar cargadores adecuados y cables de calidad que sean compatibles con tu celular para evitar daños.

Evitar la sobrecarga:

- Desconectar el celular del cargador una vez que haya alcanzado el 100% de carga. La sobrecarga constante puede acortar la vida de la batería.

Gestión de aplicaciones:

- Controlar las aplicaciones que consumen más energía y, si es posible, limita su uso o desactívalas en segundo plano.
- Utiliza las funciones de ahorro de energía y modos de bajo consumo disponibles en tu dispositivo.

Brillo de la pantalla:

- Reducir el brillo de la pantalla cuando no sea necesario, ya que la pantalla es uno de los componentes que más energía consume.

Modo de ahorro de energía:

- Usar el modo de ahorro de energía o el modo de ultra ahorro de energía en situaciones de emergencia para extender la vida útil de la batería.

4.1.10.17 *¿Cómo optimizar los dispositivos?*

Para optimizar el dispositivo móvil hay que tomar en cuenta muchos factores que van desde mantener el sistema operativo; es decir en buen estado con actualizaciones de software y parches de seguridad.

De esta forma se recomienda:

- Al utilizar carga inalámbrica tener un dispositivo con compatibilidad de carga Qi y de esta forma tener el voltaje de salida en 5v para que los vatios de carga necesarios sean los correctos.
- No acercar objetos metálicos en la base de la bobina emisora ya que pueden interferir con la transferencia de energía.
- El sistema operativo del dispositivo esté actualizado. Las actualizaciones de software a menudo incluyen mejoras en la carga inalámbrica.
- La carga inalámbrica es conveniente para cargar el dispositivo durante la noche. Esto permite que se cargue lentamente, lo que es el uso adecuado de como cargar la batería.

CAPÍTULO V
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Conclusiones

Se analizó que los sistemas de carga inalámbrica emplean ondas electromagnéticas no ionizantes, estas ondas no ionizantes son seguras para la exposición humana, siempre y cuando se respeten los límites de exposición recomendados por las regulaciones y las normativas de seguridad. La radiación no ionizante utilizada en cargadores inalámbricos tiene una frecuencia y energía significativamente más baja que las ondas ionizantes, lo que las hace menos dañinas para los tejidos biológicos y no capaces de ionizar átomos o moléculas.

Se ha logrado diseñar con éxito un prototipo de sistema multipunto de carga inalámbrica utilizando el método inductivo con radiación electromagnética. Este diseño incorpora componentes clave, como las bobinas de transmisión y recepción, así como circuitos de control y regulación para garantizar la seguridad y eficiencia del proceso de carga.

La implementación efectiva del sistema multipunto de carga inalámbrica basado en el método inductivo ha demostrado mejoras significativas en la eficiencia de transferencia de energía. Esto se logró mediante la optimización de las frecuencias de resonancia, la alineación adecuada de las bobinas y la gestión inteligente de la potencia. Además, se ha observado que la carga inalámbrica inductiva ayuda a prolongar la vida útil de los dispositivos al reducir el desgaste físico asociado con los conectores tradicionales.

Recomendaciones

Se recomienda cumplir rigurosamente con las regulaciones y normativas pertinentes, y a establecer medidas de monitoreo y control para garantizar un ambiente seguro para los usuarios. Esto implica no solo comprender la teoría y la seguridad de las ondas no ionizantes, sino también explorar aspectos prácticos en los sistemas de carga inalámbrica.

Se recomienda actualizarse frecuentemente con los avances en tecnología inductiva y sistemas de carga inalámbrica. La tecnología está en constante evolución, y seguir investigando ayudará a mantener un sistema actualizado y vanguardista.

Se recomienda implementar estaciones de carga inalámbrica alimentadas por la energía solar, para cuidar el medio ambiente y de esta forma hacer áreas públicas con el uso de esta tecnología inalámbrica.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFIA

REFERENCIAS

- [1] C. R. J. Jines, «Repositorio UTA,» UTA, Mayo 2016. [En línea]. Available: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23069/1/Tesis_t1121ec.pdf. [Último acceso: Julio 2023].
- [2] N. V. Carmona, «Depósito de Investigación Universidad de Sevilla,» Universidad de Sevilla. Departamento de Ingeniería y Ciencia de los Materiales y del Transporte, 2023. [En línea]. Available: <https://idus.us.es/handle/11441/147387>. [Último acceso: Julio 2023].
- [3] P. T. Lenin Jacome, «BIBDIGITAL,» Escuela Politecnica Nacional, Junio 2001. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5284>. [Último acceso: Julio 2023].
- [4] A. Colmenar, D. Borge, E. Collado y M. Castro , Generación distribuida, autoconsumo y redes inteligentes, Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED, 2015.
- [5] R. Ramírez, Sistemas de radiocomunicaciones, Granada: Paraninfo, S.A., 2005.
- [6] J. Huidobro, Sistemas telemáticos, Madrid: Paraninfo, S.A., 2007.
- [7] J. Andreu, Servicios en Red, Madrid: Editex, 2010.
- [8] S. Seidel y H. Arnold, «Servicio de Distribución Local Multipunto (LMDS) de 28 GHz: Fortalezas y Desafíos,» *The Springer International Series in Engineering and Computer Science*, pp. 7-17, 1996.
- [9] Anovo, «Cargador inalámbrico: tipos y ventajas,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.anovo.es/cargador-inalambrico-tipos-y-ventajas/>.
- [10] R. Holgado, «20bits,» 23 Mayo 2021. [En línea]. Available: <https://www.20minutos.es/tecnologia/moviles-dispositivos/carga-inalambrica-que-es-como-funciona-y-que-marcas-y-moviles-la-tienen-disponible-4699407/>. [Último acceso: Julio 2023].
- [11] PHYS, «PHYS ORG.,» 14 Septiembre 2010. [En línea]. Available: <https://phys.org/news/2010-09-fujitsu-technology-compact-high-efficiency-wireless.html>. [Último acceso: Julio 2023].

- [12] J. M. Vila, «PROYECTO FINAL DE CARRERA,» de *TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR INDUCCIÓN*, Barcelona, 2016, p. 83.
- [13] R. Alvarez, «Xataka,» 14 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/moviles/lg-prepara-la-carga-por-resonancia-magnetica-el-proximo-gran-avance-para-la-carga-inalambrica#:~:text=Por%20otro%20lado%2C%20la%20carga,giro%20interesante%20a%20la%20carga>. [Último acceso: Agosto 2023].
- [14] M. Luciano, «EE World Online,» Ingeniería EE, 1 Diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.eeworldonline.com/infographic-inductive-vs-resonant-charging/>. [Último acceso: Julio 2023].
- [15] Infoplease, «Infoplease,» [En línea]. Available: <https://www.infoplease.com/encyclopedia/science/engineering/electrical/radio/transmission-and-reception-of-radio-waves>. [Último acceso: Julio 2023].
- [16] R. W. Britannica, «Britannica,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.britannica.com/science/radio-wave>. [Último acceso: Julio 2023].
- [17] AcademiaLAB, «AcademiaLAB,» 2023. [En línea]. Available: <https://academia-lab.com/enciclopedia/acoplamiento-capacitivo/>. [Último acceso: Julio 2023].
- [18] M. Tavares, «SELETRONIC Home,» Home, 7 Abril 2023. [En línea]. Available: <https://seletronic.com/es/carga-por-induccion/>. [Último acceso: Septiembre 2023].
- [19] Menna, «Como Funciona,» 2023. [En línea]. Available: <https://como-funciona.co/induccion-electromagnetica/>. [Último acceso: Septiembre 2023].
- [20] E. F. Loco, «El Fisico Loco,» Cosas De Fisica y Quimica, 2013. [En línea]. Available: <http://elfisicoloco.blogspot.com/2013/02/induccion-electromagnetica.html>. [Último acceso: Septiembre 2023].
- [21] Elvira, «Superprof,» 7 Julio 2021. [En línea]. Available: <https://www.superprof.es/blog/induccion-electromagnetica-significado/>. [Último acceso: Septiembre 2023].
- [22] M. Olmo, «Faraday Law,» Faraday, [En línea]. Available: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/electric/farlaw.html>. [Último acceso: Septiembre 2023].

- [23] W. POWER, «WIRELESS POWER,» CONSORTIUM, [En línea]. Available: <https://www.wirelesspowerconsortium.com/qi/>. [Último acceso: Septiembre 2023].

CAPÍTULO VII
ANEXOS



Ilustración 36: Prototipo de bobina Receptora

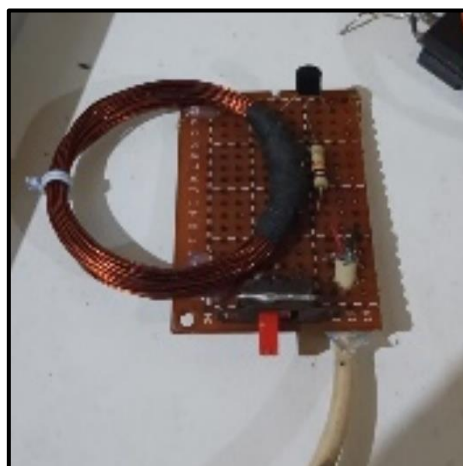


Ilustración 37: Circuito junto a la bobina transmisora

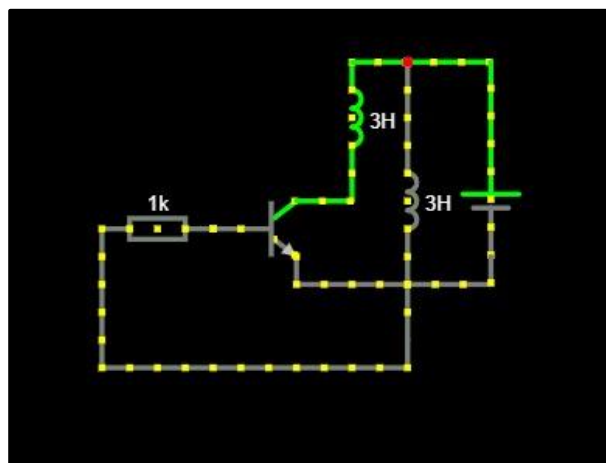


Ilustración 38: Circuito del paso de la corriente

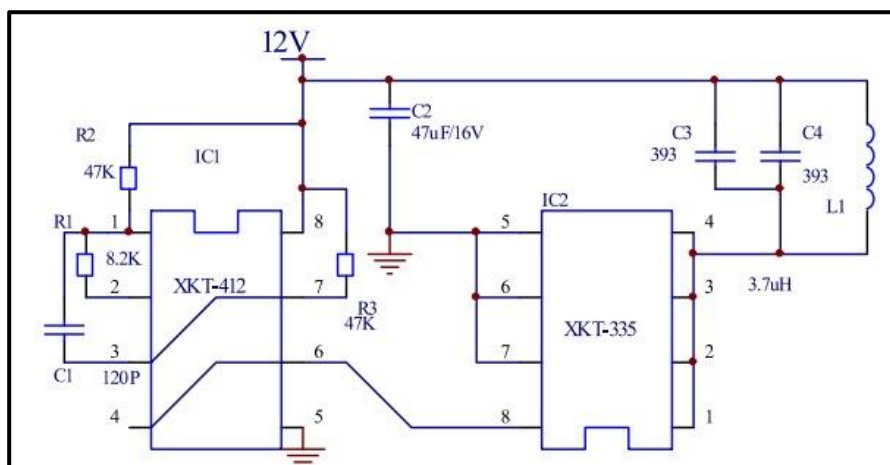


Ilustración 39: Circuito interno del cargador inalámbrico

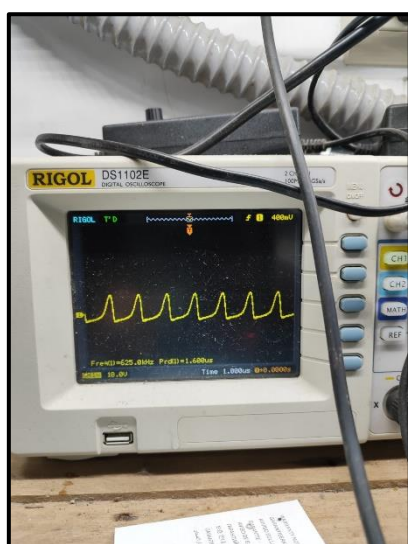


Ilustración 40: Osciloscopio de la intensidad de corriente al 100%

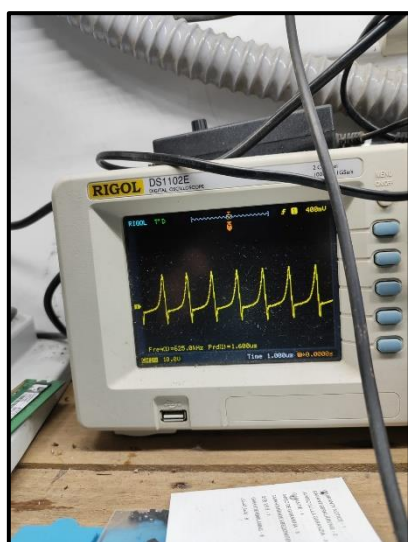


Ilustración 41: Osciloscopio de la intensidad de corriente al 50%

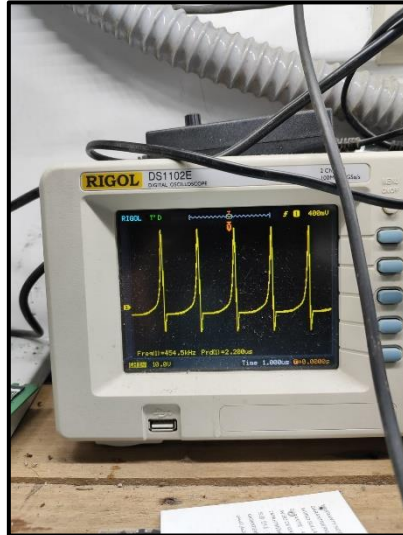


Ilustración 42: Osciloscopio sin intensidad de corriente

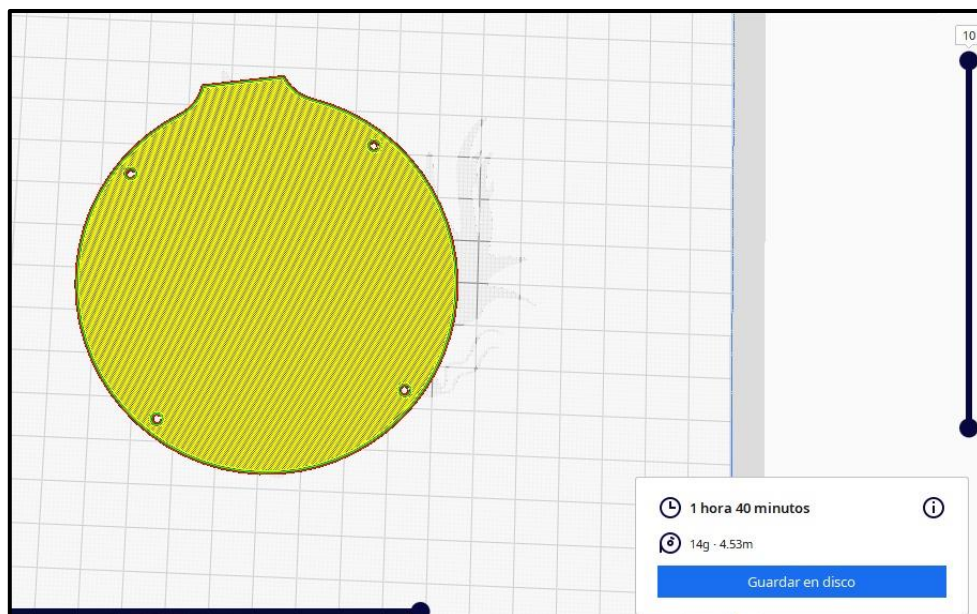


Ilustración 43: Impresión 3D de la tapa

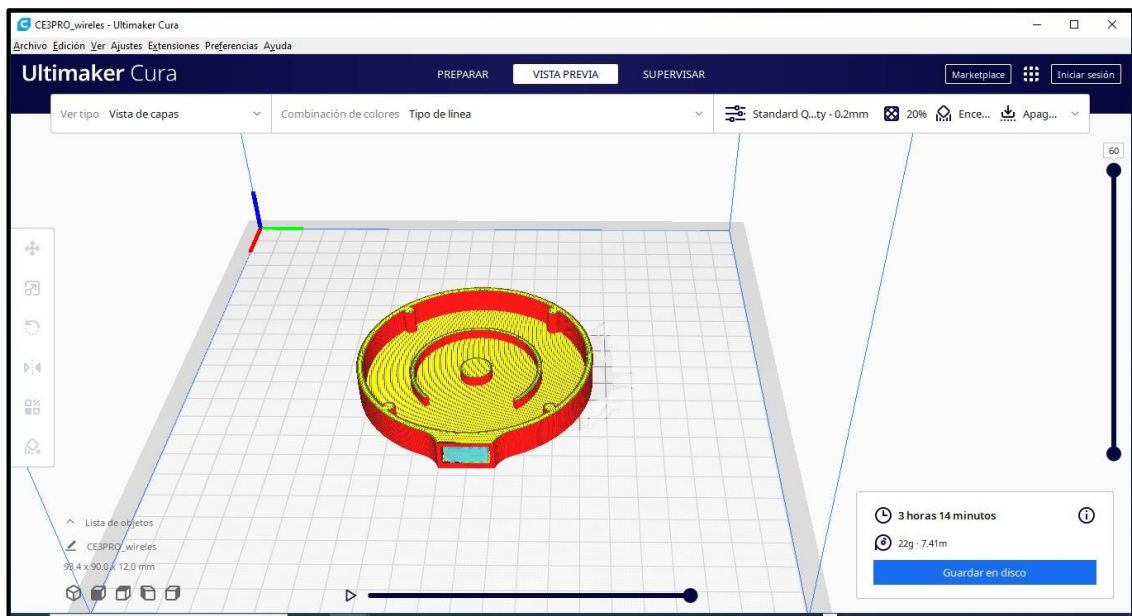


Ilustración 44: Impresión 3D del diseño de cargador inalámbrico



Ilustración 45: Cargador inalámbrico

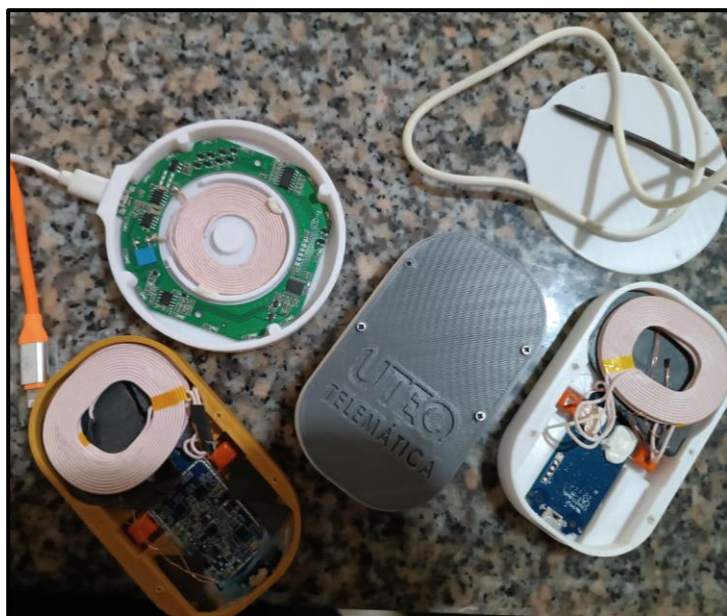


Ilustración 46: Cargadores inalámbrico



Ilustración 47: Celular con carga eficiente