



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

TEMA:

**Estudio de factibilidad de un sistema de transmisión inalámbrica de
energía eléctrica en el interior de las cabinas de la aerovía de
Guayaquil.**

AUTOR

Recalde Zumárraga, Emilio Nicolás

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO

TUTOR:

Ing. Suárez Murillo, Efraín Oswaldo

Guayaquil, Ecuador

17 de septiembre del 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por el **Recalde Zumárraga, Emilio Nicolas** como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero eléctrico mecánico**.

TUTOR

Ing. Suárez Murillo, Efraín Oswaldo

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 17 días del mes de septiembre del año 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Recalde Zumárraga, Emilio Nicolas**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación **“Estudio de factibilidad de un sistema de transmisión inalámbrica de energía eléctrica en el interior de las cabinas de la aerovía de Guayaquil.”**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero eléctrico mecánico**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 17 días del mes de septiembre del año 2021

EL AUTOR

RECADE ZUMÁRRAGA, EMILIO NICOLAS



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Recalde Zumárraga, Emilio Nicolas**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **“Estudio de factibilidad de un sistema de transmisión inalámbrica de energía eléctrica en el interior de las cabinas de la aerovía de Guayaquil.”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 17 días del mes de septiembre del año 2021

EL AUTOR:

RECALDE ZUMÁRRAGA, EMILIO NICOLAS

REPORTE DE URKUND

URKUND Fernando Palacios Meléndez (edwin_palacios)

Documento [Tesis Emilio Recalde.docx](#) (D111721204)

Presentado 2021-08-26 16:31 (-04:00)

Presentado por fernandopm23@hotmail.com

Recibido edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje Revisión Urkund TT Emilio Recalde [Mostrar el mensaje completo](#)

2% de estas 33 páginas, se componen de texto presente en 7 fuentes.

| Lista de fuentes | Bloques |
|------------------|---|
| Categoría | Enlace/nombre de archivo |
| | http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/16244/1/T... |
| | http://201.159.223.180/bitstream/3317/9174/1/T-UCSG-P... |
| | http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1602/1/T... |
| | https://www.nuevamujeer.com/wellness/2017/03/20/jove... |
| | https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/han... |
| | https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-c... |

1 Advertencias. Reiniciar. Exportar. Compartir

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA
INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA

TEMA: Estudio de factibilidad de un sistema de transmisión inalámbrica de energía eléctrica en el interior de las cabinas de la aerovía de Guayaquil.

AUTOR Recalde Zumárraga, Emilio

Trabajo de titulación previo a la obtención del

título de INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO

TUTOR: Ing. Suárez Murillo, Efraín Oswaldo

Guayaquil, Ecuador

2021



DEDICATORIA

Dedicado a Dios por bendecirme siempre. A mis padres Verónica y Fernando, quienes con su amor, ejemplo y consejos me han guiado a lo largo de mi vida. A mis abuelitos Galo, Blanca y Wilma, quienes desde pequeño me enseñaron la importancia de ser un hombre de bien. A mis hermanas Camila y Fiorella, quienes me han apoyado incondicionalmente y aconsejado en todo este periodo universitario. A mi enamorada Arianna, quien a diario me dio fuerzas y soporte para culminar cada uno de los proyectos que me tracé. Y finalmente a mis colegas de estudio Julio y Carlos, quienes desde el primer semestre y a lo largo de este periplo universitario me entregaron su amistad incondicional.

Emilio Nicolás Recalde Zumárraga

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por iluminar mi camino a diario, por entregarme sabiduría y perseverancia a lo largo de esta etapa de mi vida. Con amor y admiración agradezco a mis padres Verónica y Fernando, quienes se han sacrificado diariamente para brindarme su apoyo incondicional y ser la guía a lo largo de mi formación como persona, gracias por creer en mí en todo momento.

Agradezco a mis hermanas Camila y Fiorella, que me apoyaron y me entregaron su afecto a lo largo de este periodo. Agradezco a Arianna, mi enamorada, quien con su amor fue mi motor y pilar en los momentos difíciles y me impulso a culminar este proyecto. A mis familiares y amistades sinceras que de alguna forma son parte de mi desarrollo como persona.

Gracias a mis colegas de estudio Julio y Carlos por siempre brindarme su amistad sin esperar nada a cambio y por hacer más ameno este periodo universitario. Finalmente agradezco a la UCSG, en especial a esos honorables docentes quienes a lo largo de la carrera me brindaron sus conocimientos y me enseñaron la importancia de ser un buen profesional.

¡Gracias totales!

Emilio Nicolas Recalde Zumárraga



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.  _____

M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS
DECANO

f.  _____

M. Sc. HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO
DIRECTOR DE CARRERA

f.  _____

M. Sc. CARLOS BOLIVAR ROMERO ROSERO
OPONENTE

Índice General

| | |
|--|-------|
| RESUMEN | XVIII |
| ABSTRACT | XIX |
| Capítulo 1: Descripción General Del Trabajo De Titulación | 2 |
| 1.1. Introducción | 2 |
| 1.2. Antecedentes | 3 |
| 1.3. Planteamiento del problema | 3 |
| 1.4. Justificación del Problema. | 4 |
| 1.5. Objetivos | 4 |
| 1.5.1 Objetivo general | 4 |
| 1.5.2 Objetivos específicos | 4 |
| 1.6. Hipótesis. | 5 |
| 1.7. Metodología | 5 |
| Capítulo 2: Fundamentación Teórica | 6 |
| 2.1. Conceptos Básicos | 6 |
| 2.1.1. Fundamentos de la Electricidad | 6 |
| 2.1.2. Fundamentos de magnetismo..... | 9 |
| 2.1.3. Inducción de Campo Cercano (Magnética)..... | 12 |
| 2.1.4. Antecedentes de la transmisión inalámbrica de energía eléctrica | 13 |
| 2.2.1. Definición de la transmisión inalámbrica de energía eléctrica..... | 14 |
| 2.3.1. Historia de la Aerovía (Teleférico)..... | 17 |
| 2.3.2. Clasificación de las instalaciones de los transportes por cable..... | 20 |

| | |
|---|----|
| 2.3.3. Clasificación de las instalaciones de los transportes por cable según tipo de cables..... | 20 |
| 2.3.4. Finalidad del transporte por cable con las personas en las ciudades . | 21 |
| 2.4.1. Proyecto General del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía) .. | 22 |
| 2.4.2. Contratistas, misión y visión del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía) | 25 |
| 2.4.3. Objetivos del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía) | 26 |
| 2.4.4. Equipamientos e infraestructura para proveer por el contratista para cumplir con los objetivos | 27 |
| 2.4.5. Recorrido del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía) | 27 |
| 2.4.6. Características de la Instalación del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía) | 28 |
| 2.4.7. Características de las Estaciones del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía) | 31 |
| 2.4.8. Conceptos generales para las estaciones del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía) | 31 |
| 2.4.9. Conceptos de Arquitectura y de Acceso del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía) | 34 |
| 2.4.10. Cabinas de movilización | 34 |
| 2.4.10.1 Formato..... | 34 |
| 2.4.10.2. Vitraje de las cabinas | 36 |
| 2.4.10.4. Suspensiones de las cabinas..... | 37 |
| 2.4.10.5. Utensilios desembragables | 38 |

| | |
|---|----|
| 2.5.1. Fundamentos de la electromagnética | 39 |
| 2.5.1.1. Ley Faraday | 39 |
| 2.5.1.2. Ley Lenz | 39 |
| 2.5.1.3. Autoinductancia | 40 |
| 2.5.2. Transferencia de energía por medio de la magnética | 41 |
| 2.5.3. Acople magnético | 41 |
| 2.5.4.1. Circuito resonante en serie | 42 |
| 2.5.4.2. Circuito resonante en paralelo | 43 |
| 2.5.5. Convertidores de carga resonantes | 44 |
| 2.5.6. Convertidor de carga resonante serie | 45 |
| 2.6. Componentes del dispositivo | 45 |
| 2.6.1. Transmisor | 45 |
| 2.6.2. Fuente de corriente | 46 |
| 2.6.3. Inversor | 46 |
| 2.6.4. Circuito resonante | 46 |
| 2.6.5. Antena transmisora | 47 |
| 2.6.6. Receptor | 48 |
| Capítulo 3: Estudio Y Desarrollo | 50 |
| 3.1. Descripción del sistema | 50 |
| 3.2. Análisis técnico del tipo de equipo a utilizarse | 50 |
| 3.2.1. Especificaciones técnicas del equipo de transferencia inalámbrica | 52 |
| 3.2.2. Construcción del equipo de transferencia inalámbrica | 53 |

| | |
|--|----|
| 3.2.3. Transmisor | 54 |
| 3.2.4. Fuente DC..... | 54 |
| 3.2.5. Inversor | 55 |
| 3.2.6. Antena Transmisora y Receptora | 55 |
| 3.3 Instalación del Enerwi | 56 |
| 3.4. Análisis técnico del lugar de instalación..... | 57 |
| 3.4.1. Capacidad y Velocidad de transporte en las cabinas | 58 |
| 3.4.2. Tiempo | 59 |
| 3.4.3. Características de Rendimiento | 60 |
| 3.4.4. Seguridad y mantenimiento | 63 |
| 3.5. Ubicación del dispositivo de transferencia de energía inalámbrica..... | 67 |
| 3.6. Numero de dispositivos de transferencia inalámbrica..... | 68 |
| 3.7. Mantenimiento del equipo | 68 |
| 3.8. Comparación de los factores Económicos y técnicos del sistema de transferencia inalámbrica de energía eléctrica y el sistema convencional | 69 |
| 3.9. Seguridad y salud | 70 |
| 3.10. Publicidad y señalización | 72 |
| CAPITULO 4: Conclusiones Y Recomendaciones..... | 74 |
| 4.1 Conclusiones. | 74 |
| Bibliografía | 76 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2. 1 El átomo (Fuente: Isabel Valenzuela, 2019) | 7 |
| Figura 2.2 Campo eléctrico (Fuente: Georgia State University, 2017)..... | 8 |
| Figura 2.3 Grafito pirolítico (Fuente: Levitación diamagnética, 2012) | 11 |
| Figura 2.4 Campo magnético generado por una corriente eléctrica (Fuente: Física práctica, 2007)..... | 11 |
| Figura 2.5 Experimento de Faraday (Fuente: Magnetism and electricity, 1892) | 12 |
| Figura 2.6 Torre de Tesla (Fuente: BBC News, 2019)..... | 14 |
| Figura 2.7 Aparatos electrónicos (Fuente: NRDC, 2013)..... | 15 |
| Figura 2.8 Transferencia inductiva de energía (Fuente: Chetvorno Wireless power system, 2014)..... | 16 |
| Figura 2.9 Transferencia de energía a través de ondas de radio (Fuente: El Universo, 2020)..... | 17 |
| Figura 2.10 Telesquí 1933 (Fuente: LEITNER, 2021)..... | 18 |
| Figura 2.11 Telecabina Gold Gondola Zlatibor (Fuente: ABC, 2021)..... | 19 |
| Figura 2.12 Telesilla en Vallter (Fuente: Ivan Sanz, 2018) | 20 |
| Figura 2.13 TransMiCable (Fuente: EFE, 2018) | 22 |
| Figura 2.14 Aerovía (Fuente: Municipio de Guayaquil, 2020)..... | 24 |
| Figura 2.15 Placa de fabricación Poma (Fuente: Autor) | 26 |
| Figura 2.16 Recorrido Aerovía (Fuente: El Universo, 2020) | 28 |
| Figura 2. 17 Grafico “Estación Terminal” (Fuente: Municipio de Guayaquil, 2016)..... | 32 |
| Figura 2.18 Grafico “Estación Intermedia” (Fuente: Municipio de Guayaquil, 2016)..... | 33 |

| | |
|--|----|
| Figura 2.19 Cabinas de la Aerovía (Fuente: El Universo, 2020)..... | 36 |
| Figura 2.20 Suspensión aérea de las cabinas (Fuente: Autor) | 37 |
| Figura 2. 21 Simulacro de Rescate en las Cabinas de la Aerovía (Fuente: El Universo, 2020)..... | 38 |
| Figura 2. 22 Autoinductancia (Fuente: Miniphysics, 2015) | 40 |
| Figura 2. 23 Transferencia de energía (Fuente: Álvaro Rodrigo Benavides Salvá, 2018)..... | 41 |
| Figura 2. 24 Acople Magnético (Fuente: Álvaro Rodrigo Benavides Salvá, 2018)..... | 42 |
| Figura 2. 25 Resonancia serie y paralelo (Fuente: Georgia State University, 2017)..... | 44 |
| Figura 2.26 Campo magnético de una espira circular (Fuente: Georgia State University, 2017) | 48 |
| | |
| Figura 3. 1 Dispositivo Enerwi home, vista frontal (Fuente: Enerwi corp, 2017) | 51 |
| Figura 3. 2 Transferencia inalámbrica de energía mediante el Enerwi (Fuente: Enerwi corp, 2017)..... | 53 |
| Figura 3. 3 Períodos de un transmisor de energía inalámbrico (Fuente: Vinueza,2018)..... | 53 |
| Figura 3. 4 Circuito de la fuente de voltaje del transmisor (Fuente: Benavides, 2019)..... | 54 |
| Figura 3. 5 Circuito de inversor del transmisor (Fuente: Benavides, 2019) . | 55 |
| Figura 3. 6 Instalación de un Enerwi en un vehículo (Fuente: Enerwi corp, 2017)..... | 56 |

| | |
|--|----|
| Figura 3. 7 Certificado técnico de fabricación de la cabina de la aerovía (Fuente: Autor)..... | 58 |
| Figura 3. 8 Peso y capacidad máxima admitida en las cabinas de la aerovía (Fuente: Autor)..... | 59 |
| Figura 3. 9 Tiempo estimado entre trayectos (Fuente: Guayaquil, 2016) ... | 60 |
| Figura 3.10 Ubicación de la ventilación superior en las cabinas de la aerovía (Fuente: Autor)..... | 62 |
| Figura 3. 11 Ubicación de la ventilación inferior en las cabinas de la aerovía (Fuente: Autor)..... | 63 |
| Figura 3. 12 Simulacro de rescate en las cabinas de la aerovía (Fuente: El Universo, 2020)..... | 65 |
| Figura 3. 13 Inicio de pruebas en las cabinas de la aerovía (Fuente: El Universo, 2019)..... | 67 |
| Figura 3. 14 Ubicación del dispositivo en la cabina de la aerovía (Fuente: Autor)..... | 68 |
| Figura 3. 15 Ubicación del botón de pánico (Fuente: Autor)..... | 71 |
| Figura 3. 16 Posible ubicación de la publicidad (Fuente: Autor)..... | 72 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|--|----|
| Ecuación 2. 1 Ley de Coulomb (Fuente: Fundamentos de Electricidad, 2014)..... | 8 |
| Ecuación 2. 2 Campo eléctrico (Fuente: Georgia State University, 2017) | 8 |
| Ecuación 2. 3 Intensidad de Corriente (Fuente: Fundamentos de Electricidad, 2014) | 9 |
| Ecuación 2. 4 Fuerza ejercida sobre una carga (Fuente: Aportaciones sobre el campo magnético, 2017)..... | 10 |
| Ecuacion 2. 5 Ley de Faraday (Fuente: Khan Academy, 2017) | 39 |
| Ecuación 2. 6 Ley de Lenz (Fuente: Khan Academy, 2017) | 40 |
| Ecuación 2. 7 Transferencia de energía (Fuente: Álvaro Rodrigo Benavides Salvá, 2018) | 41 |
| Ecuación 2. 8 Acople Magnético (Fuente: Álvaro Rodrigo Benavides Salvá, 2018) | 42 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 2. 1 Características de la Instalación del Transporte por Cable Aerovía | 29 |
|---|----|

RESUMEN

El trabajo de titulación que se muestra a continuación tiene como objetivo principal estudiar la factibilidad técnica de un sistema que transfiera energía de manera inalámbrica a los dispositivos móviles que se encuentren dentro de las cabinas de la aerovía de la municipalidad de Guayaquil mediante la inducción electromagnética; también se menciona las características técnicas de los diferentes componentes del dispositivo a utilizarse así como los datos técnicos de construcción de las cabinas de la aerovía . El lugar destinado a la instalación del dispositivo transmisor de energía eléctrica estará ubicado en el interior de las cabinas de la aerovía, dicho medio de transporte aéreo suspendido fue impulsado por parte de la municipalidad de Guayaquil con el propósito de mejorar la circulación diaria de personas entre la ciudad de Guayaquil y Duran; pero al ser un método nuevo para los ciudadanos no tuvo la acogida esperada por lo tanto mediante este proyecto se busca atraer de manera masiva a los usuarios para que hagan uso de este medio. Buscando apoyar al emprendimiento ecuatoriano se realizó la selección del dispositivo de transferencia inalámbrica Enerwi, este tiene como componentes principales un circuito tanque y una antena transmisora de gran alcance. Se busca mediante este trabajo aportar a la modernización de la ciudad, así como también generar un impacto positivo en lo usuarios de la aerovía.

Palabras claves: INDUCCIÓN – ELECTROMAGNÉTICA – INALÁMBRICA – CABINAS – ENERGÍA – AÉREO SUSPENDIDO - ANTENA - CIRCUITO TANQUE – TANSMISOR.

ABSTRACT

The degree work shown below has the main objective of studying the technical feasibility of a system that transfers energy wirelessly to mobile devices that are inside the cabins of the Guayaquil airway through electromagnetic induction; It also mentions the technical characteristics of the different components of the device as well the technical data for the construction of the airway cabins. The place for the installation of the electric power transmission device will be located inside the cabins of the airway, the air suspended transport was promoted by the municipality of Guayaquil with the purpose of improving the daily circulation of people between the city of Guayaquil and Duran; but since it is a new method for citizens, it did not have the expected reception, therefore, through this project, it is sought to attract users massively to make use of this medium. In order to support the Ecuadorian enterprise, the selection of the Enerwi wireless transfer device was made, which has as its main components a tank circuit and a long-range transmitter antenna. Through this work, the aim is to contribute to the modernization of the city as well as to generate a positive impact on the users of the airway.

Keywords: INDUCTION - ELECTROMAGNETICS - WIRELESS - CABINS - ENERGY- SUSPENDED AIR - ANTENNA - TANK CIRCUIT - TRANSMITTER.

Capítulo 1: Descripción General Del Trabajo De Titulación

En el presente capítulo se muestra una breve exposición del estudio a realizarse, mencionando cuales son los antecedentes, el problema y su alcance, los objetivos tanto general como específicos y la metodología a utilizarse en este trabajo de investigación.

1.1. Introducción

En el año 2014 con miras de mejorar la circulación vehicular de la ciudad se dio como inicio la idea del transporte aéreo por cable para la ciudad de Guayaquil denominado como aerovía, este proyecto fue finalmente presentado por la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil en el año 2015 buscando la implementación de un nuevo servicio de transporte público que beneficia a todos los ciudadanos y en especial a las personas que se trasladan diariamente desde la ciudad de Durán hacia Guayaquil y viceversa. En el año 2019 se dio inicio a los trabajos por parte de la empresa constructora, indicando que para el año 2020 estaría finalizada toda la obra.

Debido al alto flujo de personas que se trasladan cotidianamente desde la ciudad de Guayaquil hasta la ciudad de Durán, el municipio se vio en la necesidad de buscar una solución que permita; en primer lugar reducir la afluencia de personas en el transporte público terrestre ayudando a la circulación vehicular de la urbe y en segundo lugar se buscó ofrecer un servicio rápido, económico, de fácil acceso y que brinde todas las facilidades para que el cliente opte por el uso diario de este servicio público llamado aerovía. Es así que en este proyecto se busca aumentar el grado de satisfacción del usuario mediante el uso de un dispositivo que permita realizar la carga inalámbrica para los equipos móviles del usuario provocando que las

personas tengan un motivo más para colocar a este transporte aéreo por cable por encima del transporte público convencional.

1.2. Antecedentes

La Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil a lo largo de los años ha buscado ofrecer un mejor servicio de transporte público es así como en el año 2006 se dio paso a la inauguración de la metrovía, método de transporte que es utilizado hasta el día de hoy por miles de guayaquileños. Sin embargo, la gran problemática que surgió en los recientes años ha sido la falta de medios de transporte que realicen el recorrido Durán-Guayaquil, ya que al haber un incremento de habitantes en la ciudad de Durán el número de usuarios de transporte público creció exponencialmente; es así como en el año 2014 se ve a la aerovía como una opción que dé solución a este problema.

La aerovía al ser un medio de transporte totalmente nuevo e incluso no muy conocido para la sociedad generó muchas dudas al inicio de su funcionamiento es así que quedó relegado por completo. Varias ideas han aparecido en base a la necesidad de promocionar este servicio, una de estas es la que se menciona en este proyecto la “Transferencia inalámbrica de energía para dispositivos móviles”, esta idea lo que busca es satisfacer todas las necesidades del cliente otorgando un servicio íntegro y flexible que permita atraer a las personas para que hagan uso de este medio de transporte logrando una mejora en la circulación vehicular de la ciudad.

1.3. Planteamiento del problema

La necesidad de atraer a los ciudadanos para que hagan uso de la aerovía mediante un servicio de transferencia inalámbrica de energía eléctrica para los dispositivos móviles de cada uno de los usuarios de la aerovía de la

ciudad de Guayaquil durante todo el recorrido comprendido desde la estación Parque centenario hasta la estación malecón de Durán.

1.4. Justificación del Problema.

Este estudio de factibilidad busca analizar una propuesta que permita brindar a los guayaquileños un servicio completo con todas las facilidades eléctricas para los dispositivos móviles del usuario, con el objetivo que durante el viaje el cliente de la aerovía se sienta satisfecho con el servicio brindado por el municipio por lo tanto recomiende su uso y de esta manera ayudar a la circulación vehicular de la urbe.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Estudiar la factibilidad técnica de un sistema que transfiera energía de manera inalámbrica a los dispositivos móviles que se encuentren dentro de las cabinas de la aerovía de la municipalidad de Guayaquil, mediante la inducción electromagnética.

1.5.2 Objetivos específicos

- Realizar un estado del arte sobre los fundamentos teóricos de transferencia inalámbrica de energía eléctrica y del transporte aéreo por cable.
- Determinar la viabilidad del proyecto mediante los resultados obtenidos del estudio del sistema propuesto en las cabinas de la aerovía.

1.6. Hipótesis.

El estudio de la implementación del sistema propuesto permitiría analizar qué tan rentable es el servicio para el uso de los clientes de la aerovía de Guayaquil.

1.7. Metodología

En este trabajo se seguirá una metodología de investigación explicativa y descriptiva, ya que se empezará por definir los diferentes tipos de transferencia de energía inalámbrica y sus componentes principales. Así como también nombrar los antecedentes del transporte aéreo por cable y las especificaciones técnicas de construcción de la aerovía de la ciudad de Guayaquil dejando como resultado el marco teórico, en donde se obtendrá la información principal para la elección del sistema de transferencia de energía inalámbrica más eficiente que será utilizado en las cabinas de la aerovía.

Capítulo 2: Fundamentación Teórica

En este capítulo va centrado en la exposición fundamentada, enfocándose en los fundamentos teóricos y conceptuales de la transmisión inalámbrica de energía eléctrica y la aerovía.

2.1. Conceptos Básicos

2.1.1. Fundamentos de la Electricidad

“Es un conjunto de fenómenos físicos vinculados a la presencia y transmisión de cargas eléctricas.” (Raffino, 2020)

El ser humano en los inicios no tenía idea de que era la electricidad, o cómo funcionaba, solo sabía que existía y cumplía su función, hoy poseemos un profundo conocimiento acerca de este y las funciones que realiza y que puede llegar a realizar. Como punto de inicio nos referiremos a los átomos.

Los átomos están en todas partes, están compuestos por protones que son cargas positivas, y neutrones que son de carga neutra, no tienen carga, poseen la misma masa que los protones y se encuentran en el núcleo de los átomos, alrededor de este encontramos los electrones de carga negativa, los cuales se mueven alrededor de los protones y neutrones (el núcleo), la masa del electrón es de 9.11×10^{-31} Kg, que aproximadamente sería 1/1.846 comparada con el protón.

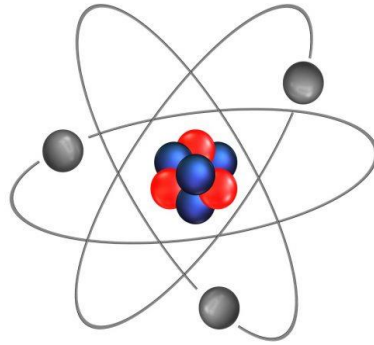


Figura 2. 1 El átomo (Fuente: Isabel Valenzuela, 2019)

Como se puede apreciar en la figura 2.1 el estar en equilibrio para los átomos es tener el mismo número de electrones y protones, la suma o resta de uno de estos es lo que identifica a cada elemento. Los conductores de electricidad son los materiales que permiten que los electrones se liberen y pasen a otros átomos, en cambio el antónimo es el material aislante de electricidad que dificulta que los electrones se desplacen a otros átomos.

La alta carga de electrones y protones es alta, donde un cuerpo está cargado y reacciona contra otro de igual carga estos se repelen, pero si tienen las cargas opuestas se atraen, el ejemplo que todos conocemos son los imanes que se atraen o se repelen dependiendo la dirección de los polos, dependiendo de la carga positiva o negativa.

La fuerza electrostática, es el cuantificar las fuerzas de atracción y repulsión que se da entre los objetos eléctricos, fue Charles Augustin a mediados del siglo XVIII que estableció las leyes cuantitativas de la electrostática por su balanza de torsión, descubrió que cuando el tamaño es mucho menor a la distancia que los separa es proporcional al producto de ambas cargas dividido por su distancia elevada al cuadrado. La fórmula matemáticamente de la ley de Coulomb donde: F es la fuerza de atracción o

repulsión, Q_1 son las cargas, K es una constante de coulomb y ϵ permitividad.

Como se muestra en la siguiente formula:

$$F = K \frac{Q_1 * Q_2}{R^2} \quad \text{Con } K = \frac{1}{4\pi\epsilon}$$

Ecuación 2. 1Ley de Coulomb (Fuente: Fundamentos de Electricidad, 2014)

El campo eléctrico es un campo de fuerza que se efectúa por la atracción y la repulsión de las cargas electricas que se generan por el flujo eléctrico. La distancia hace que este flujo crezca o decrezca. Cuando la carga negativa no tiene dirección donde seguir, el campo eléctrico por medio del conductor es 0, La fórmula matemática esta efectuada por el campo eléctrico es igual a la fuerza eléctrica en Newtons dividido por la carga en Culombios.

$$E = \frac{F}{q}$$

Ecuación 2. 2Campo eléctrico (Fuente: Georgia State University, 2017)



Figura 2.2 Campo eléctrico (Fuente: Georgia State University, 2017)

Un fenómeno físico es cuando un campo eléctrico externo es colocado, esto provoca el movimiento de los electrones que aplican el principio de repulsión hacia esa fuerza, todo esto provoca un desplazamiento neto a dirección del campo. Esto produce la corriente eléctrica que es causado por ese desplazamiento de la carga, lo cual son los electrones los que efectúan

parte en la corriente, se mide en Amperios. Un ejemplo es la corriente del río, por su flujo, si el agua está estática, igual así se puede detectar la electricidad, se puede detectar los electrones. La fórmula matemática se da en la corriente eléctrica es igual a la carga eléctrica sobre el tiempo. Como se puede demostrar en la siguiente fórmula donde: I es la intensidad en amperios, Q es la carga y t es el tiempo en segundos.

$$I = \frac{Q}{t}$$

Ecuación 2. 3 Intensidad de Corriente (Fuente: Fundamentos de Electricidad, 2014)

2.1.2. Fundamentos de magnetismo

“El magnetismo es la parte de la física que estudia los fenómenos relativos a los imanes y al campo magnético creado por estos, así como el comportamiento de los diferentes materiales sometidos a la acción de dicho campo.” (Carbonell, Flórez, Martínez, & Álvarez, 2017)

El campo eléctrico se produce por una carga puntual, así mismo una carga puntual, pero en movimiento produce el campo magnético, es una zona espacial que está alrededor de un imán que este mismo la perturba por sus propiedades, pueden representarse por líneas de campo donde cada punto se puede representar por un vector “B”. El campo magnético es proporcional a la velocidad de la carga y al seno del ángulo que existe entre las direcciones del radio y la velocidad.

Si en una región del campo magnético se introduce una carga que posee velocidad, sufre una fuerza, la cual es proporcional a “q”, que es la magnitud de la carga en coulombus, “v” que es la velocidad en metros por

segundos y al seno del ángulo que forman “B” y “v”, matemáticamente hablando:

$$F = q V * B$$

Ecuación 2. 4 Fuerza ejercida sobre una carga (Fuente: Aportaciones sobre el campo magnético, 2017)

La unidad de campo magnético, su unidad de medida es el tesla así, donde F es la fuerza ejercida que está en newtons, B en teslas. Se puede comprobar que existe el campo magnético con una brújula, la cual la aguja estará en dirección del campo B, es decir es perpendicular al campo magnético y del desplazamiento de la carga. Es de saber que la intensidad de la corriente y la longitud del conductor son proporcional a la fuerza del campo magnético sobre un conductor.

Los materiales se pueden clasificar de acuerdo a su comportamiento magnético, si este es fuerte o débiles, materiales como: diamagnéticos, ferromagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos y superparamagnéticos. Fue el científico Michael Faraday el cual descubre que si un material diamagnético se le acerca a cualquier polo de un imán fuerte será repelido, los materiales diamagnéticos son aquellos que tienen la propiedad de repeler los campos magnéticos, lo opuesto a los paramagnéticos que son atraídos en cambio por los campos magnéticos.



Figura 2.3 Grafito pirolítico (Fuente: Levitación diamagnética, 2012)

La corriente eléctrica puede generar un campo magnético que tiene forma de círculos concéntricos, este resultado va a derivar a la ley de Ampère tal y como se describe en la figura 2.4.

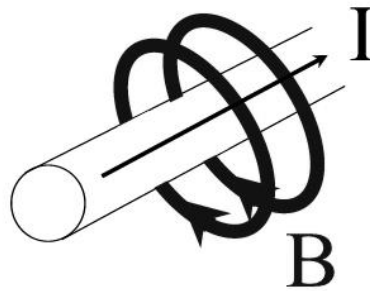


Figura 2.4 Campo magnético generado por una corriente eléctrica (Fuente: Física práctica, 2007)

Esta Ley fue descubierta por André Marie Ampère a mediados del siglo XVIII, esta ley permite calcular los campos magnéticos por medio de estas corrientes eléctricas. La fórmula matemática es expresada en:

La integral es la circulación de la línea del campo magnético a lo largo de la trayectoria, μ_0 es la permeabilidad del vacío, $d\vec{l}$ el vector tangente y I la corriente que atraviesa la superficie delimitada. El resultado será positivo o negativo dependiendo del sentido con que se atravesase la superficie.

2.1.3. Inducción de Campo Cercano (Magnética)

“La Inducción Electromagnética (IE) consiste en la generación de un campo eléctrico (voltaje, corriente) allá donde provoquemos un campo magnético variable con el tiempo.” (Rodríguez, 2006)

El ejemplo el generar un campo eléctrico en un material conductor, aparece una Fem, esto hará que se cree una fuerza, esta hará que el conductor genere una corriente que se convertirá en corriente eléctrica capaz de encender una bombilla de luz, un ejemplo sencillo para entenderlo son los imanes.

Fue el Físico Michael Faraday que vio este fenómeno de la inducción hace aproximadamente 190 años, con la teoría de si la electricidad puede producir magnetismo, de igual forma puede este generar electricidad, esto depende de la rapidez y el tiempo que se acerque o se aleje el imán a la espira y su polaridad tal y como se muestra en la figura 2.5:

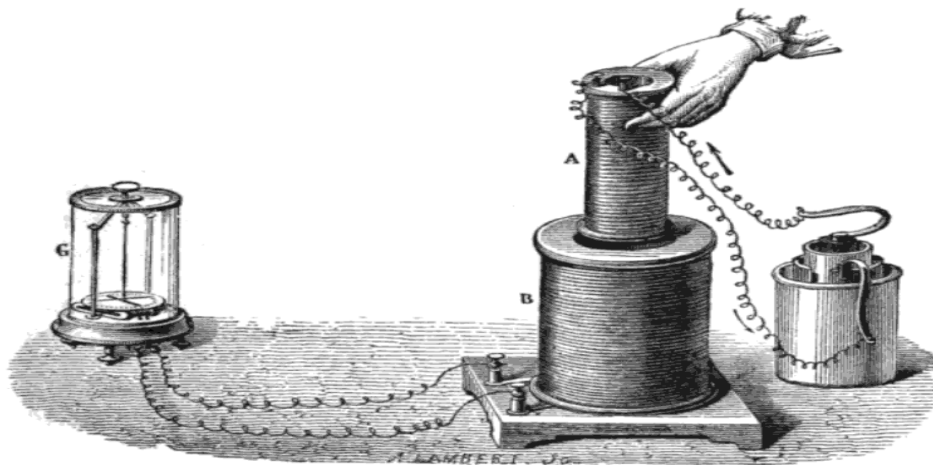


Figura 2.5 Experimento de Faraday (Fuente: Magnetism and electricity, 1892)

Un ejemplo actual es el generador eléctrico el cual hace la transformación de energía mecánica que es la energía del movimiento a energía eléctrica, donde el agua hace girar la bobina al liberarse, y a ser

presión, esto hace que puedan girar las bobinas, por lo tanto el movimiento logra producir energía eléctrica.

Esta teoría abrió paso a grandes descubrimientos, las ondas electromagnéticas como la luz, rayos X, señales de radio, la televisión, microondas, hoy en día poder recargar autos eléctricos por inducción, lámparas de inducción magnética, entre otros. Grandes empresas como Powermat, Ivolta, entre otros, combinan la inducción de campo con las funciones de comunicación y control, esto desata miles de posibilidades así la electricidad puede llegar rápidamente a cualquier dispositivo en un planeta donde la tecnología está en constante evolución.

2.1.4. Antecedentes de la transmisión inalámbrica de energía eléctrica

El pionero más importante en la realización de generadores eléctricos fue: Nikola Tesla, esto se suscitó a finales del siglo XIX, el intento de transmitir electricidad sin cables por medio de picos de corriente, apostaba aún más que sería capaz de enviar energía para todo el planeta, aquí es donde nace sus famosas bobinas, la cuales fueron implementadas en Colorado Springs, Estados Unidos y Long Island, desafortunadamente por falta de fondos liquidó el proyecto. Con gran visión Tesla pensaba que el Estado debía apostar en el desarrollo tecnológico, lo cual ahora es una realidad.

“Si queremos evitar una catástrofe inminente y un estado de cosas que puede transformar este planeta en un infierno, deberíamos impulsar el desarrollo de máquinas voladoras y la transmisión inalámbrica de energía sin demora, y con todo el poder y los recursos de la nación.” (Tesla, 1917)



Figura 2.6 Torre de Tesla (Fuente: BBC News, 2019)

En la guerra fría se retomó la idea de Tesla, transmitir electricidad de forma inalámbrica, el ejército de los Estados Unidos desarrollo el proyecto RAMP, que comprendía en colocar una plataforma de observación a gran altura. Proyectos siguientes como el de Peter Glaser de proveer energía eléctrica por medio de un satélite por medio de energía solar en 1968.

Raytheon Corporation que es una corporación industrial y contratista de defensa de los EUA, que logra en 1975, transmitir potencia de 30 kW por medio de un rayo dirigido a una distancia de 1.6 km.

2.2.1. Definición de la transmisión inalámbrica de energía eléctrica

Con los antecedentes expuestos comprendemos que siempre estamos rodeados de ondas de energías, de la red eléctrica ya que está en el aire. La globalización, el uso y la evolución de dispositivos eléctricos es lo que nos trae la transmisión inalámbrica de energía, ejemplos claros son los teléfonos celulares que cada vez salen nuevos modelos, formas de ellos con diferentes tipos de baterías recargables, otros dispositivos eléctricos como las consolas de videojuegos, los controles eléctricos, las cámaras fotográficas, los autos eléctricos, modelos híbridos, La idea de dejar el uso de las pilas que era antes

lo más utilizado. Este uso de baterías les da la autonomía a los aparatos de movilizarlos a placer, pero esa misma necesidad de estar conectado a la red eléctrica los limita, porque al momento de finalizar la carga de la batería debe recargarse.

En si la transmisión inalámbrica de energía es tal cual el nombre, es la transferencia de la energía través del aire, lo cual lo hace por señales de radiofrecuencia, es la potencia eléctrica en sí, desde una fuente de alimentación hasta una carga, un ejemplo es la transmisión de las señales del Wi-Fi.

Cuando una señal no transporta datos, puede hacerlo con la energía, en contacto cercano entre la estación y el dispositivo.

En Massachusetts, el Instituto Tecnológico logran el experimento de iluminar una bombilla de 60 vatios de forma inalámbrica, usando el fenómeno de acoplamiento resonante a una distancia considerable, a consecuencia de esto empezó la comercialización de este producto como cargadores inalámbricos de vehículos eléctricos o también como cargadores de laptops o celulares sin la necesidad del cable. La expectativa a futuro que la mayoría de los autos sean eléctricos el facilitar la carga de los autos en los estacionamientos, todos estos proyectos buscan un mundo más eficiente.

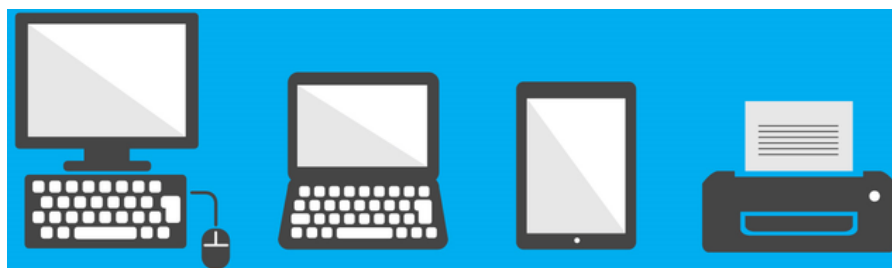


Figura 2.7 Aparatos electrónicos (Fuente: NRDC, 2013)

Como podemos ver en la figura 2.7 los primeros dispositivos que se podían cargar de manera inalámbrica eran por medio del fenómeno físico de

la inducción magnética, la finalidad es buscar eliminar la necesidad de cables, porque así se hace más sencillo y seguro el uso de los aparatos electrónicos, así se evita el riesgo de cortocircuitos de los cargadores o aparatos electrónicos, de esta forma al no usar cables de cobre ayudaría al medio ambiente. Ciudades inteligentes donde se utiliza la tecnología 5G, aquí sistemas sincronizados de software, sensores, robots con inteligencia artificial y dispositivos para poder optimizar las tareas de la ciudad.

2.2.2. Métodos transmisión inalámbrica de energía eléctrica

Existen tres métodos para poder realizar una transmisión inalámbrica: inductivo, capacitivo y ondas de radio.

Transferencia inductiva de energía: Se enfoca en el uso de un campo magnético, el cual es generado por una corriente eléctrica para así poder inducir corriente en un segundo conductor, un ejemplo práctico serian con bobinas, que la primera esté conectada a una fuente de energía, a raíz de esto se transmitiría a las siguiente, pero tiene que estar a pocos metros de aquella para que pueda transmitirle el voltaje es el método más conocido y usa el principio de acoplamiento electromagnético, este método no funciona a grandes distancias ya que no podría traspasarse el voltaje. En la figura siguiente se puede observar el funcionamiento inductivo:

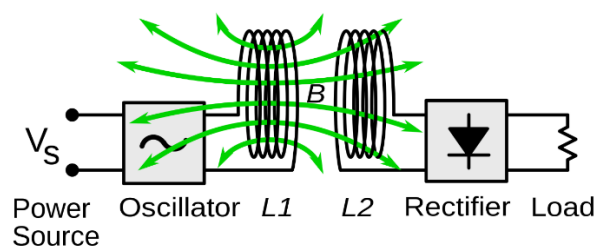


Figura 2.8 Transferencia inductiva de energía (Fuente: Chetvorno Wireless power system, 2014)

Transferencia capacitiva de energía: Esta transferencia se realiza por medio de la inducción electrostática entre las placas de un condensador, este método no es tan conocido por la distancia, ya que si tienen un espacio de más de un milímetro esta empieza a dar fallas, es ineficiente.

Transferencia de energía a través de ondas de radio: Le hace honor al nombre porque usa antenas para emitir y recibir las señales de radio, este método tiene la ventaja que funciona a largas distancias, hasta poder llegar a varios kilómetros, por eso es utilizado en electrónica y telecomunicaciones para el estudio de estas transferencia de radio, al poder tener tanta distancia lo hace muy práctico, por eso es el método utilizado para recibir o transmitir energía a satélites que están en la órbita terrestre.

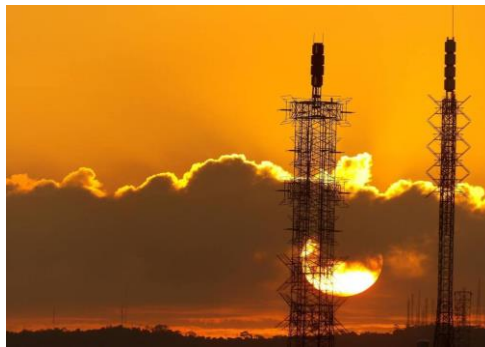


Figura 2.9 Transferencia de energía a través de ondas de radio (Fuente: El Universo, 2020)

2.3.1. Historia de la Aerovía (Teleférico)

“El transporte por cable es un instrumento adecuado, en ocasiones el único, para resolver determinadas necesidades de transporte.” (Arcay, Ordax, & Bugarín, 2011)

El teleférico, el transporte por cable ha sido utilizado por centenares de años, no es una idea nueva, se lo usaba con la finalidad de transportar alimentos, mercancía, personas y animales, se lo usaba en antiguas civilizaciones como los incas en Perú, también como en la China, India e

Japón. La situación para construir un transporte por cable era un río, zonas montañosas o un barranco. Uno de los primeros teleféricos para transportar personas fue en las regiones montañosas. La idea fue por medio de cables templados y soportes a lo largo de su recorrido mover estos transportadores, así de este modo se movilizaban de forma rápida y sin la necesidad de tocar el suelo. Fue en el siglo XVI donde hace su aparición en Europa, apariciones de teleféricos en 1866 en Schaffhausen, en 1905 los alemanes curiosos por estos proyectos empezaron sus estudios, fue a finales de la primera guerra mundial que existía aproximadamente 2700 teleféricos tanto de uso militar o civil. El deporte del esquí hizo su parte, ahora se construirían teleféricos modificados y especializados para campos de nieve se suscitó en 1933, países que adaptaron este deporte fue Francia, Austria y otros países europeos.



Figura 2.10 Telesquí 1933 (Fuente: LEITNER, 2021)

Fue revolucionario los años más importantes para su desarrollo fue desde 1955 hasta 1975 en Europa y Estados Unidos, con un aproximado de 240 instalaciones en un solo años, luego se suma Japón, Escandinavia, en el pasar de la historia compañías se ejercieron para dar el servicio de

construcción de transporte por cable, hoy existen tres grandes compañías, donde cada compañía posee sus variantes de diseño.

Los teleféricos tienen sus diferentes clases que las constructoras los definen como: telecabina, telebén y telesilla.

Telecabina: Es de movimiento unidireccional, es un remonte de movimiento continuo, normalmente las cabinas son cerradas, pero también pueden ser abiertas, la telecabina más larga del mundo tiene 9 kilómetros



Figura 2.11 Telecabina Gold Gondola Zlatibor (Fuente: ABC, 2021)

Telebén: La diferencia que nos son cabinas sino cestas, donde el transportar personas estas estarán de pie.

Telesilla: Como lo menciona el nombre es exactamente similar, solo que los vehículos son sillas como se puede observar en la figura 2.12.



Figura 2.12 Telesilla en Vallter (Fuente: Ivan Sanz, 2018)

2.3.2. Clasificación de las instalaciones de los transportes por cable

Existen tres tipos principales de cables que se utilizan para las instalaciones:

- ❖ Portante: Es la vía de circulación, es el carril.
- ❖ Transportador: Es aquel que posee la fuerza para el movimiento, soporta la carga, por eso existe un peso máximo.
- ❖ Tractor: Es el encargado de transmitir la fuerza para el movimiento, y como dice el nombre hace la tracción para que se movilicen las cabinas.

2.3.3. Clasificación de las instalaciones de los transportes por cable según tipo de cables

Los teleféricos también según la clasificación de cables se dividen en:

- ❖ Teleféricos Bicables: Es el uso de dos tipos de cables como cables tractores y portadores, donde la cabina es impulsado por uno de los cables tractores. La finalidad es que posea dos finalidades el sustentar

y transmitir la carga de tracción. Es muy utilizado en la construcción ya que por su sistema tiene gran resistencia al viento.

- ❖ Teleféricos Monocables: Solo se da el uso de los cables transportador, hace la función del cable portante, también del cable tractor que se conectan al anillo de cable, se da el caso que pueda existir doble anillo, la ventaja es la elevada capacidad de transporte y también su resistencia ante el viento.
- ❖ Teleféricos funiculares: Únicamente se usa el cable tractor, que emite la fuerza para que se mueva la cabina, su inconveniente es la exigencia del terreno que debe atravesar
- ❖ Teleférico con vehículos automotores: El uso del cable portante, aquí la cabina circula sobre uno o más cables portantes que está impulsado por un automotor autónomo, esto permite que sea más simple el movimiento, pero al poseer ese motor, la preocupación de la falla del motor es lo que ha hecho que no se haya extendido este tipo de teleférico, donde se lo usa más como cabinas de rescate para otros modelos de teleféricos.

Dependiendo del modelo de transporte este puede ser aéreo que este hecho por cables que están suspendidos en el aire o de forma terrestre que es una pista condicionada sobre el terreno.

2.3.4. Finalidad del transporte por cable con las personas en las ciudades

Los teleféricos en la historia su función ha sido facilitar las labores al ser humano, en cualquier índole, enfocado este servicio con las personas podemos enfocarnos primero en el tipo urbano, donde sectores se les facilita poder reunirse o las distancias entre personas que vivan en sectores,

cantones diferentes, donde se acorta el tiempo en transportación y si tiene algún costo normalmente es menor comparado a los transportes privados como los taxis. También estos mismos transportes tienen su finalidad turística, al ser nuevo, novedoso para una ciudad causa este impacto y se convierte en un atractivo turístico, normalmente se busca que los puntos de instalaciones sean lugares de fácil acceso y que posean sectores llamativos cercanos sean parques, museos, lugares comerciales que sea atractivo tanto para los turistas como para las personas nativas. Las que están ubicadas en montañas tiene su finalidad deportiva ya que trasladan a estos deportistas y por último también cumple su función de transporte laboral, al transportar a trabajadores que en honor al tiempo y costo lo utilicen para poder transportarse de manera más eficiente a sus plazas de trabajo.



Figura 2.23 TransMiCable (Fuente: EFE, 2018)

2.4.1. Proyecto General del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía)

“La movilidad y el desplazamiento generan en el espacio público nuevas formas de representación y prácticas culturales (identidad) nuevas formas de territorialidad (pertenencia) y por tanto reconocimiento (integración

social).” (M., 2015). Entendiendo que el espacio público es esencial para que se produzca la movilidad.

Al rededor del mundo muchos países tienen su sistema de Transporte por Cable, en Quito Ecuador lo posee, esta parte se va a enfocar en este medio de transporte innovador en la ciudad de Guayaquil denominado Aerovía, que sería su segundo medio de transporte público en primer lugar está el servicio de la “metrovia” que sus puntos de recorrido están distribuidos en toda la ciudad.

“La Fundación Municipal Transporte Masivo Urbano de Guayaquil, es una persona jurídica de derecho privado y sin fines de lucro con el objeto de impulsar permanentemente, así como administrar y regular en forma coordinada el Sistema Integrado de Transporte Urbano Masivo de Guayaquil.” (Metrovia, 2021)

Siendo así, la elaboración del proyecto Aerovía de Guayaquil se empezó a formar en el 2014, que es un sistema de transportación publica aerosuspendido que el proyecto está constituido en conectar a las ciudades de Guayaquil y de Duran donde las municipalidades trabajaron en conjunto bajo los principios de Corresponsabilidad y Complementariedad, principio de Lealtad Institucional, entre otros principios que están estipulados en el Código Orgánico Administrativo.

La Aerovía dispone de cinco estaciones, cuenta con un total de 154 cabinas, las cuales tienen una capacidad de máximo de diez pasajeros. Por motivo de Pandemia tiene un aforo máximo entre cinco a seis personas. Los datos del Municipio de Guayaquil nos dan a conocer que el recorrido tiene un trayecto de 4100 metros, con un aproximado de tiempo de 15 minutos. Posee

cinco estaciones: Estación Duran, estación Malecón 2000, Estación Julián Coronel, Estación Parque Centenario y la estación que funciona como cambio de rumbo en el Cerro del Carmen.



Figura 2.14 Aerovía (Fuente: Municipio de Guayaquil, 2020)

El proyecto que se puede observar en la figura 2.14 tiene un costo total aproximado de \$134 millones de dólares americanos, antes de empezar la construcción la ciudad tuvo un análisis de 6 meses. La tecnología y la ruta utilizada en la aerovía asegura la empresa francesa contratada Poma que es la mejor para el proyecto.

El precio de pasaje es de \$0.70 centavos de dólar, funciona con un horario de 5:00 am hasta las 11:00 pm, todo el recorrido esta monitoreado en tiempo real, todo queda grabado, viene en cada cabina un sistema de botones de pánico, parlantes.

Tiene un sistema de seguridad integrado en caso de sismos, si llega ocurrir las cabinas se detendrían automáticamente, a más de eso las pilonas refiriéndonos a las torres son antisísmicas, alrededor de ellas están bases para poder protegerlas de algún golpe o impacto

Un plus adicional lo tienen los usuarios al llegar a Duran que pueden utilizar buses urbanos de dos cooperativas sin precio adicional. La aerovía convierte a Guayaquil como la primera de Latinoamérica de tener un teleférico que cruza un río, específicamente el río Guayas

2.4.2. Contratistas, misión y visión del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía)

En el concurso realizado de la Municipalidad, las empresas contratistas acreedoras son dos:

Sofratesa: una empresa con una experiencia de 30 años trabajando en la región, líder en diseño, construcción, instalación, operación y mantenimiento de infraestructuras de alta tecnología en el área aeroportuario, ferroviario y de transporte por cable.

Poma: Líder en transportes por cable, reconocido mundialmente por soluciones eficientes y eco responsables.

Misión: “Transportar de manera segura, comfortable, ágil, eficiente, inclusiva, amigable con el ambiente y asequible a los Durandños y Guayaquileños.” (Aerovia, 2020)

Visión: “Convertirnos en la primera opción de transporte de los ecuatorianos, contribuyendo al progreso y desarrollo de las ciudades.” (Aerovia, 2020)



Figura 2.15 Placa de fabricación Poma (Fuente: Autor)

2.4.3. Objetivos del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía)

“El urbanismo es, en la actualidad, una perspectiva global e integradora de todo lo que se refiere a la relación del hombre con el medio en el que se desenvuelve y que hace de la tierra, del suelo, su eje operativo.” (Fernández)

El urbanismo hace referencia a la competencia tradicional de los Municipios que forma parte de los GAD (Gobierno autónomo descentralizado) han sido encargados, por medio del principio de descentralización, por parte del Estado Central.

Con tal definición los objetivos urbanos mencionados a continuación:

- ❖ Conserva la buena imagen pública del sistema de transporte Aerovía de Guayaquil que opera en el centro urbano por cable.
- ❖ Empotramiento de la torre de la estación en pórtico sobre la Av. Quito

Objetivos de transporte:

- ❖ Conectar la zona de peatones a los pasajeros del servicio de la Metro vía con la estación parque centenario de la aerovía de Guayaquil.
- ❖ Diligenciar el flujo de la zona peatonal y de vehículos que transitan en dicha área urbana.

2.4.4. Equipamientos e infraestructura para proveer por el contratista para cumplir con los objetivos

Planificación de integración:

- ❖ La zona de llegada de usuarios y espera de transportes y una zona de parqueadero de servicios de taxistas.
- ❖ Vías para pasajeros que brinden garantía en la segura y buena circulación de los pasajeros desde la zona del parqueadero que se ubica en el Malecón 2000 y la zona del piso número 1.
- ❖ Eficiente accesibilidad a transportes “técnicos” y transportes para emergencias
- ❖ La zona de paso peatonal partiendo desde el sistema de transporte Metrovía.

2.4.5. Recorrido del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía)

El recorrido empieza en la ciudad vecina de Duran, dicha estación cuenta con un parqueadero integrado con capacidad para 250 vehículos, y la facilidad de los usuarios para el uso de buses sin costo, esto sea cubierto por el municipio de Duran.

Continuando el recorrido al pasar de la estación de Duran se llega a la estación del Malecón 2000, que está ubicada frente al atractivo turístico “La Perla”, luego está la estación denominada Julián Coronel, que está a la altura

del inicio de la Avenida Quito, y para culminar el recorrido encontramos la estación del Parque Centenario, que está ubicada en el centro de Guayaquil justamente en la misma calle principal de la avenida Quito y la avenida 9 de Octubre, como se puede apreciar en la imagen 2.16 a continuación por parte de la revista “El universo”.



Figura 2. 3 Recorrido Aerovía (Fuente: El Universo, 2020)

2.4.6. Características de la Instalación del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía)

Las características específicas las encontramos en el documento del Municipio del: “Proceso de selección del aliado estratégico para realizar los diseños definitivos, suministro, construcción, montaje, puesta en funcionamiento, financiamiento y operación del sistema de transporte público aerosuspendido para la ciudad de Guayaquil (Primera Fase Guayaquil-Durán)”. (Guayaquil, 2016)

La cual a continuación describe las características de la instalación:

Tabla 2. 1 Características de la Instalación del Transporte por Cable Aerovía

| CARACTERÍSTICAS | |
|-----------------------------------|---|
| Tipo de instalación | Telecabina monocable desembragable |
| Estación Durán | <ul style="list-style-type: none"> - Estación retorno / tensión para la sección Duran – Malecón 2000. - Una inserción preliminar de la estación esta propuesta en los planos de trazado en planta adjunto en anejos. En su propuesta, el contratista podrá proponer ligeros cambios en la huella de la estación, por lo tanto que estos cambios no llevan a ninguna compra de terreno adicional. |
| Estación Malecón 2000 | <ul style="list-style-type: none"> - Doble estación motriz: - Estación motriz para la sección Duran – Malecón 2000. - Estación motriz para el tramo y Malecón 2000 – Julián Coronel – Parque Centenario. <p>Las dos secciones deberán ser sincronizadas y para garantizar una óptima flexibilidad de operación, debe permitir un funcionamiento en modo acoplado entre Duran hasta el Parque Centenario o en modo desacoplado entre las secciones Duran – Malecón 2000 y Malecón 2000 – Julián Coronel – Parque Centenario.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Una inserción preliminar de la estación esta propuesta en los planos de trazado en planta adjunto en anejos. En su propuesta, el contratista podrá proponer ligeros cambios en la huella de la estación, por lo tanto que estos cambios no llevan a ninguna compra de terreno adicional. |
| Estación Julián Coronel | <ul style="list-style-type: none"> - Estación intermedia de Paso simple con ángulo. La forma de desviación del cable dependerá de la tecnología propuesta por la empresa constructora o fabricante. - Una inserción preliminar de la estación esta propuesta en los planos de trazado en planta adjunto en anejos. En su propuesta, el contratista podrá proponer ligeros cambios en la huella de la estación, por lo tanto que estos cambios no llevan a ninguna compra de terreno adicional. |
| Estación Parque Centenario | <ul style="list-style-type: none"> - Estación de Retorno / tensión de la sección Malecón 2000 – Julián Coronel – Parque Centenario. - Una inserción preliminar de la estación esta propuesta en los planos de trazado en planta adjunto en anejos. En su propuesta, el contratista podrá proponer ligeros cambios en la huella de la estación, por lo tanto que estos cambios no llevan a ninguna compra de terreno adicional. |

| | |
|--|--|
| GRUPOS MOTORES | |
| Configuración | De acuerdo a diseño del fabricante siempre que garantice la disponibilidad exigida y no sobrepase los niveles de ruido exigidos. |
| SISTEMA DE TENSION | |
| Sistema de tensión | Hidráulico |
| Tensión nominal estimada | De acuerdo a diseño del fabricante |
| GEOMETRÍA DE LA LÍNEA | |
| Referirse al trazado en planta y en perfil en el anexo | |
| DESEMPEÑO | |
| Capacidad de Transporte | 2 600 usuarios por hora y por sentido |
| Capacidad por Vehículo | 10 usuarios sentados |
| Sentido de marcha | a ser definido por el constructor |
| Velocidad | Máximo de 5m/s |
| Velocidad de evacuación | 1 m/s |
| Cantidad de Vehículos | Según cálculo del constructor + 3 de reserva. |
| CABLE PORTADOR/TRACTOR | |
| Diámetro nominal | Parámetro a ser definido por el constructor |
| Calidad del acero | Galvanizado |
| Naturaleza del interior | Compacto |
| Otro | Debe ser mínimo con torones compactados. Diámetro de cable igual para tramo 1 como tramo 2 para efectos de compatibilidad de las partes y vehículos. |
| GARAJE DE CABINAS | |
| Ubicación | Según elección del constructor. |
| Modo de funcionamiento | Automático |

Fuente: (Municipio de Guayaquil, 2020)

2.4.7. Características de las Estaciones del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía)

Las características fueron realizadas bajo los parámetros del estudio de factibilidad que consistían en respetar las exigencias funcionales, requisitos de performance y de calidad general.

“Un sistema de cable permite unir los barrios y acercar a los habitantes.”
(Guayaquil, 2016)

Esto constituye un plus de entorno, en un nuevo modo de transportarse, ayuda a crear una mejor imagen a la ciudad, opacando los impactos negativos que esta haya tenido, y funciona como un atractivo turístico al ser un transporte por cable que cruce un río. Las estaciones tienen una gran importancia al formar parte de esta transformación.

Las estaciones están enfocadas en las siguientes características:

- ❖ Diseño arquitectónico innovador
- ❖ Funcionalidad
- ❖ Integración con el entorno urbano
- ❖ Inter-modalidad
- ❖ Accesibilidad

2.4.8. Conceptos generales para las estaciones del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía)

Estas estaciones para los pasajeros se dividen en las estaciones terminales que están ubicadas en los extremos y las estaciones intermedias, cada una cumple una funcionalidad, mientras que las estaciones terminales acumulan pasajeros y son intermodales, las estaciones intermedias sirven para las personas que están en ruta.

Estaciones terminales: Al estar colocada en los extremos donde los usuarios desembarcan y suben nuevos pasajeros, la ruta nuevamente empieza, pero con sentido contrario.

“Los esquemas siguientes, presentan principios de ordenamiento que ilustran las volumetrías mínimas requeridas para las estaciones terminales.”
(Guayaquil, 2016)

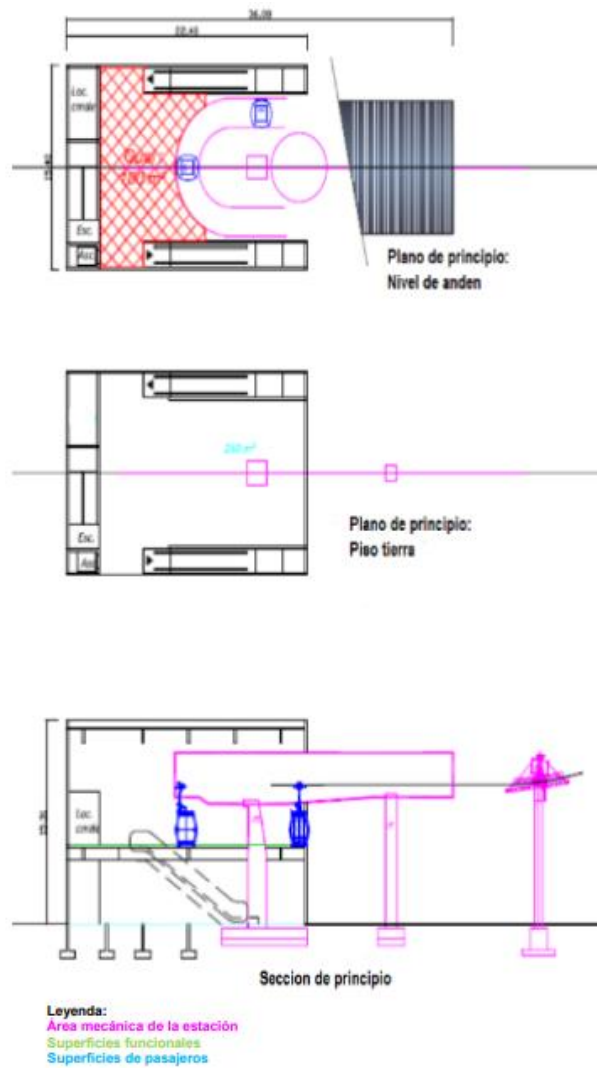


Figura 2. 17 Grafico “Estación Terminal” (Fuente: Municipio de Guayaquil, 2016)

Así se da una idea para poder cuantificar las necesidades considerando las cargas finales, teniendo en cuenta que el número de personas que entren y salgan de las terminales pueda ser mayor.

Estaciones Intermedias:

Al referirnos a las estaciones intermedias, son los puntos de desembarques o continuar con el trayecto. Donde el tiempo máximo de espera de 20 segundos con la intención de no deteriorar el tiempo de viaje o provocar demoras en los pasajeros recordando sus finalidades laborales de la Aerovía.

“El ordenamiento de los andenes deberá impedir el efecto de la masa desorganizada en las horas punta, lo que puede afectar la velocidad del sistema.” (Guayaquil, 2016)

Para evitar la congestión en las horas de tráfico menos fluido estas estaciones intermedias son organizadas sobre 2 o 3 niveles, para poder generar espacios urbanos en la planta baja para colocar los puestos comerciales, cajas y los terminales de control y los andenes superior las escaleras, escaleras mecánicas ascendente y un ascensor para las personas con movilidad reducida.

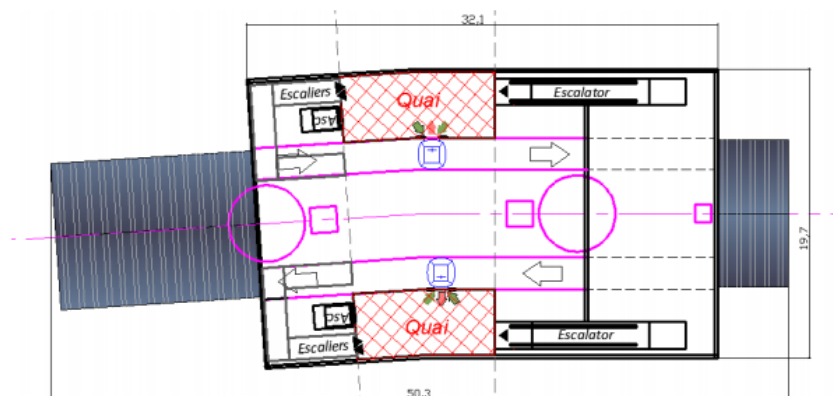


Figura 2. 18 Grafico “Estación Intermedia” (Fuente: Municipio de Guayaquil, 2016)

2.4.9. Conceptos de Arquitectura y de Acceso del Transporte por Cable en Guayaquil (Aerovía)

El proyecto está compuesto por 4 estaciones receptora de usuarios y 1 estación técnica, que están implementadas para cubrir todos los servicios de transporte de la forma más eficaz y eficiente para el traslado.

“Cada estación se localiza en un lugar en particular para satisfacer y completar la demanda de clientes pasajeros y admitirles la selección del método de transporte a usar.” (Guayaquil, 2016)

La empresa fue la encargada de diseñar, construir y garantizar la construcción de forma armoniosa con el entorno de la ciudad y que contenga arquitectura innovadora.

Sus principales enfoques son:

- ❖ La correcta adecuación de las redes varias impactadas.
- ❖ La correcta adecuación de las obras complementarias justificadas.
- ❖ El contratista es el encargado del diseño, la implementación de las obras necesarias para la integración, accesibilidad e inter-movilidad de los diferentes modos de transporte.
- ❖ El contratista de igual forma deberá garantizar el acceso para los usuarios que presenten alguna discapacidad o movilidad reducida.

2.4.10. Cabinas de movilización

2.4.10.1 Formato

Las cabinas para los usuarios tienen una capacidad de 10 personas, un mínimo de 8 personas sentadas con un diseño ergonómico, con la finalidad de acceso a las personas con movilidad reducida, para esto se da una correlación entre los niveles del suelo, para los usuarios con silla de ruedas o

los coches para bebés, con la ayuda de la plataforma de embarque y desembarque en cada una de las paradas, las puertas estarán abiertas en su totalidad para permitir el desembarque y embarque de las personas, recordando los 30 segundos de tiempo a disposición. La altura de la cabina es aproximadamente 1,90 metros en altura y con un peso aproximado máximo de 75 kilogramos.

Cada cabina está acondicionada con asientos abatibles, sistema de ventilación de dos entradas por cada cabina, incluido un mecanismo automático de apertura y cerradura de las puertas, incluidos un dispositivo de bloqueo de emergencia de manera interna para que ningún usuario pueda salir del interior de la cabina. Incluido indispensable un sistema de iluminación para los horarios de jornada nocturna. Para ello se presenta una fuente de iluminación adecuada con la cualidad de autonomía suficiente para abastecer la iluminación de las cabinas en el horario de la jornada nocturna.

La iniciativa se da en que por medio de los paneles solares podrá alimentarse la carga, por medio de paneles, reguladores de carga y acumuladores. Donde se pueden estipular otros sistemas de alimentadores.

También disponer un sistema de suspensión que otorgue el confort y evitar los golpes entre las partes metálicas de las que está compuesto, para eso la implantación de amortiguadores colocados entre la cabina y la suspensión con la finalidad de mantener la vida útil de los materiales.



Figura 2. 19 Cabinas de la Aerovía (Fuente: El Universo, 2020)

Los vidrios como se puede ver en la figura 2.19 fueron implementados con material sintético transparente, con filtro de protección y resistencia ante los rayos UV, con la facultad de ser impermeables a la intemperie para evitar la entrada de agua en cualquier momento que llueva en la ciudad.

2.4.10.2. Vitraje de las cabinas

Los cristales implementados en las cabinas tienen la funcionalidad de proteger a los usuarios de los rayos ultra violetas, y el grado se adecua con las condiciones exigidas de ventilación y de ambientación dentro de la cabina.

Para esto el material debe ser sintético transparente, que cuente con el filtro respectivo de protección y que este acondicionado para resistir el deterioro de los rayos ultravioletas de forma diaria.

Respecto a la fijación debe evitar todo riesgo de pérdida o desprendimiento al ser forzado o por la dilatación causada por las altas temperaturas.

Al interior de las cabinas las paredes deben ser de material metálico con la finalidad de limitar la visualidad y así proteger el vitraje de los golpes causados de forma involuntarios por los pasajeros a bordo.

2.4.10.3. Transbordador de servicio y accesorios

La existencia de un transbordador con la finalidad de garantizar el transporte de material pesado y para el mantenimiento del sistema, este transbordador debe contar con amarre y suspensión para cumplir con las actividades, con un peso estimado no menos de 700 kilogramos en su interior.

Su finalidad específica es culminar de manera eficaz y eficiente las maniobras como es el cambio de poleas de las torres, el cambio así de poleas de las estaciones, inspecciones y rutinas de los mantenimientos generales.

2.4.10.4. Suspensiones de las cabinas

Estas deben estar galvanizadas y poseer un mínimo de soldadura. Tanto las pinzas, como las suspensiones van junto con las cabinas.

Están diseñadas de forma que las oscilaciones que se den en las cabinas sean mínimas, que no se sientan, estos ángulos altos de oscilación deberán estar dentro de los márgenes de los gálibos de seguridad y para la comodidad de los usuarios.



Figura 2. 20 Suspensión aérea de las cabinas (Fuente: Autor)

2.4.10.5. Utensilios desembragables

Deben estar hechas para que su mantenimiento sea mínimo, y con buen tiempo de uso de vida, donde su condicionamiento o mantenimiento en engrasado debe ser tal que no genere despliego de grasa encima de otras cabinas.

Donde todos los puntos de movilidad puedan ser lubricados sin tener la necesidad de descomponerla, los elementos desgastados deben estar hechos para una reposición y condicionamiento en periodos extensos de tiempo, y que no llegue a mayores que traigan como consecuencia desarmar los utensilios o pinzas.

La estructura, las uniones, y los empalmes será tratados contra el óxido en todo momento, así se mantendrá todo el tiempo sin perjudicar la fiabilidad, seguridad y la vida útil de los utensilios.



Figura 2. 21 Simulacro de Rescate en las Cabinas de la Aerovía (Fuente: El Universo, 2020)

2.5.1. Fundamentos de la electromagnética

2.5.1.1. Ley Faraday

Conociendo que los campos pueden ejercer fuerza sobre las corrientes eléctricas y las cargas que estén en movimiento, en la electromagnética los campos magnéticos pueden inducir fuerzas electromotrices, que estas generan corrientes. De referencia a Faraday con su ley donde la fuerza electromotriz por medio de un campo magnético es inducida en su conductor cerrado, esto da como resultado a la razón de cambio de flujo magnético sobre el tiempo que se da la superficie formada por el conductor.

$$\varepsilon \frac{d\Phi}{dt}$$

Ecuación 2. 5Ley de Faraday (Fuente: Khan Academy, 2017)

Nos referimos a la fuerza electromotriz, también conocida como FEM, es la diferencia de potencial a través de la espira descargada, cuando la resistencia es alta. En la práctica es normal pensar que la fuerza electromotriz es equivalente a un voltaje por lo tanto estas son medidas con los volts.

2.5.1.2. Ley Lenz

Esta ley fue realizada y descubierta por Heinrich Lenz en el año de 1833, donde se da por una consecuencia del principio de conservación de la energía aplicando a la inducción electromagnética, mientras que Faraday nos menciona la fuerza electromotriz, Lenz nos da a conocer la dirección en la cual fluye la electricidad, corriente, así establece que la corriente es negativa,

o se opone al cambio de flujo que la causa. Es decir, va siempre a sentido contrario, cada campo magnético producido la corriente va a dirección contraria

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Ecuación 2. 6 Ley de Lenz (Fuente: Khan Academy, 2017)

2.5.1.3. Autoinductancia

Por medio de un campo magnético, una bobina se auto induce fuerza electromotriz gracias a la corriente que se generó dentro de ella, al circular esto produce la relación entre el flujo y la corriente gracias al flujo que atraviesa la bobina, es también conocida como Autoinductancia.

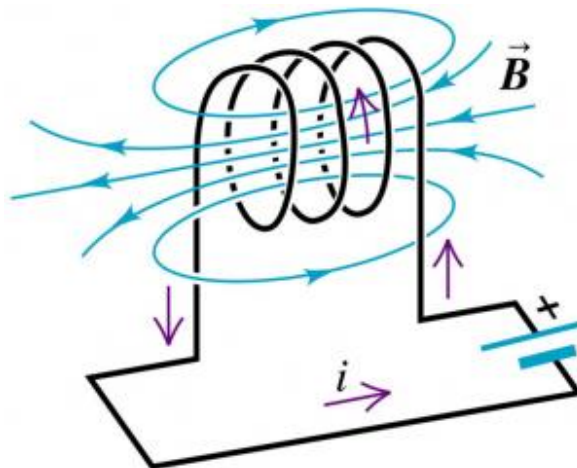


Figura 2. 22 Autoinductancia (Fuente: Miniphysics, 2015)

2.5.2. Transferencia de energía por medio de la magnética

“Una bobina o inductor es un componente pasivo del circuito eléctrico, su función es almacenar energía en un campo magnético a través de un fenómeno conocido como autoinducción.” (Porto & Merino, 2009)

La energía que es almacenada por el inductor se la puede calcular usando la Ley de Faraday, pero debe estar primero un circuito y este alimentado con una corriente directa considerando “P es igual VI”.

$$V = \frac{d\Phi(t)}{dt}$$

$$P = \frac{d\Phi(t)}{dt} I(t)$$

$$W = \int I(t)\Phi(t)dt$$

Ecuación 2. 7 Transferencia de energía (Fuente: Álvaro Rodrigo Benavides Salvá, 2018)

Se puede llegar al punto que la corriente y el flujo varíen con el tiempo, porque el tiempo es variable en un circuito de CD, a raíz de esto se da la siguiente formula: “ $W = \frac{1}{2} LI^2$ ”.

Donde encontramos a W en Joules, L en henrys y I está en amperes. Esto produce que la energía almacenada por medio de los inductores forme campos magnéticos, que es en sí la energía magnética.

2.5.3. Acople magnético

Lo denominamos de esta forma al fenómeno físico que se produce por el paso de una corriente eléctrica variable en tiempo, por medio de una bobina y esto causa una diferencia potencial en los extremos de las otras bobinas que están en el circuito, cuando se produce de forma aleatorio o involuntariamente se le denomina diafonía.

Es también conocido como coeficientes de inducción mutua al estar ambos dispositivos acoplados magnéticamente, la tensión inducida en una bobina es proporcional a la corriente de la bobina que la induce, el coeficiente de inducción mutua se lo expresa por la letra M, donde la expresión es:

$$M \leq \sqrt{L_1 L_2}$$

Ecuación 2. 8 Acople Magnético (Fuente: Álvaro Rodrigo Benavides Salvá, 2018)

Donde L, son las bobinas que están en inductancia, aquí dependiendo del signo de la posición del terminal de referencia de las bobinas con respecto a las corrientes que pasan por ellas.

2.5.4. Resonancia eléctrica

“La resonancia es un fenómeno que ocurre en un sistema físico que presenta una frecuencia característica de vibración cuando recibe un estímulo externo en forma de vibración de esa misma frecuencia.” (Hoyo, 2008)

La resonancia eléctrica se da en los circuitos eléctricos, cuando estos poseen un máximo local y la frecuencia es igual o cercana a este máximo. También sucede cuando la impedancia en la entrada y la salida son casi cero, aparte la función de transferencia se acerca al uno. Pueden darse el circuito resonante en paralelo o el circuito resonante en serie.

2.5.4.1. Circuito resonante en serie

Es el circuito modelo su característica es que solo tiene una resistencia, una inductancia y una capacitancia en serie al nombre donde su fuente de poder es voltaje E.

Cuando la frecuencia aumenta las reactancias inductivas, esta hace que las reactancias capacitivas disminuyan como causa de efecto.

En el circuito en serie las tensiones tanto de la bobina y el condensador son iguales y su fase es opuesta, y son Q veces superiores a la tensión que le es aplicada, llamando Q como el factor de calidad.

El factor de calidad es el índice de ganancia en tensión que se da por el fenómeno de resonancia, o se lo conoce también como tensión, la ventaja de este circuito es el favorecimiento de la transmisión de una señal senoidal a una frecuencia dada.

2.5.4.2. Circuito resonante en paralelo

De igual forma que el circuito resonante en serie se puede llegar a neutralizar una susceptancia capacitiva con una inductiva con el mismo valor absoluto, pero en paralelo: $B_c = B_l$.

En este circuito la admitancia es mínima, significa que la impedancia será máxima y la corriente final mínima, se debe por que pasa por la resistencia. Aquí las corrientes que atraviesan la bobina y el condensador son de igual valor, pero de fase opuestas. Donde el factor de calidad es mayor que la intensidad total, recordando que lo denominamos "Q", también se lo puede conocer a este circuito como resonancia en corriente, o circuito anti resonante, circuito de tanque porque bloquea la señal de frecuencia, lo más utilizados o nombrados son los de sintonía de receptores de radiofrecuencia.

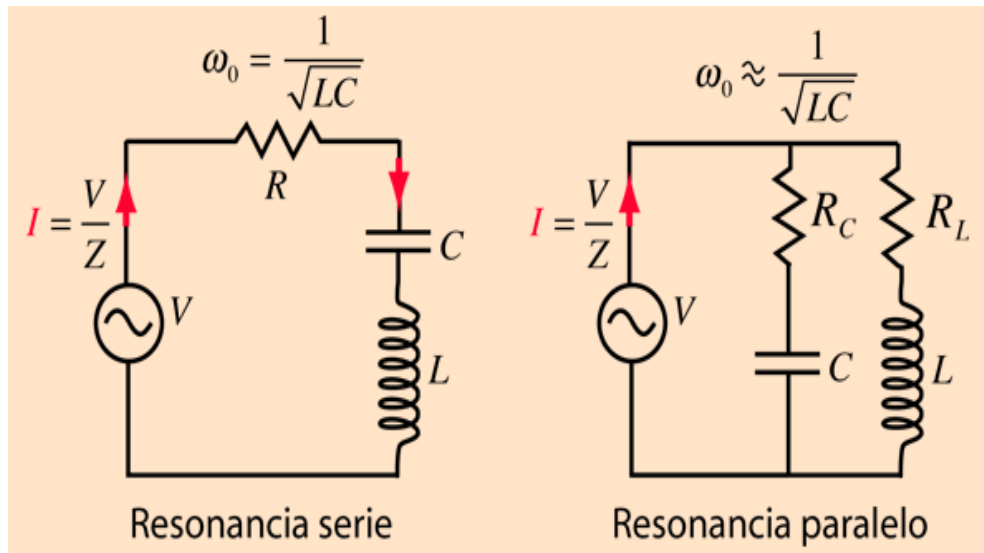


Figura 2. 23 Resonancia serie y paralelo (Fuente: Georgia State University, 2017)

2.5.5. Convertidores de carga resonantes

“Los convertidores resonantes son ampliamente empleados en aplicaciones tales como, convertidores de continua a continua, equipos de tratamientos térmicos por autoinducción, excitadores de lámparas de gas para iluminación y otras.” (González, 2000)

Estos convertidores poseen un inversor, adicional un circuito resonante serie o paralelo, por el cual la conmutación de las llaves produce una onda cuadrada a partir de una fuente de alimentación continua que va aplicada al circuito resonante. Esto produce tensiones y corrientes oscilantes como resultado que las llaves del convertidor conmuten con ZVS o ZCS.

El control de la potencia que tiene la carga se realiza mediante el cambio de la frecuencia de conmutación del convertido, lo podemos nombrar también como control de potencia por modulación de frecuencia, se pueden clasificar en:

- ❖ Convertidor resonante con alimentación por tensión
- ❖ Convertidor resonante con alimentación por corriente

- ❖ Convertidores resonantes clase “E”

Dentro de la clasificación de los convertidores resonantes con alimentación por tensión, encontramos:

- ❖ Convertidor de carga resonante serie
- ❖ Convertidor de carga resonante paralelo
- ❖ Convertidor resonante serie-paralelo

2.5.6. Convertidor de carga resonante serie

Es aquel donde la resistencia de carga se cambia por un rectificador puente, cuando el convertidor opera con fs a fr esta corriente por medio de un capacitor es rectificada y filtrada así se logra una tensión continua a la salida del convertidor.

2.6. Componentes del dispositivo

2.6.1. Transmisor

“Los transmisores, sirven para convertir las magnitudes físicas clásicas en una señal eléctrica.” (Testo, 2021)

La empresa española Testo nos da la definición del trasmisor, como los instrumentos principales en medición electrónica, so también conocido como transductores, y se clasifican en diferentes familias, como los transmisores de presión o de temperatura.

Muchos de estos equipos, la gran mayoría están configurados para trabajar con magnitudes normalizadas especiales, para procesar y comparar diferentes magnitudes es necesario usar estos trasmisores, teniendo en cuenta lo que se va a medir, sus rangos de medición, si viene incluido la supervisión integrada, el nivel de presión y si posee salida analógica.

2.6.2. Fuente de corriente.

Se puede definir al transmisor como; un inversor de corriente que constantemente requiere de una fuente de corriente. Para lograr este requerimiento es necesario colocar en serie a la fuente y los dos inductores que se opongan a la variación de corriente en el tiempo exacto en que conmuta el inversor.

Debido a que dentro del circuito tanque es necesario tener dos fuentes de corriente es elemental el uso de dos inductores. El valor de la corriente que será entregada por la fuente será totalmente dependiente de la resistencia. Para la fuente es necesario hacer uso de bobinas toroidales ya que estas poseen características que permiten tolerar corrientes promedio.

2.6.3. Inversor

El segundo elemento del sistema transmisor es un inversor, ese dispositivo es el encargado de hacer la transformación a 12 voltios. Este dispositivo usualmente está constituido por dos MOSFET del mismo modelo, estos transistores deben tener la capacidad de aguantar un voltaje en reversa que será similar a la tensión máxima que se origina en el circuito resonante. Estos transistores están compuestos por un controlador y por un diodo rectificador que permitirá que el transistor genere un bloqueo ante tensiones positivas o negativas.

2.6.4. Circuito resonante

El circuito resonante o también conocido como tanque resonante es aquel elemento que está constituido por un capacitor y un inductor. La función principal de este elemento es convertir la onda cuadrada proporcionada por la fuente en una onda senoidal con una frecuencia similar a la frecuencia del

circuito tanque. El circuito de tanque se encontrará conectado entre el output de la fuente de corriente y en el input del inversor.

Los componentes del circuito dependerán de diferentes factores para lograr la mayor eficiencia, por ejemplo; para el capacitor es necesario el uso de una resistencia equivalente mínima porque se busca evitar al máximo las pérdidas de calor. En este caso el material ideal para el capacitor vendría a ser el polipropileno, otra manera de reducir la resistencia es hacer uso de capacitores con grandes capacidades de voltaje disponible. Principalmente el circuito deberá tener un capacitor con un valor relativamente bajo y para el inductor se debe seleccionar uno con la sección de área suficiente amplia que permita reducir las pérdidas de calor.

2.6.5. Antena transmisora

Para este elemento se conoce que el papel de antena de transmisión lo cumple el inductor del circuito resonante. El inductor logra transformar la alta corriente que fluye a través del mismo en un campo magnético y posteriormente se dirige hacia el exterior.

Para lograr una mejor transmisión por parte de este elemento se instaló un tubo de cobre con forma de espiral con un diámetro que dependerá del alcance que sea requerido en el proyecto. La forma de espira produce un campo magnético con apariencia toroidal a lo largo de todo el elemento. La intensidad de dicho campo será determinada por la ley de Biot y Savart.

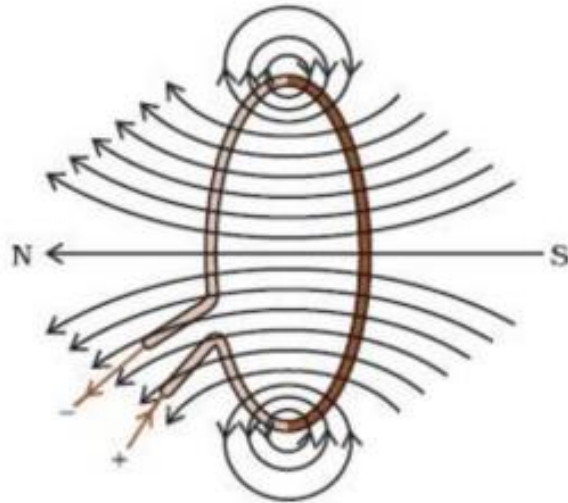


Figura 2. 24 Campo magnético de una espira circular (Fuente: Georgia State University, 2017)

2.6.6. Receptor

Es aquel que recepta el campo magnético que es emitido por el transmisor, y el receptor lo convierte nuevamente en energía eléctrica. Esto gracias a la resonancia que posee así logra a la recepción de campo máxima, todo gracias al principio de inducción.

Los receptores tienen su proceso: Antena receptora, rectificador de la corriente recibida y regulador de la tensión de salida.

La antena receptora está diseñada para emitir y recibir ondas electromagnéticas desde cualquier espacio, la funcionalidad de la antena receptora convierte las ondas electromagnéticas en corrientes eléctricas, mientras que la transmisora realiza la función contraria.

El rectificador de la corriente recibida es capaz de poder cambiar la forma de la onda de la señal que reciben a principios, son utilizados especialmente en las fuentes de alimentación de equipos con modalidad electrónica.

Por último, el regulador de tensión es aquel que protege a los aparatos electrónicos de las variaciones diferenciales de voltaje, potencia y ruido que se pueden dar por la distribución de la electricidad, cumpliendo su funcionalidad que es dar una tensión estable para alimentar a los demás circuitos a partir de una fuente madre de alimentación, es muy usado en los circuitos integrados, ya que pueden dar corrientes de salida, dependiendo si son reguladores grandes o pequeños es la carga.

Capítulo 3: Estudio Y Desarrollo

Luego de haber desarrollado y analizado el marco teórico, se pudo conocer los principios de funcionamiento de un sistema de transferencia inalámbrica de energía eléctrica, así como cada uno de los elementos que lo componen; entre ellos los principales que son el transmisor y el receptor. En el capítulo dos se detalló las características técnicas de las cabinas de la aerovía que será el lugar destinado para el estudio, lugar ideal para el establecimiento del equipo de transferencia inalámbrica de energía eléctrica dentro de las cabinas de la aerovía de Guayaquil en el recorrido comprendido desde la estación parque centenario hasta la estación situada en el malecón de Durán. A continuación se detalla el análisis de la implementación de este dispositivo.

3.1. Descripción del sistema

Para el sistema de transferencia inalámbrica se adquirió un equipo compuesto por dos elementos principales, el transmisor y el receptor. Buscando implementar un diseño simple pero que a la vez cumpla con el objetivo de manera eficiente.

El diseño del sistema es espontáneo de fácil instalación, ocupa poco espacio y es totalmente eco amigable. Gracias a estas características este equipo sería ideal para que se encuentre dentro de la cabina de la aerovía.

3.2. Análisis técnico del tipo de equipo a utilizarse

El sistema de transferencia inalámbrica de energía eléctrica elegido para este proyecto es el Enerwi Home, el sistema que norma esta marca es llamado estándar Qi el cual es un sistema reconocido internacionalmente que permite tener libertad de movimiento y un rango extenso entre el transmisor y

el receptor. La carga inalámbrica que ofrece este sistema es eficiente e incluso tiene la cualidad de auto calibración, esto permite un rango de desalineación entre el transmisor y el receptor.



Figura 3. 1 Dispositivo Enerwi home, vista frontal (Fuente: Enerwi corp, 2017)

Este dispositivo es elaborado por la empresa conéctate al aire la cual fue fundada por parte de cuatro jóvenes de la ciudad de Loja – Ecuador. El dispositivo funciona por medio de inducción electromagnética con una bobina receptora simplemente se coloca el teléfono sobre ésta y recibe toda la energía, es como el efecto de los imanes que cuando se juntan crean un campo magnético; Enerwi se empotra a una mesa o la barra de un bar, restaurante e incluso en varios autos que ya cuentan con este sistema. (Jaramillo, 2017)

Otro de los motivos por el cual fue elegido este equipo es por su diseño flexible y por su compatibilidad con la gran mayoría de dispositivos móviles modernos. Pero no todos los celulares tienen la opción de carga inalámbrica, por ejemplo, Samsung cuenta con esto a partir de la gama S6. Y esto no es problema porque también se han implementado adaptadores para que todos

los tipos de móviles puedan cargarse. El tiempo de carga depende del amperaje que tenga el celular, por ejemplo si es un celular pequeño y antiguo tardará entre 15 y 20 minutos para cargar. (Jaramillo, 2017)

3.2.1. Especificaciones técnicas del equipo de transferencia inalámbrica

El Enerwi Home posee un diseño flexible, confiable y de alta eficiencia; esto permite que el dispositivo ofrezca un rendimiento apto para la implementación en una cabina de la aerovía de la ciudad de Guayaquil, dentro de las características técnicas principales tenemos:

- ❖ Corriente de Salida: 1A
- ❖ Radio: 4cm
- ❖ Peso: 200g
- ❖ Temperatura: (0° - 40°C), Equipado con chip de regulación de temperatura.
- ❖ Rango de humedad: 0% - 90%
- ❖ Estándar Qi.
- ❖ Indicador LED y guía de posicionamiento.
- ❖ Distancia de cargado: 5 – 15 cm.
- ❖ output: DC 5V
- ❖ 5 watts en la salida, Frecuencia: 100-200 Khz.

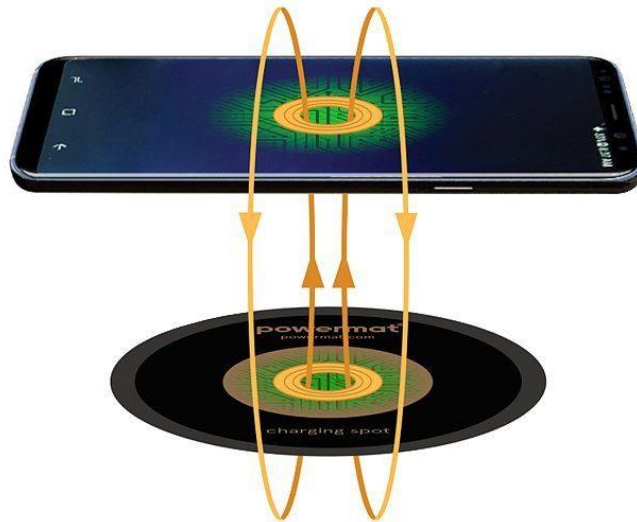


Figura 3. 2 Transferencia inalámbrica de energía mediante el Enerwi (Fuente: Enerwi corp, 2017)

3.2.2. Construcción del equipo de transferencia inalámbrica

Como se lo explico en el marco teórico, un sistema de transferencia inalámbrica de energía eléctrica tiene a la inducción magnética como el principio de funcionamiento. El Enerwi Home realiza su función de transferencia mediante un acoplamiento de resonancia magnética, por lo tanto se detalla a continuación sus componentes principales.

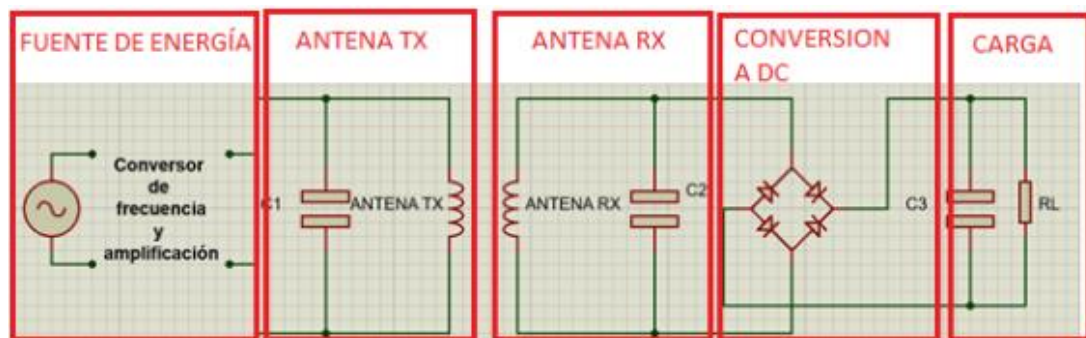


Figura 3. 3 Períodos de un transmisor de energía inalámbrico (Fuente: Vinueza,2018)

3.2.3. Transmisor

El elemento principal del sistema es el transmisor, en este se desarrollará el campo magnético gracias a los cuatro elementos que se encuentran en su estructura que posteriormente proporcionaran la energía al dispositivo móvil que se encuentre cercano a este transmisor. Los cuatro componentes son:

3.2.4. Fuente DC

El circuito del transmisor del dispositivo Enerwi es similar al diseño del transmisor elaborado por (Benavides Salvá, 2019), por lo tanto se tomó como referencia este trabajo para el estudio de cada una de las partes del dispositivo. Ya que el circuito del transmisor es reconocido como un inversor de corriente es necesario emplear el uso de una fuente DC constante. Para lograr esto se debe colocar inductores en serie con la fuente, en este caso se hará uso de dos inductores.

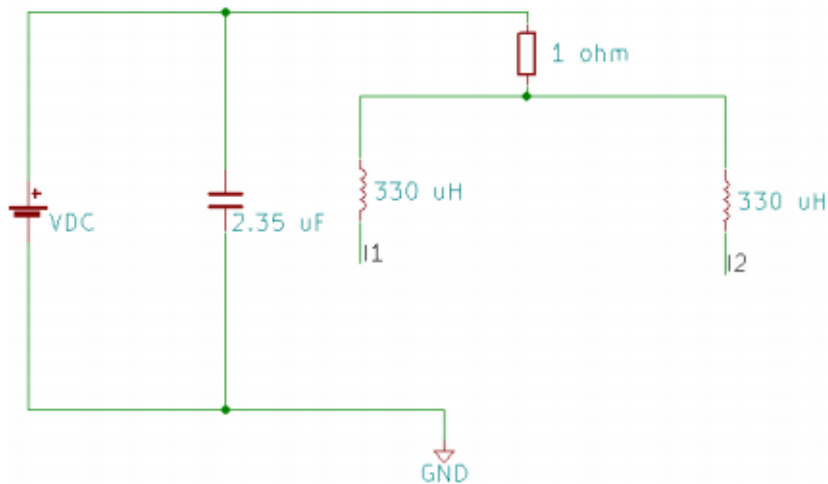


Figura 3. 4 Circuito de la fuente de voltaje del transmisor (Fuente: Benavides, 2019)

3.2.5. Inversor

El papel que cumple el inversor dentro del transmisor es lograr que el voltaje que se encuentra en la entrada con corriente alterna cambie a un voltaje de salida de DC. El inversor está formado por dos MOSFET de igual magnitud.

Los MOSFET son transistores que poseen en su interior un diodo rectificador, este elemento lo que busca es que el transistor sea capaz de realizar un bloqueo en el escenario en el que el inversor se encuentre en una frecuencia diferente a la del circuito tanque.

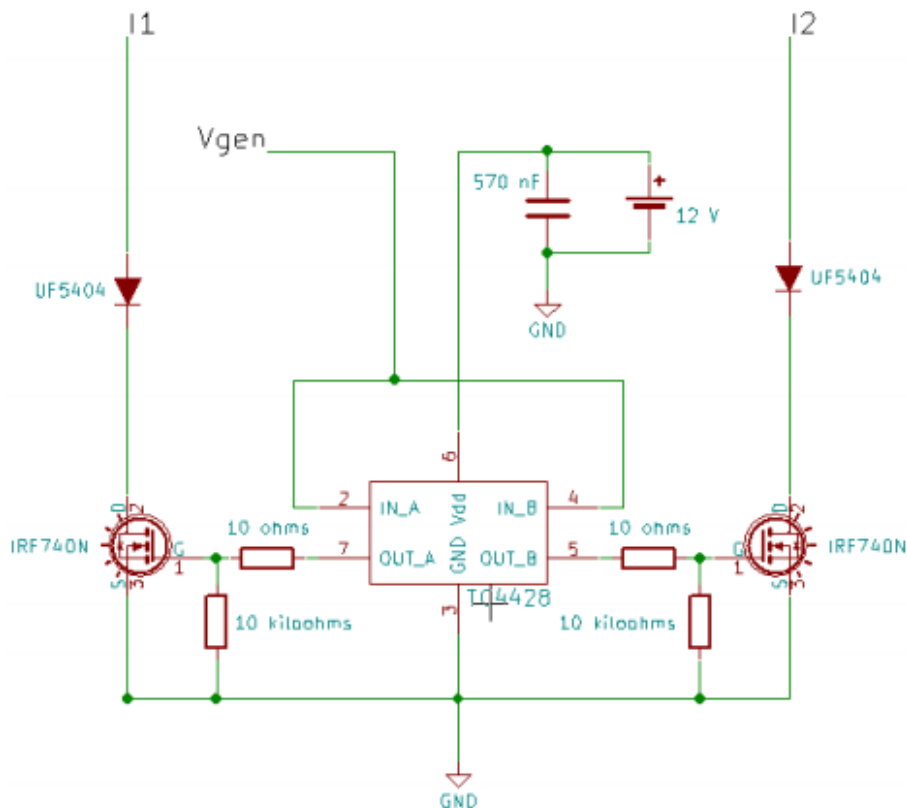


Figura 3. 5 Circuito de inversor del transmisor (Fuente: Benavides, 2019)

3.2.6. Antena Transmisora y Receptora

Para la transmisión inalámbrica de energía eléctrica es necesario el uso de antenas microstrip, ya sea la antena de transmisión o la antena

receptora poseen un diseño de total similitud ya que su objetivo final siempre será cumplir con la resonancia inductiva.

El diseño de las antenas permite que si ocurre un trastorno en el campo magnético del inductor, se introduce una corriente en el capacitor provocando una carga y al momento de descarga del mismo la corriente restante es la encargada de producir un campo magnético en el inductor, repitiendo este proceso una y otra vez de manera natural.

La resonancia en el sistema va a suceder cuando ambas reactancias (capacitiva e inductiva) tengan la misma magnitud en momento dado; esto provocará una circulación de energía eléctrica dentro de los campos magnéticos y eléctricos.

3.3 Instalación del Enerwi

El lugar destinado para la instalación del equipo que hará transferencia inalámbrica de energía eléctrica será dentro de las cabinas de la aerovía de la ciudad de Guayaquil. En la figura 3.6 se puede apreciar la ubicación del dispositivo sin embargo más adelante en el presente capítulo se detallará a fondo las características del lugar de instalación.



Figura 3. 6 Instalación de un Enerwi en la aerovía (Fuente: El Autor)

Como se aprecia en la figura la empresa de automotores Chevrolet Ecuador mediante una alianza con la marca Enerwi buscó promocionar el uso de un dispositivo de transferencia de energía inalámbrica para que el cliente tenga un viaje confortable y seguro, buscando de evitar accidentes gracias a la posición del celular.

De una manera similar se busca implementar el Enerwi en la cabina de la aerovía, ubicándolo en un área donde se vea beneficiado el usuario entregándole un recorrido de alta satisfacción.

3.4. Análisis técnico del lugar de instalación

Como fue mencionado anteriormente el lugar de instalación del dispositivo de transferencia inalámbrica estará ubicado en el interior de las cabinas específicamente en las esquinas de los asientos, a continuación se detallara todos los aspectos técnicos de las cabinas de la aerovía de la ciudad de Guayaquil. El fabricante en base a estudios y pruebas de alto rigor implemento el diseño en base a las necesidades de los usuarios, es así como en la siguiente imagen se puede apreciar un certificado desarrollado por la empresa fabricante con las características técnicas que poseen las cabinas de la aerovía de la ciudad de Guayaquil.



Figura 3. 7 Certificado técnico de fabricación de la cabina de la aerovía (Fuente: Autor)

A continuación, se mencionara las características principales tanto de diseño como de funcionamiento y mantenimiento:

3.4.1. Capacidad y Velocidad de transporte en las cabinas

Como se especificó en el marco teórico las cabinas de la aerovía cumplen con características técnicas basadas en las necesidades de los usuarios. Según la fuente (Guayaquil, 2016), en las horas de más afluencia de pasajeros se aproxima que 2600 personas hacen uso de este sistema de

transporte y las cabinas completan el recorrido a 5m/s. En los horarios donde la recurrencia de personas es escasa (horarios valle) las cabinas poseen una velocidad no menor a 4m/s.

Según el estudio realizado por el fabricante en lo que respecta al peso y cantidad de personas admitidos en cada cabina, se decretó que cada cabina está diseñada para diez personas y un peso de 750 kg como máximo tal y como se puede observar en la figura anterior donde se aprecia la placa que se encuentra en cada cabina de la aerovía.



Figura 3. 8 Peso y capacidad máxima admitida en las cabinas de la aerovía (Fuente: Autor)

3.4.2. Tiempo

Según la fuente (Guayaquil, 2016), el recorrido realizado por cada cabina de la aerovía desde la estación de inicio hasta la estación terminal tiene un tiempo estimado de 16 minutos a una velocidad de 5m/s. Cabe destacar que el tiempo es tomado a partir del cierre de puertas en la estación de salida y se detiene cuando se abren las puertas en la estación de llegada, este cálculo fue desarrollado en horarios con poca afluencia de pasajeros.



Figura 3. 9 Tiempo estimado entre trayectos (Fuente: Guayaquil, 2016)

Como se puede observar en la figura el tiempo total del recorrido es de aproximadamente 16 minutos lo cual nos permite concluir que en base a las características de diseño del dispositivo de carga inalámbrica a utilizarse los teléfonos móviles tendrían una carga entre al 40% y 60% en el tiempo que dura el recorrido.

3.4.3. Características de Rendimiento

Las cabinas de la aerovía cumplen un recorrido entre estaciones que se lo denominará como “trayecto”; es decir desde la estación Parque Centenario hasta la estación Julio Coronel se la denominaría trayecto uno.

La eficiencia del recorrido realizado por cada una de las cabinas en diferentes trayectos estará sujeto a diferentes criterios basados en un coeficiente de ponderación establecido por el fabricante, este coeficiente será el encargado de establecer un servicio óptimo y eficiente. A continuación, se muestran los diferentes criterios:

- ❖ El primer criterio analizado es la demora de todo el circuito, el mencionado criterio será evaluado a partir del tiempo real de partida en la estación de origen. Este aspecto será evaluado a partir del

coeficiente número uno ($p1 = 1 - R * 0,2$) en donde la R es la demora al momento de la partida en minutos.

- ❖ En el segundo criterio se evalúa el tiempo real del recorrido en contraste con el tiempo teórico que le toma a cada cabina completar un trayecto. Esto esta expresado como ($p2 = 1 - (TPR - TPT) * 0,2$) donde la variable TPT significa el tiempo conceptual de cada trayecto y la segunda variable denominada TPR es el tiempo verdadero de todo el circuito, ambas variables están definidas en minutos.
- ❖ El tercer criterio está destinado a las falencias en un trayecto; es decir las paras no deseadas de las cabinas entre estaciones. El mencionado criterio esta formulado como ($p3 = 1 - 0,2 * NA$) donde NA es la variable que indicará cuantas veces se detuvo la cabina en el recorrido entre dos estaciones.
- ❖ El criterio número cuatro evalúa las falencias de la puerta neumática al momento en el que el medio de transporte arriba a la estación final. Expresado como ($p4 = NPN / NPT$) es decir la variable NPN hace referencia al número de veces que se abren las puertas en base al diseño y la variable NPT indica cuantas veces se espera que las puertas de las cabinas se abran en base a la estación con más afluencia de personas. Cabe destacar que las fallas presentadas en la estación terminal tendrán un valor duplicado ya que provocan falencias en los trayectos tanto en el arribo como en la salida de las cabinas.
- ❖ En el quinto aspecto se toma en cuenta la ventilación de las cabinas que esta expresado como ($p5 = 1$) si la parte interna de las cabinas se encuentra a una temperatura adecuada para el usuario y ($p5 = 0,75$) si

el interior de las cabinas presenta una temperatura no ideal para el usuario de la aerovía. Las cabinas de la aerovía de la ciudad de Guayaquil no cuentan ventilación artificial, al contrario, este poseen un sistema de ventilación natural mediante pequeños ventanales ubicados en la superior e inferior de las cabinas como se muestra en la siguiente figura.



Figura 3.10 Ubicación de la ventilación superior en las cabinas de la aerovía (Fuente: Autor)



Figura 3. 11 Ubicación de la ventilación inferior en las cabinas de la aerovía (Fuente: Autor)

- ❖ El criterio número seis se basa en las medidas de las cabinas de la aerovía en metros, estas poseen 3 metros de longitud por dos metros de ancho. Entonces se toma en cuenta ($p_6 = 1$) si en alguna etapa del recorrido horizontal se toma en cuenta demarcaciones de la cabina y $p_6 = 0$ si no sucede lo comentado anteriormente.
- ❖ El ultimo criterio a evaluar es la exactitud del arribo del medio de transporte a la estación terminal es decir ($p_7 = 1$) si las cabinas realizan todos los arribos en las estaciones tomando en consideración la velocidad y acercamiento al andén y al contrario ($p_7 = 0$) si estas características de funcionamiento no se cumplen en su totalidad.

3.4.4. Seguridad y mantenimiento

Ya que el proyecto estará ubicado en el interior de las cabinas de la aerovía es de suma importancia tener en cuenta cual es el plan de

mantenimiento y la seguridad que ofrece este servicio a cada uno de los usuarios.

En el ámbito de la seguridad se tiene como objetivo principal que la aerovía de la ciudad de Guayaquil pueda cumplir con todas las normas internacionales destinadas a los medios de traslado aéreo por cable en el ámbito urbano.

El sistema de la aerovía tiene como deber ofrecer el funcionamiento continuo en casos en el que las condiciones climáticas no sean las ideales como por ejemplo; tormentas eléctricas, lluvias, sismos, etc. Otra de las obligaciones es entregar seguridad a cada uno de los usuarios ya sea dentro de las cabinas o en las estaciones al momento que ocurra un desperfecto técnico, buscando la evacuación de todos los usuarios de manera ordenada evitando más accidentes.

Ya que gran parte del recorrido es realizado sobre la ría, se debe contar con un plan de contingencia que sea seguro y eficiente para que al momento de presentarse una emergencia los medios implicados en el socorro de pasajeros (fuerzas armadas, Ecu 911, bomberos) puedan acudir y actuar de manera inmediata.

Gracias a las características del clima de la ciudad, el funcionamiento de la aerovía no está sujeto a paros frecuentes por presencia de vientos fuertes o lluvias que obliguen al paro de las actividades. A pesar de ello es importante considerar que Guayaquil se encuentra en una zona sísmica y es necesario que tanto la infraestructura como el personal que labora en la aerovía esté preparado ante cualquier catástrofe natural tal y como lo exige la Secretaría nacional de gestión de riesgos y emergencias.

Otra alternativa tomada en cuenta por parte de la empresa operadora de este servicio ante una parada de emergencia de la aerovía, es tener un medio de transporte de reemplazo haciendo uso de buses que cumplan el mismo recorrido. En caso de una falla técnica se buscara el retorno inmediato de las cabinas a las estaciones de emergencia localizadas a lo largo del recorrido.



Figura 3. 12 Simulacro de rescate en las cabinas de la aerovía (Fuente: El Universo, 2020)

En lo que se refiere a mantenimiento el objetivo principal planteado por el operador es poder ofrecer un servicio de alto nivel buscando un funcionamiento de manera continua evitando pasar por mantenimientos correctivos. Para lograr el objetivo es importante elaborar un plan que permita prevenir y solucionar cualquier daño o problema.

- ❖ Considerando las limitaciones de explotación y mantenimiento del sistema en la totalidad de su periodo de operación; especialmente para el cambio de sus piezas. Medidas particulares han sido tomadas para poner y mantener el sustento preventivo que priorice la disposición de los dispositivos. (Guayaquil, 2016)

- ❖ Se establece el programa del proceso de sustento, confinando de máxima manera el impacto sobre la operatividad del servicio, diariamente para el arreglo y sustento suave, y también para el sustento pesado de forma eficiente. (Guayaquil, 2016)
- ❖ El mantenimiento diario se realiza generalmente en la noche, mientras dura el horario en donde el servicio se mantendrá sin funcionamiento. En el diseño del sistema se estudió los impactos de sonido del sustento en la noche y se elaboró las medidas adecuadas de mitigación. (Guayaquil, 2016)
- ❖ En cuanto al mantenimiento anual se requiere parar el sistema por una duración de 5 días, periodo durante cual se retornará el servicio de buses para los pasajeros. El sustento se efectuará especialmente en los transcurso de escasa clientela, principalmente durante festividades. Un sustento y arreglo esporádico va a ser requerido cada cinco años, necesitando un paro del sistema durante un periodo de diez días. (Guayaquil, 2016)
- ❖ Como optimización de valores de operatividad, los trabajadores encargados de la operatividad del servicio llevara a cabo algunas tareas: El personal encargado del andén podrá intervenir para poder estimular la protección del servicio posterior de que haya sido pulsada la alarma por algún pasajero de este ser el caso, entre otros. (Guayaquil, 2016)



Figura 3. 13 Inicio de pruebas en las cabinas de la aerovía (Fuente: El Universo, 2019)

3.5. Ubicación del dispositivo de transferencia de energía inalámbrica

El dispositivo de transferencia de energía eléctrica inalámbrica que será estudiado en este proyecto será el Enerwi Home de la marca Enerwi de procedencia Ecuatoriana como se lo explico en la parte inicial de este capítulo. Debido la cantidad de personas que pueden entrar en la cabina es necesario el uso de cuatro dispositivos localizados en la parte lateral de los asientos de la cabina de la aerovía como se observa en la figura 3.14.

El lugar destinado para la ubicación de los dispositivos es la parte de los extremos de los asientos de la cabina. Principalmente por tres factores; en primer lugar se tomó en cuenta el alcance del equipo ya que estando a un costado tiene un radio de alcance que permite abastecer a los usuarios sin incomodar al resto de personas, el segundo factor es la seguridad ya que al ser un dispositivo electrónico ubicado en un servicio público se debe tratar que el dispositivo sea de difícil alcance y no sea tan fácil de visualizar. Este dispositivo de transferencia de energía inalámbrica estará ubicado con un soporte que permitirá anclar el equipo al asiento.

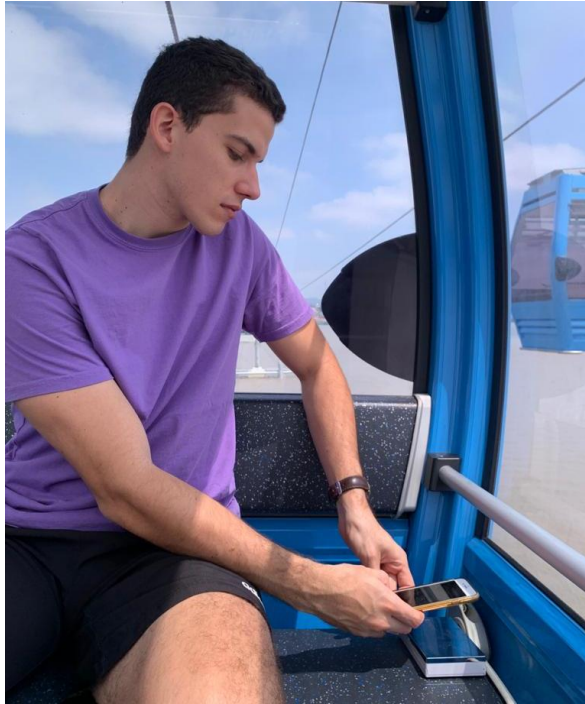


Figura 3. 14 Ubicación del dispositivo en la cabina de la aerovía (Fuente: Autor)

3.6. Numero de dispositivos de transferencia inalámbrica

Se instalara cuatro dispositivos de transferencia de energía inalámbrica ya que el fabricante nos indica que el Enerwi Home está diseñado para abastecer hasta dos dispositivos móviles. Como se detalló anteriormente la capacidad máxima de una cabina son diez personas por lo tanto es necesario instalar cuatro dispositivos en los extremos de los asientos de la cabina para poder proveer la cantidad de energía requerida para al menos al 50% de los usuarios.

3.7. Mantenimiento del equipo

Buscando un buen estado y rendimiento del equipo es necesario implementar un plan de mantenimiento con el objetivo de evitar daños en el funcionamiento y prolongar el tiempo de vida del dispositivo de transferencia inalámbrica; por lo tanto se debe cumplir con el siguiente estatuto:

- ❖ Mantener la instalación del soporte en buen estado y con el ajuste adecuado, de igual manera revisar semanalmente las condiciones de la conexión eléctrica.
- ❖ Se debe tener en cuenta que para la operación correcta del dispositivo es necesario que no haya estorbos que bajen el rango de operación, por lo tanto se debe verificar que el dispositivo se encuentre libre de obstáculos e interferencia.
- ❖ Para la correcta operación es necesario que el equipo se encuentre en ambiente ventilado, alejado de las zonas donde la exposición al sol sea directa y también fuera de áreas con presencia de agua.
- ❖ En caso de una falta de cobertura por parte del dispositivo evitar la desconexión continua del equipo ya que esto puede generar un daño irreparable en el circuito y por consiguiente se lo debe reemplazar.
- ❖ Como parte del mantenimiento diario es recomendable realizar una limpieza rápida al exterior del equipo, buscando eliminar acumulaciones de polvo entre las conexiones. De manera que mediante esta limpieza se prolongue el tiempo de vida del equipo y se mantenga en buen estado el rendimiento del mismo.

3.8. Comparación de los factores técnicos del sistema de transferencia inalámbrica de energía eléctrica y el sistema convencional

En cuanto a los factores técnicos un sistema de transferencia inalámbrica abastece a más usuarios y tiene un factor de riesgo de cortocircuitos mucho menor en relación al sistema convencional. Por el otro

lado el sistema convencional puede llegar a generar problemas al momento de la instalación ya que se debería cambiar la estructura de la cabina.

3.9. Seguridad y salud

En lo que respecta al ámbito de la seguridad, las cabinas de la aerovía cuentan con un sistema de audio y video vigilancia durante todo el trayecto permitiendo que el equipo de transferencia inalámbrica no sea hurtado por parte de los usuarios.

Debido a que 4km del recorrido se lo realiza por encima del río fue necesario implementar un botón de pánico que permita tener comunicación entre el usuario y los equipos de auxilio, dicho botón se encuentra cercano a la puerta tal y como se puede apreciar en la siguiente figura 3.15. Cabe recalcar que este sistema de auxilio ya fue implementado hace varios años en los inicios del sistema de transporte urbano metro vía con el objetivo de precautelar por la seguridad de los usuarios.



Figura 3. 15 Ubicación del botón de pánico (Fuente: Autor)

En el ámbito de la salud es necesario destacar que según varios estudios realizados por parte de la organización mundial de la salud (OMS); han concluido que las ondas electromagnéticas afectan solamente en un 5% de la población con síntomas leves como dolor de cabeza e irritación de los ojos.

Según José Mulet un bioquímico en el consejo superior de investigaciones científicas (CSIC), el conjunto de ondas llamado espectro electromagnético genera un campo muy amplio de acción por lo tanto es inofensivo para el ser humano sin embargo las ondas más peligrosas son las ionizantes. Por lo tanto este dispositivo de transferencia inalámbrica de energía es totalmente inofensivo para la salud de cada uno de los usuarios.

3.10. Publicidad y señalización

Para que los usuarios conozcan de este nuevo método de carga inalámbrica será necesario implementar en primer lugar una campaña de publicidad en conjunto con el municipio de Guayaquil con el objetivo de generar conciencia en la ciudadanía sobre el funcionamiento del equipo y de las ventajas que posee para que los clientes de la aerovía se vean atraídos por este nuevo servicio. Una manera de llamar la atención sería mediante propaganda visual en varios sectores de la ciudad y a la entrada de cada una de las estaciones e incluso se podría señalar en las puertas de las cabinas como se muestra en la siguiente figura:

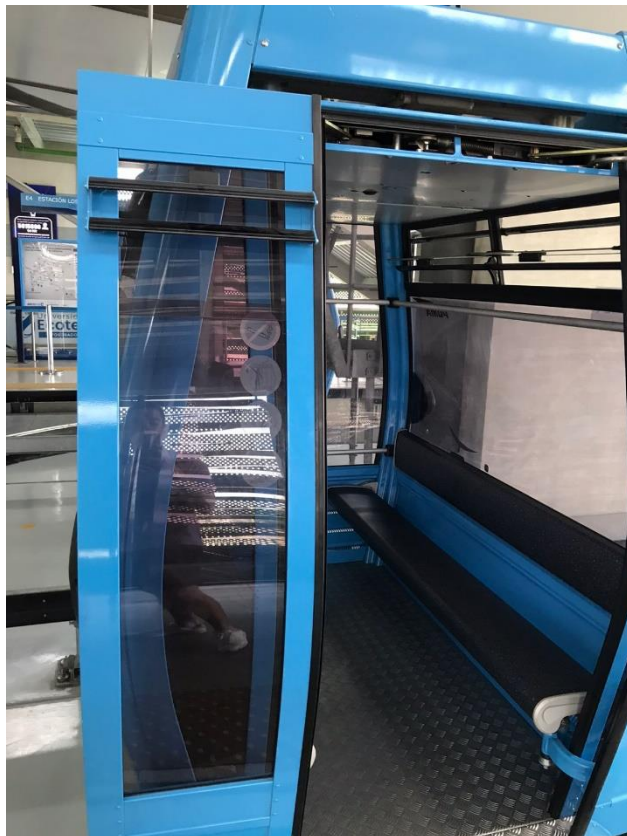


Figura 3. 16 Posible ubicación de la publicidad (Fuente: Autor)

Por otro lado se tendría que elaborar una señal que se encuentre aledaña al lugar de instalación del dispositivo de carga inalámbrica que ayude

a informar sobre la función y los datos técnicos del equipo, esto es necesario ya que el cliente se sentirá seguro de hacer uso y lo recomendará.

CAPITULO 4: Conclusiones Y Recomendaciones

4.1 Conclusiones.

Basándose en el estudio realizado previamente se puede concluir que:

- ❖ Gracias al eficiente diseño de cada uno de los componentes que forman parte del dispositivo transmisor inalámbrico y al ser un equipo no perjudicial a la salud; es totalmente factible el uso de este equipo en las cabinas de la aerovía ya que se logra abastecer a más de la mitad de pasajeros de una forma eficiente y confortable.
- ❖ El dispositivo de carga inalámbrica estudiado ofrece una carga aproximada del 30% al 40% durante el tiempo de duración de todo el recorrido y es compatible con la mayoría de los teléfonos celulares de última generación.
- ❖ Con la propuesta presentada de un dispositivo de transferencia inalámbrica en las cabinas de la aerovía se trata de impulsar el uso de los sistemas transferencia de energía Wireless en todo Guayaquil de manera que se disminuya el empleo de cables para la carga de celulares, computadoras, vehículos eléctricos y de esta manera ir transformando a la ciudad en una urbe moderna.
- ❖ Al implementar un servicio gratuito, innovador y en el interior de las cabinas de la aerovía de la ciudad de Guayaquil, se prevé un aumento considerable de la afluencia de personas en este medio de transporte público, provocando una mejora en el traslado de ciudadanos en el trayecto Guayaquil-Durán y a su vez mejorando la circulación vehicular de la ciudad.

4.2 Recomendaciones.

- ❖ Gracias al estudio realizado y conociendo las características técnicas de la aerovía es necesario establecer un plan de mantenimiento preventivo que permita que el equipo opere en buenas condiciones y se prolongue el tiempo de vida de este.
- ❖ Estudiar los nuevos métodos de transferencia inalámbrica aplicados en países potencia como Estados Unidos y Japón de manera que se logre innovar y modernizar a la ciudad tratando de convertir a Guayaquil en un destino turístico en Sudamérica.
- ❖ Para promover el uso de esta tecnología en el transporte público es necesario realizar una campaña publicitaria como se mencionó en el capítulo anterior que busque dar a conocer este nuevo servicio de manera que los usuarios se vean atraídos diariamente a hacer uso de este medio de transporte.
- ❖ Se debe tener en cuenta que al incrementar la cantidad de personas es necesario elaborar una estrategia que permita que este servicio sea continuo y confiable durante todo el año; por lo tanto, es necesario elaborar un análisis económico que permita hacer un balance entre el precio del boleto y los servicios prestados.
- ❖ Es necesario que el soporte del equipo transmisor que sea instalado sea asegurado de tal manera que los pasajeros no tengan un fácil acceso al dispositivo previniendo el hurto del mismo.
- ❖ Y por último, es necesario implementar un servicio de transporte anexo a la aerovía para las personas que necesiten desplazarse dentro de la ciudad de Durán debido a que la estación malecón no se encuentra bien ubicada provocando pérdida de clientes.

Bibliografía

- Aerovia. (2020). *aeroviagye.com*. Obtenido de *aeroviagye.com*:
<https://aeroviagye.com/quienes-somos/#mision>
- Arcay, A. O., Ordax, M. N., & Bugarín, M. R. (2011). *Transporte por Cable*.
Tórculo Artes Gráficas .
- Benavides Salvá, A. (2019). *Transmision inalámbrica de energía eléctrica*.
Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Carbonell, M. V., Flórez, M., Martínez, E., & Álvarez, J. (2017).
*APORTACIONES SOBRE EL CAMPO MAGNÉTICO: HISTORIA E
INFLUENCIA EN SISTEMAS BIOLÓGICOS*. Santa María, Colombia:
Intropica. Obtenido de
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6769197.pdf>
- Enerwi, C. (2017). *La transferencia inalámbrica de energía se abre paso*.
Obtenido de <http://www.enerwicorp.com/>
- Fernández, T. R. (s.f.). El urbanismo, la ciudad y su tratamiento jurídico.
Boletín Mexicano de Derecho Comparado, 82. Obtenido de
[https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-
comparado/article/view/3327/3824](https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-comparado/article/view/3327/3824)
- González, S. (2000). <http://sedici.unlp.edu.ar/>. Obtenido de
<http://sedici.unlp.edu.ar/>:
[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1352/2_-
_Convertidores_resonantes.pdf?sequence=6](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1352/2_-_Convertidores_resonantes.pdf?sequence=6)
- Guayaquil, M. d. (2016). *Especificaciones Técnicas Aerovia de Guayaquil* .
Guayaquil.

- Hoyo, J. Q. (01 de Noviembre de 2008). *personales.upv.es*. Obtenido de *personales.upv.es*:
<http://personales.upv.es/jquiles/prffi/alterna/ayuda/hlpresonancia.htm>
- Jaramillo, G. V. (20 de marzo de 2017). *Nueva mujer*. Obtenido de <https://www.nuevamujer.com/wellness/2017/03/20/jovenes-ecuatorianos-crean-dispositivo-carga-inalambrica-celulares.html>
- M., A. C. (2015). *Tesisenred*. Obtenido de Tesisenred:
https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/319707/01.CVVM_1de5.pdf?sequence=1
- Metrovía. (2021). *metrovia-gye*. Obtenido de *metrovia-gye*:
<http://www.metrovia-gye.com.ec/fundacionmetrovia>
- Porto, J. P., & Merino, M. (2009). *definicion.de*. Obtenido de *definicion.de*:
<https://definicion.de/bobina/>
- Powermat. (15 de febrero de 2018). *Powermat.Com*. . Obtenido de *Wireless charging technology*: <https://powermat.com/technology/>
- Raffino, M. E. (22 de Julio de 2020). *concepto.de*. Obtenido de *concepto.de*:
<https://concepto.de/electricidad-2/>
- Rodríguez, D. E. (30 de Diciembre de 2006). *um.esum.es*. Obtenido de *um.es*:
<https://www.um.es/acc/induccion-electromagnetica-por-el-prof-dr-d-ernesto-martin-rodriguez-academico-numerario/>
- Tesla, N. (1917). *Psicología y Mente*. Obtenido de *Psicología y Mente*:
<https://psicologiymente.com/reflexiones/frases-nikola-tesla>
- Testo. (2021). *www.testo.com*. Obtenido de *www.testo.com*:
<https://www.testo.com/es-ES/productos/transmisores>
- Universo, E. (2019). Simulacros de rescate en la aerovía. *El universo*.

Vinueza, J. (2018). *Implementación de un sistema de transferencia inalámbrica*. Riobamba – Ecuador.



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Recalde Zumárraga Emilio Nicolas, con C.C: # 1722419122 autor del trabajo de titulación: Estudio de factibilidad de un sistema de transmisión inalámbrica de energía eléctrica en el interior de las cabinas de la aerovía de Guayaquil previo a la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 17 de septiembre del 2021

f. _____

Recalde Zumárraga, Emilio Nicolas

C.C: 1722419122



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

| | | | |
|--|---|---|----|
| TÍTULO Y SUBTÍTULO: | Estudio de factibilidad de un sistema de transmisión inalámbrica de energía eléctrica en el interior de las cabinas de la aerovía de Guayaquil | | |
| AUTOR(ES) (apellidos/nombres): | Recalde Zumárraga, Emilio Nicolas | | |
| REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres): | Suárez Murillo, Efraín Oswaldo | | |
| INSTITUCIÓN: | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil | | |
| FACULTAD: | Facultad de educación técnica para el desarrollo | | |
| CARRERA: | Ingeniería eléctrico mecánica | | |
| TITULO OBTENIDO: | Ingeniero eléctrico mecánico | | |
| FECHA DE PUBLICACIÓN: | 17 de septiembre de 2021 | No. DE PÁGINAS: | 78 |
| ÁREAS TEMÁTICAS: | Sistemas de energía inalámbrica. | | |
| PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS: | Inducción Electromagnética, Inalámbrica, Cabinas, Energía, Aéreo Suspendido, Antena, Circuito Tanque, Tansmisor. | | |
| RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): | <p>El trabajo de titulación que se muestra a continuación tiene como objetivo principal estudiar la factibilidad técnica de un sistema que transfiera energía de manera inalámbrica a los dispositivos móviles que se encuentren dentro de las cabinas de la aerovía de la municipalidad de Guayaquil mediante la inducción electromagnética; también se menciona las características técnicas de los diferentes componentes del dispositivo a utilizarse así como los datos técnicos de construcción de las cabinas de la aerovía . El lugar destinado a la instalación del dispositivo transmisor de energía eléctrica estará ubicado en el interior de las cabinas de la aerovía, dicho medio de transporte aéreo suspendido fue impulsado por parte de la municipalidad de Guayaquil con el propósito de mejorar la circulación diaria de personas entre la ciudad de Guayaquil y Duran; pero al ser un método nuevo para los ciudadanos no tuvo la acogida esperada por lo tanto mediante este proyecto se busca atraer de manera masiva a los usuarios para que hagan uso de este medio. Buscando apoyar al emprendimiento ecuatoriano se realizó la selección del dispositivo de transferencia inalámbrica Enerwi, este tiene como componentes principales un circuito tanque y una antena transmisora de gran alcance. Se busca mediante este trabajo aportar a la modernización de la ciudad, así como también generar un impacto positivo en lo usuarios de la aerovía.</p> | | |
| ADJUNTO PDF: | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | |
| CONTACTO CON AUTOR/ES: | Teléfono: +593-981498786 | E-mail: emilio.recalde@cu.ucsg.edu.ec / enrz-97@outlook.com | |
| CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: | Nombre: Palacios Meléndez, Edwin Fernando | | |
| | Teléfono: +593-9-67608298 | | |
| | E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec | | |

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

| | |
|---|--|
| Nº. DE REGISTRO (en base a datos): | |
| Nº. DE CLASIFICACIÓN: | |
| DIRECCIÓN URL (tesis en la web): | |