



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
CON MENCIÓN EN TELECOMUNICACIONES**

**TESIS**

Diseño de un dispositivo emisor de radiación ultravioleta para reducir el número de pacientes que se infectan por la bacteria mycobacterium tuberculosis en el transporte público

**PRESENTADO POR**

Real de la Cruz, Anyelo Remigio

**ASESOR**

Nieto Chaupis, Huber

**Los Olivos, 2019**



## **FACULTAD DE CIENCIAS EN INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA CON MENCIÓN EN  
TELECOMUNICACIONES**

**“DISEÑO DE UN DISPOSITIVO EMISOR DE  
RADIACIÓN ULTRAVIOLETA PARA REDUCIR EL  
NÚMERO DE PACIENTES QUE SE INFECTAN  
POR LA BACTERIA MYCOBACTERIUM  
TUBERCULOSIS EN EL TRANSPORTE PÚBLICO”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
ELECTRÓNICO CON MENCIÓN EN TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR:**

REAL DE LA CRUZ, ANYELO REMIGIO

**ASESOR**

HUBER NIETO CHAUPIS

**LIMA - PERU**

**2019**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo está dedicado a mi familia quienes fueron los encargados de guiarme en el camino de la educación y poder lograr todas mis metas trazadas.

## **Agradecimiento**

Agradezco a dios por todas las oportunidades brindadas, ya que sin su bendición nada de esto hubiese sido posible.

Agradezco a mis profesores, principalmente a mi asesor, gracias a los docentes por aconsejarme e instruirme en el camino del bien, por la orientación y el apoyo que me brindan en este trabajo de investigación.

## Resumen

La tuberculosis ataca principalmente a los pulmones, afectando al sistema nervioso central, al sistema circulatorio, al sistema digestivo, etc., estos bacilos se adaptan rápidamente al medio ambiente, cuando un individuo que padece de tuberculosis tose o estornuda, muchos bacilos de Koch se esparcen por el aire contagiando a los demás pasajeros, estas bacterias pueden sobrevivir por un periodo largo en los esputos y líquidos corporales, así como, en las barandas y asientos dentro de un transporte público.

La presente investigación científica consiste en desarrollar un dispositivo de radiación ultravioleta (Longitud de Onda Corta – UVC), para disminuir el contagio y reproducción del denominado “Microbacterium Tuberculosis” (TBC), en el transporte público, esto, a partir del uso de radiación ultravioleta UVC, con una potencia que solo penetra en su delgada membrana bacteriana, causándole una mutación en el ácido desoxirribonucleico (ADN).

Los bacilos que son expuesto a longitudes de onda corta (UVC), son incapaces de reproducirse e infectar. Al inducir la radiación UV-C, se produce la dimerización de moléculas contiguas, principalmente de las tiaminas, provocan el daño fotoquímico, paralizando la reproducción y la capacidad de infestar en un huésped.

Con esta investigación se logró el diseño del dispositivo emisor de radiación ultravioleta para reducir el número de personas que adquieren las bacterias de la tuberculosis al momento que se desplazan de un lugar a otro en un determinado transporte público con uno o más individuos infectados por la bacteria.

*Palabras claves: Radiación, tuberculosis, uv-c, ácido desoxirribonucleico, mutación.*

## Abstract

Tuberculosis mainly attacks the lungs, affecting the central nervous system, the circulatory system, the digestive system, etc., these bacilli adapt quickly to the environment, when it is a tuberculosis pad, or sneezes, many Koch bacilli they spread through the air infecting other passengers, these viruses can survive for a long period in body spirits and body fluids, as well as in the bars and seats inside a public transport.

The present scientific investigation consists of developing a device of ultraviolet radiation (Short Wavelength – UVC), to diminish the contagion and reproduction of the virus named “Microbacterium Tuberculosis” (TBC), in the public transport, this, from the use of ultraviolet radiation UVC, with a potency that only penetrates in the thin bacterial membrane of the virus, causing him a mutation in the deoxyribonucleic acid (ADN).

A bacterium that is exposed to lengths of short wave (UVC), is unable to be reproduced and to infect. On having induced the radiation UV-C to the virus, the dimerización of contiguous molecules takes place, principally of the tiaminas, they provoke the photochemical damage, paralyzing the reproduction and the aptitude to infect in a guest.

With this investigation there was achieved the design of the issuing device of ultraviolet radiation to reduce the number of persons who acquire the virus of the tuberculosis to the moment that they move back and forth in a certain public transport with one or more individuals infected by the bacterium.

Words fix: Radiation, tuberculosis, uv-c, deoxyribonucleic acid, mutation.

## Contenido

Resumen.....	iv
Abstract .....	v
Lista de tablas.....	ix
Lista de figuras .....	x
Introducción .....	1
CAPÍTULO I .....	4
PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.1.    PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.1.1.    Planteamiento y descripción del problema .....	5
1.1.2.    Formulación del problema general .....	6
1.1.3.    Formulación de los problemas específicos .....	6
1.2.    DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN .....	6
1.3.    JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
1.4.    ALCANCES Y LIMITACIONES .....	7
1.4.1.    Alcances .....	7
1.4.2.    Limitaciones .....	7
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO .....	8
2.1.    Antecedentes .....	9
2.1.1.    Antecedentes Internacionales .....	9
2.1.2.    Antecedentes Nacionales.....	11
2.2.    MARCO TEÓRICO .....	13
2.2.1.    Radiación ultravioleta .....	13
2.2.2.    Tipos de radiación .....	13
2.2.3.    Tipos de radiación ultravioleta .....	16
2.2.4.    Radiación UVC y sus efectos en el hombre.....	20
2.2.5.    Radiación UVC modo seguro.....	21
2.2.6.    Ampolla de vapor de mercurio .....	21
2.2.7.    Definición de los virus .....	22
2.3.    Marco metodológico .....	25
2.4.    Marco legal.....	26
CAPÍTULO III: DESARROLLO .....	27

3.1	Análisis de la situación actual con informes estadísticos hechos por el Ministerio De La Salud (MINSa) Y La Organización Mundial De La Salud .....	28
2.1.1.	La Tuberculosis en Perú.....	30
2.1.2.	La TBC en el centro de labores .....	31
2.1.3.	Transmisión de la TBC en el transporte público .....	32
2.1.4.	Probabilidades de desarrollar la TBC.....	36
3.2.	DETERMINAR EL TIPO DE RADIACIÓN EL CUAL DAÑA AL VIRUS DE LA TBC CAUSÁNDOLES UNA MUTACIÓN EN SU ADN. ....	37
3.2.1.	Características Del Microbacterium Tuberculosis.....	37
3.2.2.	Fuente Generadora De Radiación UVC. ....	39
3.2.3.	Obtención Del Mercurio De Diversas Fuentes. ....	41
3.2.4.	Formas De Absorción Del Mercurio. ....	41
3.3.	Diseño y calibración del dispositivo emisor de radiación ultravioleta con fines de aplicación en el transporte público para atenuar las posibles situaciones de transmisión del virus de TBC... 43	
3.3.1	Función de sistemas de lámparas de bajo consumo. ....	43
3.3.2	Foco de vapor de mercurio .....	46
3.3.3.	Estructura de un circuito electrónico de 15-20 watts. ....	50
3.3.4.	Funcionamiento del foco de mercurio.....	51
3.3.5.	Estructura completa del circuito electrónico.....	54
3.3.6.	Estructura completa de la ampolla de cuarzo con vapor de mercurio.....	62
3.3.7.	Funcionamiento físico del dispositivo electrónico emisor de radiación UVC.....	63
3.3.8.	Radiación emitida por el dispositivo electrónico .....	64
3.3.9.	Virus sensible a la radiación UVC.....	69
3.4	SIMULANDO LA FRECUENCIA DE LONGITUD DE ONDA, POTENCIA Y SU ESPECTRO DE EMISIÓN .....	71
3.4.1	Frecuencia de trabajo del circuito electrónico.....	71
3.4.2	Frecuencia del circuito de salida para el transporte público a corriente continua DC 12 V.....	72
3.4.3	Estructura del circuito de 12 voltios para el transporte público .....	72
3.4.4	Requerimientos para que funcione el dispositivo emisor de radiación ultravioleta..	73
c)	Cálculo de la energía a 254 nanómetros emisión de la ampolla de vapor de mercurio. ....	86
	CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO .....	97
4.1.	ANÁLISIS DE COSTOS.....	98
4.1.1.	Presupuesto .....	98
4.2.	ANÁLISIS DE BENEFICIOS.....	99



4.2.1	Beneficios tangibles.....	99
4.2.2	Beneficios tangibles.....	99
4.3.	CONSOLIDADO DE COSTO BENEFICIO .....	100
4.4.	CONSOLIDADO DE COSTO/ BENEFICIO.....	100
4.4.1	Desarrollo del flujo de caja.....	100
	Conclusiones .....	103
	Recomendaciones .....	104
	Glosario .....	105
	Referencias.....	106

## Lista de tablas

Tabla 1: Defunciones estimadas y tasas de mortalidad por tuberculosis realizadas entre 2001-2011.....	33
Tabla 2: Longitud de onda de rayos UV.....	38
Tabla 3: Virus sensibles a la radiación ultravioleta con una eliminación al 99% .....	70
Tabla 4: Equipos y accesorios .....	98
Tabla 5: Gastos pre-operativos .....	101
Tabla 6: Total equipos y accesorios.....	102
Tabla 7: Mano de obra.....	102

## Lista de figuras

Figura 1: Clasificación de partículas .....	14
Figura 2: Tipos de radiación ionizante .....	15
Figura 3: Tipos de radiación no ionizante .....	16
Figura 4: Penetración de los rayos UVA-UVB-UVC en la piel .....	17
Figura 5: Penetración de los rayos UV en la piel.....	19
Figura 6: Penetración UV-C en la dermis .....	20
Figura 7: Tipos de virus.....	22
Figura 8: Estructura molecular de la TBC.....	24
Figura 9: Casos de TBC por cada 100 000 habitantes a nivel mundial en el 2014.....	29
Figura 10: Tasas de fallecidos por TBC a excepción de personas que padecían SIDA 2014. ...	29
Figura 11: Distribución de los casos de TBC 2011.....	31
Figura 12: distribución geográfica de la TBC en el Perú.....	35
Figura 13: Bacilos de koch (TBC) .....	37
Figura 14: Mercurio liquido.....	41
Figura 15: Ampolla de Cuarzo .....	46
Figura 16: Densidad espectral.....	48
Figura 17: Circuito electrónico de 20w .....	51
Figura 18: Diodos 1N4007 .....	55
Figura 19: Resistencias de valores variados.....	56
Figura 20: Fusible .....	57
Figura 21: Capacitores electrolíticos y de Cerámico .....	58
Figura 22: Transistores MJE1301 .....	59
Figura 23: Transformador toroidal.....	60
Figura 24: Transformador tipo Filtro.....	61
Figura 26: Estructura completa de la ampolla de cuarzo .....	62
Figura 27: Estructura del circuito electrónico de 20w a 220v AC .....	63
Figura 28: Circuito a 20 watts de potencia con una alimentación de 220 v AC.....	64
Figura 29: conectando el dispositivo electrónico .....	65
Figura 30: Conexión a la corriente alterna.....	66
Figura 31: Dispositivo UVC en Funcionamiento.....	67
Figura 32: Generando UVC Germicida a través de la ampolla de cuarzo .....	68
Figura 33: Estructura básica del virus .....	69
Figura 34: Frecuencia de 60 HZ .....	71
Figura 35: TIP 41C.....	79
Figura 36: Data Sheet Transistor TIP 41C.....	80
Figura 37: Capacitores de valores variados .....	80
Figura 38: Diodo .....	81
Figura 39: Disipador .....	81
Figura 40: Transformador Inductivo .....	82
Figura 41: Batería de 12v a 4 Amperios .....	82
Figura 42: Estructura DC.....	84
Figura 44: Circuito de 12 v.....	89
Figura 45: Sistema montado .....	89
Figura 46: sistema de radiación UVC puesto a prueba .....	90

Figura 47: sistema Generando radiación UVC germicida .....	91
Figura 48: Sistema de radiación ultravioleta germicida.....	92
Figura 49: Medición de Intensidad.....	93
Figura 50: Implementación del sistema en funcionamiento .....	94
Figura 51: Destrucción de ADN .....	95
Figura 52: Desinfección UV .....	96

## Introducción

Estudios realizados en la (OMS), que por sus iniciales significa Organización Mundial de la Salud, nos informa que la tuberculosis se ubica en el puesto número 10 como causa principal de muerte a nivel mundial, estudios realizados durante el año 2016, informa que en ese mismo año 10.4 millones contrajeron TBC y, aproximadamente 2 millones perecieron por el bacilo de Koch. Dentro de estas cifras, 0.4 millones padecía además de VIH, la (OMS), indica que más del 95% de muertes a causa de esta enfermedad se produce en la población de bajos recursos económicos.

Más del 50% de mortalidad que se da por esta enfermedad está liderado por seis países: India, Indonesia, China, Nigeria, Pakistán Y Sudáfrica.

Se tiene un aproximado de que en el año 2016 un millón de niños enfermaron, de los cuales 170 000 perecieron a causa de esta enfermedad. En este mismo año 480 000 personas desarrollaron tuberculosis multirresistente (TB-MDR).

La tuberculosis es una enfermedad infectocontagiosa granulomatosa crónica, que principalmente ataca a los pulmones, aunque también puede atacar diversos órganos del cuerpo humano, es transmitida de persona en persona, a través de las gotitas que una persona con TBC, emite al estornudar, toser, cantar y hablar. Son estas gotitas que contienen los bacilos de Koch, cada gotita puede contener de 1 a 3 bacilos tuberculosos, estos virus son de dimensiones de entre (1 a 5) micrómetros de diámetro y pueden evaporarse y permanecer en el aire durante varias horas, así pueden desplazarse de un lugar a otro a través de las corrientes de aire.

En la actualidad la tuberculosis sigue siendo un gran problema de salud pública debido al daño que ocasiona por la tasa de mortalidad que posee. Esta enfermedad requiere de condiciones ambientales, sociales, sanitarias e individuales que son factores que predisponen la TBC. Los malos hábitos alimenticios, el abuso de alcohol, drogas, y sida disminuyen la inmunidad del cuerpo humano haciendo posible su aparición. Las personas infectadas con los bacilos de Koch tienen un 10% de posibilidad de hacer desarrollar la enfermedad durante su vida cotidiana. Las personas que padecen de VIH,

inmunodeprimidas, desnutrición o diabetes, así como los consumidores de alcohol y tabaco corren un mayor riesgo de activar y desarrollar la enfermedad.

La tuberculosis pulmonar es la más frecuente que se da en casi todos los pacientes y representan alrededor del 80 al 85% total de los casos, estos se manifiestan con síntomas de tos seca, o productiva (tos con flema), punzadas en la caja torácica y síntomas generales como son: anorexia, anemia, sudoración nocturna, astenia, adinamia y fiebre prolongada. La tuberculosis extra pulmonar a diferencia se da entre el 15 y 20% de todos los casos reportados con TBC, que además del pulmón afectara otros órganos, los casos más frecuentes son la pleural y la ganglionar, seguidas por la genitourinaria, de acuerdo al órgano afectado se presentaran los síntomas.

PLOS ONE publicó en 2015 un artículo elaborado por el Dr. Carlos Zamudio perteneciente al Instituto de Medicina, con un determinado número de investigadores peruanos y norteamericanos, encontraron evidencia que la posibilidad de contagiarse de tuberculosis es mayor en personas que usan constantemente el servicio de transporte público de Lima, en zonas con mayor incidencia de la enfermedad.

El trabajo realizado por los investigadores se enfocó en San Juan de Lurigancho (S JL), perteneciente al distrito de Lima-Perú debido a las características muy particulares: tienen una población de (1 038 495 habitantes), según un censo elaborado en el año 2017, este distrito concentro el 13% de los casos de TBC y el 18.2% de TBC multirresistente (MDR) del Perú.

En el año 2012, La Agencia De Salud Pública De Canadá, publicó en uno de sus artículos, donde indica que el virus de la TBC muere a temperaturas superiores a 65 °C durante 30 minutos. Se inactivan con la luz ultravioleta y con el calor húmedo a 121 °C durante alrededor de 15 minutos.

En el primer capítulo, se analiza la situación actual acerca de un sistema de radiación ultravioleta actual. Esto será conociendo usos que actualmente emplean estos sistemas para su diseño en software e identificar las plataformas para el desarrollo que estén más al alcance de un bajo costo.

En el segundo capítulo, se toman en cuenta los requisitos técnicos para su desarrollo en el diseño del sistema de radiación ultravioleta, convenientemente

la plataforma a usar deberá ser una en la que se pueda diseñar con un software como proteus esto para mostrar el esquema.

En el tercer capítulo, inicia con el desarrollo de la estructura del dispositivo emisor de radiación ultravioleta, también se procederá a implementar y verificar el funcionamiento del diseño del sistema de radiación ultravioleta, al inicio usando una computadora y el diseño en físico para su observación.

En el cuarto capítulo, se realizarán los costos y beneficios del proyecto del diseño del sistema de radiación ultravioleta para reducir el número de pacientes que se infectan por la tuberculosis en el transporte público.

**CAPÍTULO I**  
**PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL**  
**PROBLEMA**



## **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1.1. Planteamiento y descripción del problema**

Según la organización mundial de la salud la tuberculosis es la décima causa de muertes en el planeta, y que durante el año 2015 enfermaron más de 10 millones de personas y que aproximadamente 2 millones de estas fallecieron a causa de los bacilos de Koch, y la mayoría de decesos por esta enfermedad se dan en los países de más bajos recursos por no tener los medios para su desarrollo.

La TBC se propaga por el aire, una persona infectada que se desplaza de un lugar a otro, en un determinado transporte público, al toser o estornudar expulsa bacilos de Koch que ingresan a través del sistema respiratorio de uno o varios individuos que viajan en el mismo servicio de transporte público, de esta manera un individuo es infectado por la bacteria.

PLOS ONE publicó en 2015 un artículo elaborado por el Dr. Carlos Zamudio perteneciente al Instituto de Medicina, con un determinado número de investigadores peruanos y norteamericanos, encontraron evidencia que la posibilidad de contagiarse de tuberculosis es mayor en personas que usan constantemente el servicio de transporte público de Lima, en zonas con mayor incidencia de la enfermedad.

El trabajo realizado por los investigadores se enfocó en San Juan de Lurigancho (S JL), perteneciente al distrito de Lima-Perú debido a las características muy particulares: tienen una población de (1,038 habitantes/Km<sup>2</sup>, según un censo elaborado en el año 2017, este distrito concentró el 13.3% de los casos de TBC y el 18% de TBC multirresistente (MDR) del Perú.

Si esto no se resuelve el número de personas infectadas que usen un servicio de transporte público en el país seguirá aumentando considerablemente, se debe buscar una manera de evitar el contagio en el servicio de transporte público.

### **1.1.2. Formulación del problema general**

¿Cómo reducir la cifra de pacientes infectados por el mycobacterium tuberculosis en el transporte público?

### **1.1.3. Formulación de los problemas específicos**

**PE1:** ¿Cuál es el índice, de personas que adquieren enfermedades por vía aérea en el transporte público?

**PE2:** ¿Qué tipo de radiación es la más adecuada para reducir el número de pacientes con riesgo de infección en el transporte público?

**PE3:** ¿Cuál sería la arquitectura del sistema emisor de radiación ultravioleta para reducir el contagio por el mycobacterium tuberculosis en el transporte público?

**PE4:** ¿De qué forma se puede validar el sistema emisor de radiación ultravioleta para reducir el contagio por el mycobacterium tuberculosis en el transporte público?

## **1.2. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Objetivo general**

Diseñar un dispositivo emisor de radiación ultravioleta para reducir el número de pacientes que se infectan a causa de mycobacterium Tuberculosis en el transporte público.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

**OE1:** Definir la situación actual con informes estadísticos hechos por el (MINSA).

**OE2:** Determinar el tipo de radiación el cual daña a la TBC causándoles una mutación en su ADN.

**OE3:** Diseñar el sistema de radiación para el transporte público y atenuar las posibles situaciones de transmisión de la TBC.

**OE4:** Implementación del circuito electrónico en físico.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Justificación técnica**

El proyecto es viable para su implementación ya que dentro del metal pesado que se va usar es el mercurio que se encuentra al interior de las ampollitas de los postes de alumbrado público, además se sabe que la unión europea establece los límites de dosis de radiación UVC en longitudes de onda a 254nm, 0,6 mJ/cm<sup>2</sup> que también es lo mismo 60 J/m<sup>2</sup>.

#### **1.3.2. Justificación económica**

El proyecto consta de un precio accesible para su implementación en los servicios de transporte público, en ese sentido es necesario recalcar que, a un plazo corto de su implementación, esta será a favor de la empresa de transporte público.

#### **1.3.3. Justificación social**

El proyecto, permitirá reducir la probabilidad de adquirir la tuberculosis en las personas que usan un determinado transporte público, junto a una o varias personas portadoras de los bacilos de la TBC.

### **1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES**

#### **1.4.1. Alcances**

El diseño del proyecto está orientado a reducir el número de pacientes infectados por el mycobacterium tuberculosis en el transporte público.

El presente trabajo está orientado a reducir considerablemente la propagación de la bacteria en el transporte público.

#### **1.4.2. Limitaciones**

Poca información sobre radiación ultravioleta en el país.

Actualmente la radiación ultravioleta UV-C en nuestro país no se aplica a la población.

## **CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO**

## **2.1. Antecedentes**

### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

El primer trabajo de investigación pertenece a Mabel Gerbaudo. (2009), quien realizo la tesis “Efectos biológicos en radiaciones electromagnéticas”, que fue publicado por la Universidad de Córdoba (argentina) en ciencias de la salud, por el título de doctor en ciencias de la salud con orientación en tecnología médica.

De esta investigación se puede tomar como primer enfoque, el riesgo que produce la radiación ultravioleta UVA, y los efectos que producen sobre la piel cuando se está expuesto a longitudes de onda en clase a radiación UVA, las probabilidades de contraer cáncer son muy elevados al igual que si se interactúa con la radiación UVC, también se tiene en cuenta la distancia, a mayor distancia menor radiación, teniendo en cuenta estos parámetros la radiación que se debe emplear debe ser en radiación UVC. De esta información se puede determinar que la radiación más adecuada a generar es la radiación UV-C por tener efectos mínimos en la salud.

Como segundo antecedente, tenemos al trabajo de investigación perteneciente a Miquel Mulero a (2004), quienes realizaron su tesis “Efecto de radiación ultravioleta sobre procesos de estrés oxidativo e inmunodepresión cutánea.”, que fue presentado en la universidad de Rovira i Virgilio (España), a la facultad de medicina en ciencias de la salud.

De esta investigación se puede tomar como enfoque principal que hay una correlación estrecha entre las células con una gran variedad de sistemas sanguíneos, la radiación UV tiene efectos sobre la piel, esta tesis nos ayuda a saber que la radiación que se va implementar tiene efectos sobre la piel cutánea.

Debemos tener en cuenta el tipo de radiación UV y de qué manera esto afectaría si es que no se usan las longitudes de onda adecuadas, se podría ocasionar daños en la piel. Se sabe que todos estamos expuestos a la radiación ultravioleta y esta es la causa principal de cáncer a la piel por ello tener en cuenta el daño que ocasionaría a la piel si es que no se toman valores adecuados para su emisión.

Como tercer antecedente, tenemos al trabajo de investigación perteneciente a Carvajal García F.A. Y portilla pozo w. P. (2010), quienes realizaron su tesis “diseño didáctico de un tablero equipado con sistemas de protección y medición de lámparas de alumbrado público”, que fue presentado a la facultad en educación ciencia y tecnología en Ecuador en la universidad técnica Ibarra del norte, para obtener el título de tecnólogo en la especialidad de “electricidad”.

Este trabajo se enfoca en diversos tipos de lámparas de vapor de mercurio, que nos servirá para la elaboración de un proyecto de radiación ultravioleta, informa sobre algunas nuevas tecnologías en lámparas de vapor de mercurio el cual es importante debido a que el mercurio es el sistema que emitirá la radiación ultravioleta.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Un primer trabajo de investigación corresponde a Villena Prado G. (2014), quien realizo la tesis “*diseño e implementación de un sistema de medición de radiaciones no ionizantes para ser montado en un vehículo aéreo no tripulado*”

”, Que fue presentado en la Universidad Católica del Perú, para optar por el título de Ingeniero electrónico, en ciencias e ingeniería.

De este trabajo de investigación se sabe que hay dos tipos de radiaciones, las radiaciones ionizantes, las cuales tienen la capacidad de arrancar electrones de la materia ocasionando daños severos a la piel, y las radiaciones no ionizantes, las cuales son las que no tienen energía suficiente para arrancar electrones de la materia, por ello se puede determinar que la radiación que se va emplear es una radiación no ionizante, puesto que no tiene energía suficiente para desprender electrones de los átomos de la piel evitando así desarrollo de cáncer cutáneo.

El segundo trabajo de investigación corresponde a Flores Mariños B. (2011), quien realizo la tesis “Diseño Y Validación De Un Método De Análisis Por Espectrofotometría UV-Vis Para Cinc (II) Y Mercurio (II) En Muestras Acuosas”, Que fue presentado en la Universidad Católica del Perú, para optar por el título de Licenciada Química, en la carrera de Ciencias e Ingeniería.

De esta tesis se puede obtener diversos datos de información de la cantidad de mercurio que se va usar para producir la luz ultravioleta, cuando el mercurio es excitado con otras sustancias los daños que puede ocasionar a cortas distancias en una persona que se expondría a esta luz, pero se puede remplazar por algunos químicos como podría ser el surfactante Tritón

X-100, en caso de no lograr obtener el mercurio y que a su vez tiene residuos menos dañinos.

El tercer trabajo de investigación corresponde a Monteagudo Montenegro F. (2002), quien realizó la tesis “Contaminación por mercurio en población filomena-Ayacucho-Perú”, que fue presentado en la Universidad Mayor de San Marcos, por el título en Químico Farmacéutico, en la facultad de Bioquímica y Farmacia.

De esta investigación se sabe que el mercurio es altamente dañino y que las mujeres tienen más facilidad de absorción de esta sustancia química por ello se debe tener en cuenta la distancia de radiación y la cantidad de mercurio que se empleara, a mayor distancia menor radiación y menor absorción de energía UVC, evitando el contacto directo con el mercurio.



## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Radiación ultravioleta**

La radiación ultravioleta se denomina energía electromagnética que tienen longitudes de ondas pequeñas a las cuales el ojo humano no puede detectar, está comprendida entre los 400 nm y 100nm, está en longitudes de onda más cortas de lo que los humanos detectan como el color violeta, pero esta onda es invisible al ojo humano ya que está por encima del espectro visible. Esta radiación es particularmente del sol ya que este es el que emite estas radiaciones ultravioletas de forma natural y tienen muchas consecuencias en la salud de la piel ya que se puede catalogar como radiación ionizante y radiación no ionizante.(World Health Organization, 2003)

### **2.2.2. Tipos de radiación**

#### **A. Radiación ionizante**

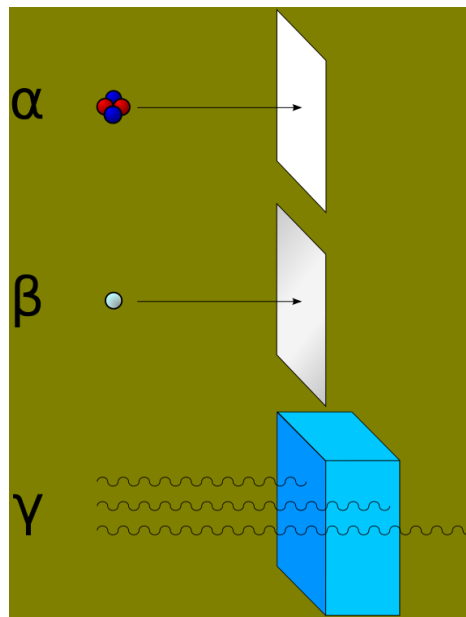
La radiación ionizante es aquella radiación que tiene suficiente energía y que es capaz de ionizar a la materia viva, debido a que puede extraer los electrones que están ligados con el átomo, estas radiaciones son generadas por sustancias reactivas, como tal es el caso de los rayos X y también tenemos los que son aceleradores de partículas.(“Radiaciones ionizantes,” 2016)

Las fuentes generadoras de radiaciones ionizantes se encuentran de forma natural en la corteza terráquea y se puede clasificar de la siguiente manera:

- Partículas Alfa.
- Partículas Beta.
- Rayos Gamma.
- Rayos X.
- Aceleradores de partículas.

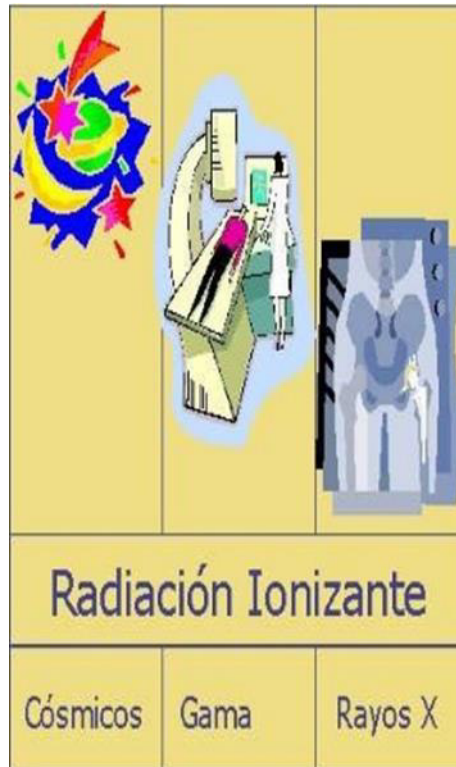
Estas radiaciones ionizantes tienen la capacidad de interactuar con materia viva, y eso a su vez tiene muchas consecuencias, pero del estudio de esto se encarga la radiobiología, su uso de estas vienen desde su descubrimiento en el año 1895

industrialmente en la medicina como son los rayos X los más conocidos.



**Figura 1: Clasificación de partículas**

**Fuente: Porosilmu**



**Figura 2: Tipos de radiación ionizante**

**Fuente: Tomasavargas**

La luz ultravioleta fue descubierta en 1801 por un físico alemán Wilhelm Ritter Johann el descubrió los rayos que estaban ubicados atrás del extremo del color violeta.

## **B. Radiación no ionizante.**

La radiación no ionizante es aquella partícula o también pueda ser una onda que no es capaz de arrancar cierto número de electrones de la materia, es decir no produciendo daños severos como lo son otras radiaciones ionizantes, también tenemos la radiación óptica denominada también no ionizante, pero puede producir diversos efectos sobre la vista del ser humano en total se definen cinco, que son:

- Quemaduras de retina.
- Fotorretinitis.
- Fotoqueratitis.
- Fotoconjuntivitis.

- Cataratas.



Figura 3: Tipos de radiación no ionizante

Fuente: Tomasavargas

### 2.2.3. Tipos de radiación ultravioleta

#### A. Radiación UVA

La radiación (UVA) esta radiación se encuentra en la totalidad de la capa terrestre es una radiación que tiene la capacidad de broncear rápida y fácilmente la piel cutánea pero los efectos de este bronceado no suelen ser permanentes por lo contrario desaparecen rápido, estos rayos ultravioleta (UVA pueden penetrar fácilmente el vidrio y lograr llegar a las capas de la dermis completamente, donde logran generar gran cantidad de radicales libres los cuales provocan graves alteraciones en las células también hacen que la piel envejezca más rápido, así llegan a tener un envejecimiento prematuro, debido a que la piel esta expuestas a estos rayos UVA y por el tamaño de su longitud de onda genera cáncer a la piel.(Rodríguez Lozano Ángel, 2007)

## B. Radiación UVB

Los rayos UVB pueden penetrar menos que los UVA, pero son más reflejantes; más del 80% de estos rayos son inhibidores en la capa de ozono y también por el oxígeno que se encuentra en el interior de la tierra, pero es más dañina a la biosfera, tienen un alto impacto en la piel debido a que su proceso se da con lentitud después de haber iniciado un efecto instantáneamente, nosotros lo podemos observar en muchos casos diarios como el bronceado de piel, es generalmente aprovechado para la obtención de la vitamina D, pero pueden penetrar fácilmente lentes de sol, telas y bloqueadores solares, pero una persona que es expuesta progresivamente a estos rayos ultravioleta deprimirá el sistema de la capa de corneas y hace que el ojo los absorba fácilmente, el daño que genera es similar a estar expuesto a calor directo algunos ejemplos de estos es ampollas en la piel, ardor dolor y leves desprendimientos de piel. (Rodríguez Lozano Ángel, 2007).

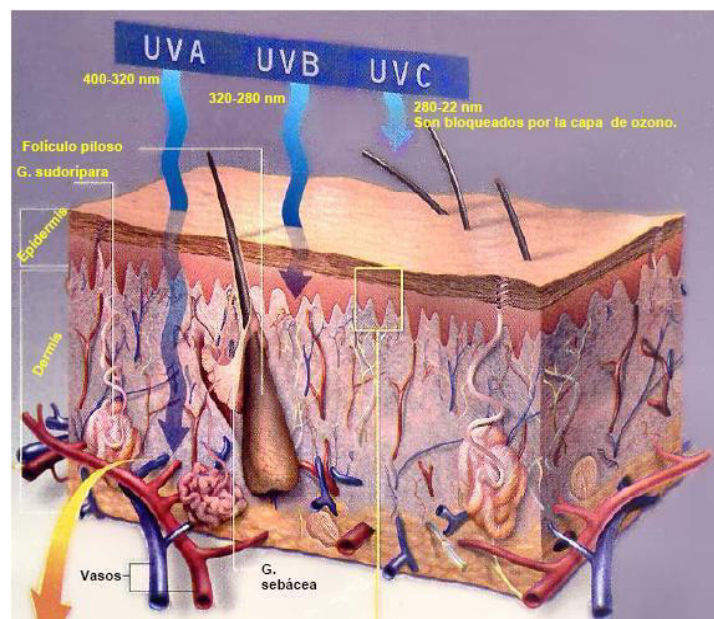


Figura 4: Penetración de los rayos UVA-UVB-UVC en la piel

Fuente: Jablonski N y Chaplin G. Scientific American 2002

### C. Radiación UVC

Los rayos UVC son emitidos por el sol pero estos rayos son totalmente reflejados es decir absorbidos por nuestra atmosfera que es la que impide que pasen a la tierra y no causan daños a la piel de todo esto nos protege la capa de ozono.(Rodríguez Lozano Ángel, 2007)

Se dice que mientras más viejo uno es se vuelve más vulnerable a los rayos ultravioletas de cualquier gama.

El ADN tiene una estructura de doble hélice que tiene una base de parejas de purina y piridina, estas parejas de bases vienen a ser las que tienen información del ADN de esto podemos distinguir algunos tipos.

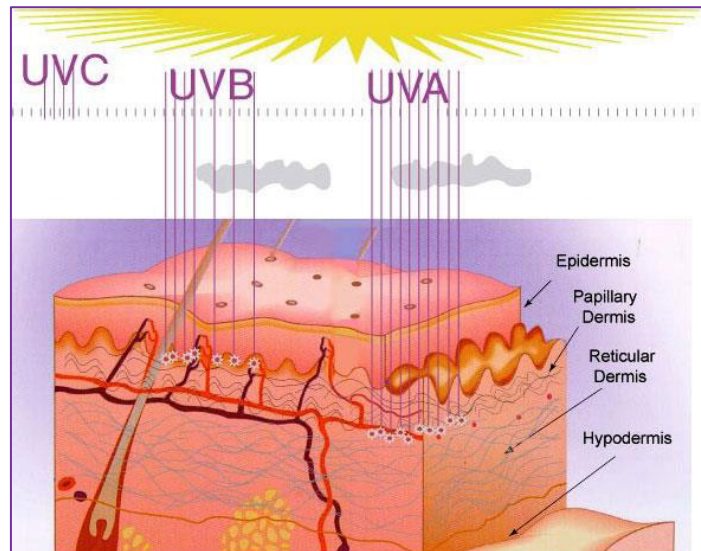
- Citosina.
- Timina.
- Guanina.
- Adenina.

Durante los años que se realizó estas investigaciones permitieron averiguar más sobre la radiación UVC de onda corta, y si esta radiación UVC contiene una elevada concentración de energía ocasiona en las timinas unas alteraciones a las células lo que comúnmente se conoce como efecto fotoquímico.

Esto hace encadenar dos portadoras de energía totalmente diferentes y producen una modificación a nivel molecular, así el ADN pasa a dañarse y es imposible que siga con el proceso biológico que consiste en la transcripción esencial de la estructura y da paso a la división celular, por ello una bacteria que sea expuesto a un tipo de radiación perecerá en consecuencia.(Cairns, 1998)

Desde hace muchos años se le otorgaba al sol una fuerza curativa sin saber porque, es decir porque nos enfermamos menos en verano que en invierno, y muchas personas al estar resfriados al exponerse al sol se mejoraban, se sabe a partir del

año 78 Arthur Downes y Thomas Blunt dos científicos ingleses lograron descubrir que diversos microorganismos como bacterias dejaban de reproducirse al estar expuestos a determinada radiación solar, pero tuvo que pasar muchos años más para que llegaran a lograr ver una relación acerca de las longitudes de ondas que están entre 250 y 270 nm que es una parte de la banda C de onda corta (UVC).(Downes & Blunt, 1877)



**Figura 5: Penetración de los rayos UV en la piel.**

**Fuente:opticamasias.wordpress.com**

## 2.2.4 Radiación UVC y sus efectos en el hombre

Concentraciones elevadas de radiaciones en longitudes de onda corta como los rayos UVC provocan a la piel enrojecimiento así como otros daños a la vista como conjuntivitis e inflamaciones.(L. Salud, Los, Electricos, & Magneticos, 2010)

Es por eso que la unión europea establece los límites de dosis de radiación UVC en longitudes de onda a 254nm, 0,6 mJ/cm<sup>2</sup> que también es lo mismo 60 J/m<sup>2</sup>

En comparaciones con otras radiaciones como la UVA o UVB las radiaciones UVC tienen poca capacidad de penetrar en la piel, por ello la probabilidad de desarrollar algún tipo de cáncer a la piel debe determinarse como radiación UVC extensiva que se daría en partes del cuerpo que estén más desprotegidas completamente, hasta hoy en día no se ha logrado concluir mediante alguna prueba científica si existe alguna relación entre el tiempo expuesto a la radiación UVC y la posibilidad de desarrollar cáncer pero se sabe que por la longitud de onda no tiene energía suficiente para penetrar la piel.(Cairns, 1998).

## Penetración en la piel

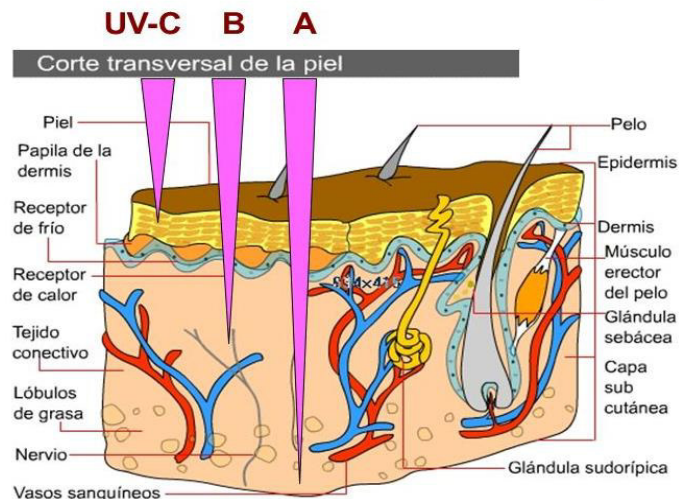


Figura 6: Penetración UV-C en la dermis

Fuente: Slideplayer.es



### **2.2.5 Radiación UVC modo seguro**

Se sabe que la radiación UVC no tiene la capacidad de penetrar superficies solidas como son cristales, boro, durano, cartón, papel, plásticos de colores o transparentes como el poliuretano.

Las ondas con longitudes visibles a fuentes de luz, de la misma manera la UVC se propaga de forma directa es decir de una forma rectilínea debido a esto esta propagación disminuye notablemente a medida que se va desplazando de su lugar de origen y con ello pues su intensidad va disminuyendo, de esta manera se establece que mientras uno se encuentre más lejos de la fuente de radiación, esta es menos dañina por ello no se puede afirmar que sea un peligro con aparatos que contengan alguna laminilla de cristal si es que se está muy cerca de la fuente generadora de UVC en este caso una persona con anteojos los rayos UVC no penetrar en sus corneas.(Industria Nuclear Española, 2004)

Será inevitable el contacto directo con los ojos y partes descubiertas del cuerpo al estar expuesto a una fuente emisora de radiación UVC en espacio libre, por ello se debe tener siempre en cuenta medidas adecuadas de protección.

### **2.2.6 Ampolla de vapor de mercurio**

La ampolla de cuarzo en su interior contiene una pequeña cantidad de mercurio líquido que al excitarse evapora el metal generando radiación en longitudes de onda corta, esta ampolla la podemos encontrar al interior de los focos de alumbrados públicos en desuso, para la elaboración de este proyecto se procederá a reciclar los focos en desuso de los alumbrados públicos, cuando un foco de vapor de mercurio deja de funcionar principalmente lo que se daña son los filamentos pero la empolla al interior queda intacta, esta ampolla es la que nos servirá para el funcionamiento del sistema emisor de radiación ultravioleta.

## 2.2.7 Definición de las bacterias

Las bacterias son una cantidad de ADN envueltos en una capa de proteínas son estructuras vivas que pueden poseer en su interior un ADN O ARN pero nunca los dos a la vez de acuerdo al virus, estos virus no llegan a tener la complejidad de una célula ya que no poseen ciertas enzimas en su interior que sean capaces de realizar la denominada función de nutrición, debido a esto las bacterias son denominados una forma de vida acelular, son virus que necesitan de un huésped es decir un ser vivo para que puedan reproducirse o multiplicarse, los virus son 10 veces más pequeños que una bacteria es por ello que estos virus solo pueden verse con un microscopio electrónico.(Arbiza, 2008)

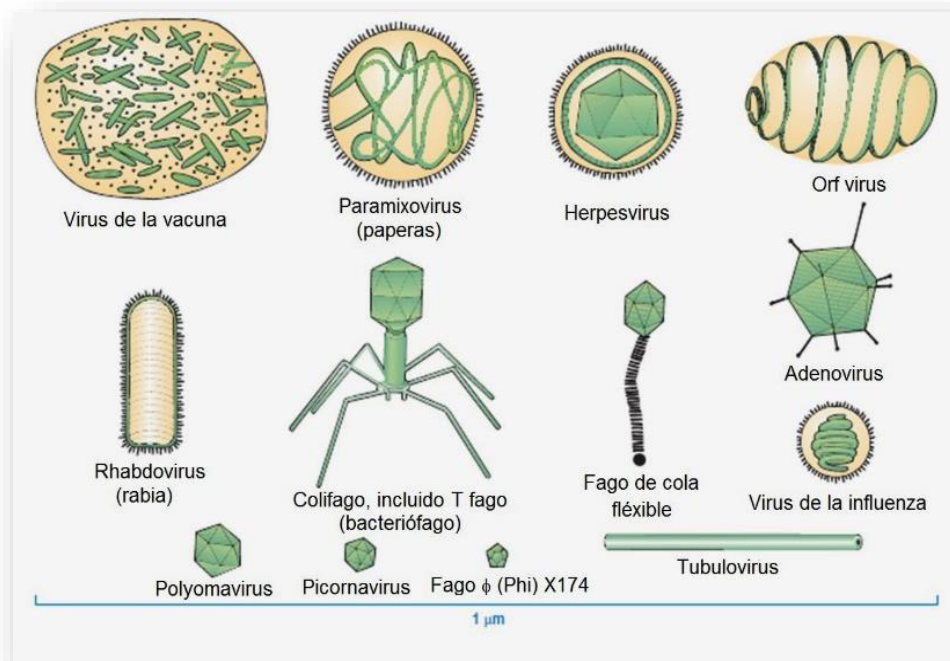


Figura 7: Tipos de virus

Fuente: Denissmogo

Los virus tienen la capacidad de infectar todo tipo de ser viviente u organismo ataca plantas, animales e incluso bacterias, también infectan otros virus por ello se les asignó un nombre virofagos. El primer virus conocido fue el virus del mosaico del tabaco que fue descubierto en el año 1899 por Martinus Beijerinck hasta la actualidad se han descrito más de 5000 tipos, aun así se estima que podrían ser millones y de diferentes tipos, puesto que estos se encuentran dispersos en todos los ecosistemas y se sabe que son los más abundantes entidades biológicas, la virología es el nombre que recibe el estudio de los virus que viene a ser una rama de la microbiología.(Arbiza, 2008).

#### **A. Estructura molecular de la TBC**

Como sabemos a diferencia de los priones y viroides, los virus en su mayoría se componen de dos e incluso hasta tres partes.

- **ADN O ARN.-** es la que porta la información hereditaria(Arbiza, 2008)
- **Cápside.** - es una cubierta proteica la cual está encargada de proteger a estos genes, es una capa externa que protege al genoma viral de la acción de nucleasas, así como también de diversos factores externos. Los virus desnudos carecen de esta cápside llamada también envoltura, la se encarga de la unión de la célula que será infectada por el virus a través de alguna de sus proteínas, la cápside tiene algunas proteínas que contienen antígenos contra que el sistema inmune del huésped realizara la elaboración de determinados anticuerpos para defender al organismo de estos virus.(Arbiza, 2008)
- **Envoltura vírica.** - esta envoltura vírica se puede encontrar en algunos virus, es una bicapa lipídica la cual los rodea cuando estos están fuera de la célula.

## ESTRUCTURA MOLECULAR DE LA TBC

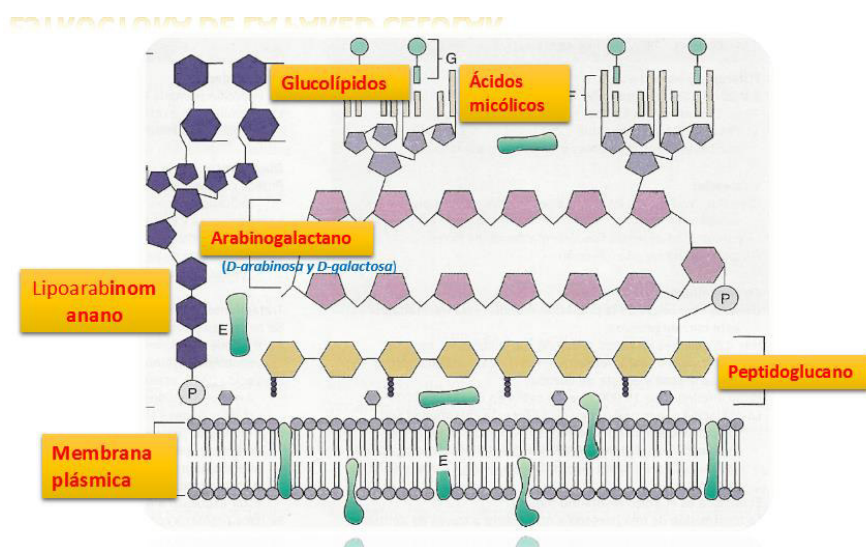


Figura 8: Estructura molecular de la TBC

Fuente: Antgenos-de-micobacterias

## 2.3

### **Marco metodológico**

El marco metodológico, se utilizarán los conocimientos teóricos en el área de circuitos electrónicos y de química adquiridos en la universidad y por otros medios para el desarrollo del trabajo de investigación.

En primer lugar, se analizará la situación actual con los informes estadísticos realizados por el ministerio de salud y la organización mundial de la salud para determinar la situación actual de contagios y muertes por contagio de tuberculosis en el transporte público.

Segundo, se tomarán en cuenta los estudios teóricos para su diseño en software, convenientemente la plataforma a usar deberá ser una en la que se pueda implementar software libre, en este caso proteus.

Tercero, se iniciará con el desarrollo circuito de la estructura del dispositivo emisor de radiación ultravioleta el cual debe estar bien estructurado y ordenado al momento de su operación.

Cuarto, Se procederá a simular y verificar el funcionamiento del sistema diseñado y simulado, al inicio usando un pc, posteriormente se mostrará en físico para su observación.

## 2.4.

### **Marco legal**

#### **Ley 30102**

La ley 30102 establece medidas adecuadas para prevenir efectos dañinos a la salud al estar expuestos a diversos tipos de radiaciones.

#### **Artículo 1. Objeto de la Ley**

Las instituciones públicas y privadas están obligadas a establecer medidas adecuadas de protección para disminuir efectos perjudiciales en la salud.

**Artículo 2.** Exigencia a los órganos supremos de las instituciones públicas y privadas.

Los jefes de las instituciones ya sean públicas o también llámense privadas están obligados a capacitar informar y prevenir efectos perjudiciales a la salud en relación a las radiaciones expuestas.

Tienen la obligación de desarrollar actividades para desarrollar y sensibilizar a su personal sobre las causas daños y consecuencias de las radiaciones.

En la ley 30102 establece medidas adecuadas para prevenir efectos dañinos en la salud, personalmente estoy de acuerdo hasta ese punto, pero considero que deberían ser más específicos no solo con decir que hace mal las radiaciones, sino que deberían establecer exactamente los rangos de longitudes de onda UV puesto que hay muchos rangos de radiaciones, pero no todos son dañinos.

En el artículo 2 de la ley estoy de acuerdo con la capacitación de los órganos supremos de las instituciones para capacitar a su personal sobre los daños y consecuencias que estas producen.

## **CAPÍTULO III: DESARROLLO**

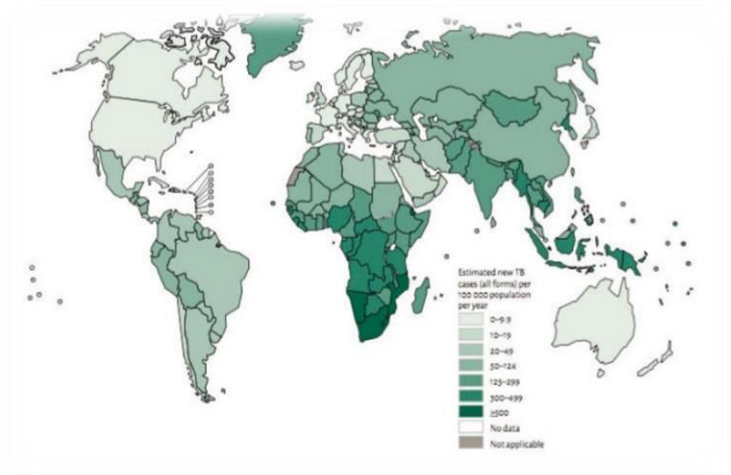
### **3.1 Análisis de la situación actual con informes estadísticos hechos por el Ministerio De La Salud (MINSA) Y La Organización Mundial De La Salud**

Aproximadamente dos de cada seis personas están infectadas por el bacilo de Koch, que hace que la tuberculosis se vuelva una enfermedad muy importante a la cual hay que tomar con mucha seriedad a nivel mundial.

Esto se le atribuye gracias al mecanismo de transmisión altamente efectivo que tiene al propagarse por vía aérea de persona a persona y hace desarrollar una enfermedad crónica, incapacitante y en muchos casos sus consecuencias son fatales, más en personas que tienen VIH. Se sabe que recientemente estas bacterias se han vuelto más fuertes a las drogas anti-TB que de cierta manera las controlaban pero hoy en día la TBC se ha vuelto inmune a los anti virales que están disponibles. (Krapp, 2015)

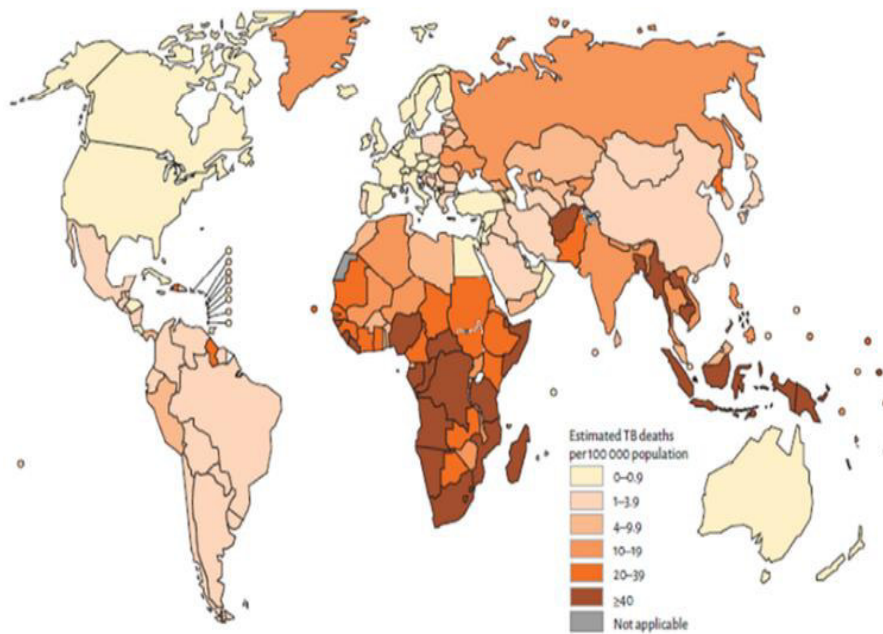
Muchos de todos estos factores han convertido a esta enfermedad en una de las más mortales a nivel mundial, más aún si la enfermedad está asociada a una débil respuesta del sistema de salud en países de desarrollo, debemos tener en cuenta también que el total de personas que están infectadas con el bacilo de Koch no todas activan la enfermedad pulmonar o la extra pulmonar. Se estima que solo el 10% de las personas que se están en la capacidad de desarrollar el virus en el transcurso de su vida se sabe que la mitad lo realizara durante los cinco primeros años después de haber adquirido el bacilo de Koch. (Abreu, Estrada, López, y Rodríguez, 2001).





**Figura 9: Casos de TBC por cada 100 000 habitantes a nivel mundial en el 2014**

**Fuente: Reporte Global Tuberculosis, 2015**



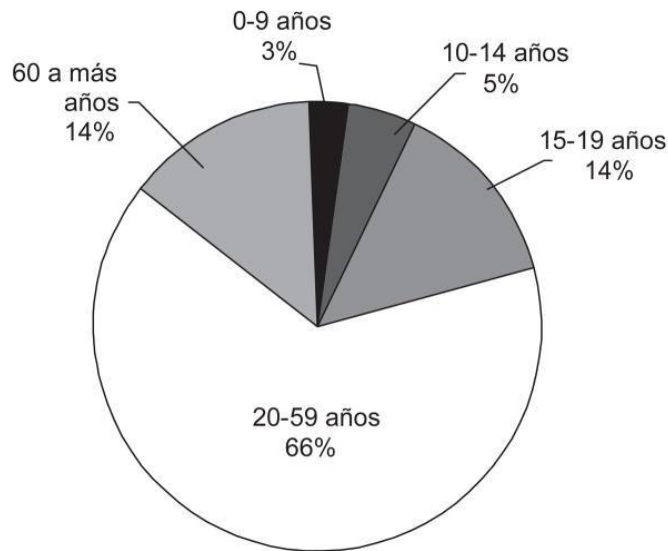
**Figura 10: Tasas de fallecidos por TBC a excepción de personas que padecían SIDA 2014.**

**Fuente: Reporte Global Tuberculosis, 2015.**

### **2.1.1. La Tuberculosis en Perú**

En el Perú se tiene un aproximado que el 30 y el 40% de su población está infectada con el bacilo de Koch (TBC) esto se le atribuye a los trabajadores de salud ya que ellos están en estrecho contacto con estas bacterias ya que mantienen contacto con personas infectadas con el bacilo, los trabajadores de transporte público son otros los afectados debido a que ellos también están en contacto con diversos tipos de personas infectadas que hacen uso del servicio de transporte público, se sabe que cada año en el Perú se reportan 32 mil casos de TBC activa lo que quiere decir que por cada 100 mil habitantes se tienen 108 casos de TBC, gracias a esto el Perú se ocupa en el tercer lugar con la tasa más alta de TBC en América, y está precedida solamente por Haití y Bolivia, la TBC es una enfermedad predominante a varones que pertenecen a la PEA (población económicamente activa). (“OMS | Tuberculosis,” 2017)

A continuación, se detallan los casos registrados de TBC según su grupo en el año 2011 en el Perú, podemos observar que acá predomina la más grande concentración de PEA casos registrados nacionales entre los 15 y 60 años, tenemos el 80% del total de casos.



**Figura 11: Distribución de los casos de TBC 2011**

**Fuente 1: Estrategia Sanitaria Nacional De La Tuberculosis De Salud, marzo 2012**

### **2.1.2. La TBC en el centro de labores**

La TBC es una enfermedad considerada ocupacional o profesional en aquellas personas que la adquieren en sus centros de labores se le denomina (efecto de casualidad) de esto podemos decir que si dichas personas que adquieren el bacilo de Koch no hubiesen adquirido el virus sino desarrollaban dicho oficio o profesión, entonces hubiera sido igual que la población en general. Cuando la TBC afecta directamente a una persona que realiza algún oficio o profesión al estar en contacto directo con personas enfermas de TBC como también podría ser animales enfermos u objetos infectados, en caso no se demuestre una forma de contagio no laboral se le considera una enfermedad profesional. (Mendoza-Ticona, 2012)

A diferencia de los casos de TBC que se contraen en el centro de labores con personas infectadas se podría considerar como enfermedad profesional, es decir si adquieres la enfermedad en el trabajo a través de contagio directo con un acompañante pero con el cual se comparte en mismo clima laboral este no es un caso considerado ocupacional debido a que no es inherente a dicho oficio o profesión en agravio del afectado sino un problema de seguridad laboral. (Mendoza-Ticona, 2012)

### 2.1.3. Transmisión de la TBC en el transporte público

La forma de transmisión de la TBC es vía aérea cuando una persona tose o estornuda expulsa gran cantidad de bacilos los cuales pueden adherirse al polvo y vivir hasta dos días en el ambiente y durar más en esputos y superficies lisas, esta forma de contagio es más difícil de evitar. Si hacemos una comparación con el contagio del VIH, esta se puede prevenir evitando tener relaciones sexuales por voluntad propia, a diferencia de la TBC que estamos expuestos al contagio al viajar en un servicio de transporte público, con el simple hecho de respirar al estar en ambientes estrechos con personas infectadas como pueden ser dormitorios, salas, clínicas y servicios de transportes públicos, servicio interprovincial, etc.(O. P. de la Salud, 2007)

Tomaremos en cuenta que la gran parte de personas trabajan en equipo durante su vida entre 16 y 65 años y que incluso comparten el mismo ambiente laboral ocho horas al día o más, como lo es en el servicio de transporte público el virus de la TBC se puede adquirir por forma efecto-casualidad, además existe un alto índice de contagios entre profesiones y oficios como son:

- *Los trabajadores de transporte público.*
- *Veterinarios.*
- *Doctores.*
- *Enfermeras.*
- *Mineros.*
- *Funerarias.*

Sabemos que la forma de contagio de los bacilos de Koch se da a través de espacio libre, de individuo a individuo de uno a uno, o de uno a varios.(González-Martin, 2014)

La probabilidad de infectarse depende del espacio y del tiempo de permanencia con los bacilos, por ejemplo un microbús con las lunas completamente cerradas, que realiza un recorrido de San Juan de Lurigancho a Ate Vitarte por un periodo de tres horas, que en dicho transporte viaje un paciente infectado con TBC y tosa expulsa una gran cantidad de virus, un virus del bacilo de Koch fácilmente podría

introducirse y hospedarse en cualquiera de los pasajeros y realizar una infección exitosa, más aun si dicho o dichos pasajeros no cuentan con un sistema inmune lo suficientemente fuerte para repeler el contagio.(Mendoza del Solar Octavio, 2014).

**Tabla 1: Defunciones estimadas y tasas de mortalidad por tuberculosis realizadas entre 2001-2011.**

Año	N° De Defunciones Estimadas De Los Registros De Hechos Vitales*	Tasa Ajustada De Mortalidad Por TB (Por 100 Mil Hab.) %
2000	3495	14.8
2001	3464	14.3
2002	3356	13.6
2003	3535	14.2
2004	3482	13.1
2005	3092	11.7
2006	3206	11.9
2007	2747	10.4
2008	3143	11.6
2009	2967	11.1
2010	2634	9.4
2011	2319	8.3
2012	2816	9.9

**Fuente: Acoplado de Sistemas De Hechos Vitales, MINSA. RENACE.**

En la tabla se puede apreciar las defunciones a causa de la tuberculosis con sus respectivos certificados de defunción entre el año 2000 y 2012.

La eficiencia de la infección por la tuberculosis depende mucho de la gran concentración de partículas infectantes que tienen un diámetro de ente (1 a 10  $\mu$ ), y el medio transmisor viene a ser el aire y la sensibilidad para infectarse por el contacto, solo una realización de tos puede expulsar 3000 partículas infectadas con el bacilo de koch que son procedentes del pulmón o laringe, a diferencia de un esputo o flema que no son unos vínculos de transmisión, haciendo excepción de que algunas de estas partículas sean movilizadas por el aire al secarse dichos esputos. (Sutadi, 2003)

Un factor importante es la distancia de entre la fuente emisora y receptora, el riesgo de contagio depende de la distancia entre boca-boca, se sabe que a partir de medio metro de distancia la transmisión disminuye logarítmicamente (a mayor cantidad de distancia mayor es la cantidad de aire almacenada por metro cubico de aire por ello la dilución es mayor y menor son las cantidades de partículas infectadas), por ello para reducir fundamentalmente el contagio es recomendable mantener abiertas las ventanas de los transportes públicos en el que nos desplazamos, además del uso de fuentes de luz UV artificial en la parte alta de las habitaciones y mantener un grado bajo de humedad en el ambiente en el que nos encontremos expuestos.

Por otra parte en lo que concierne a la posibilidad de contagiarse, obedece principalmente a los factores de oxígenos ya mencionados anteriormente, estamos expuestos inevitablemente al virus en un ambiente cerrado en un determinado bus con alguna persona infectada.(González-Martin, 2014)

En nuestro país la tuberculosis no es una enfermedad que no se distribuye homogéneamente en todo el Perú, a continuación, se muestra una tabla con la distribución geográfica del Perú.

Región	Población	Morbilidad		Incidencia		Incid. TBP FP		Mortalidad	
		Casos	Tasa	Casos	Tasa	Casos	Tasa	Casos	Tasa
Callao	1 010 315	2 499	247,3	2 204	218,1	1 271	125,8	129	12,8
Lima Este	2 601 751	5 521	212,2	4 915	188,9	2 929	112,6	126	4,8
Lima Ciudad	4 037 774	7 909	195,9	6 657	164,9	4 300	106,5	218	5,4
Madre de Dios	137 316	222	161,7	208	151,5	160	116,5	11	8,0
Ucayali	495 522	734	148,1	649	131,0	459	92,6	33	6,7
Loreto	1 039 372	1 392	133,9	1 266	121,8	840	80,8	61	5,9
Tacna	341 838	432	126,4	385	112,6	247	72,3	6	1,8
Ica	787 170	901	114,5	761	96,7	463	58,8	35	4,4
Lima Sur	2 250 594	2 449	108,8	2 128	94,6	1 361	60,5	71	3,2
Moquegua	180 477	163	90,3	153	84,8	90	49,9	7	3,9
Lima Provincia	948 132	866	91,3	736	77,6	426	44,9	48	5,1
La Libertad	1 859 640	1 425	76,6	1 270	68,3	804	43,2	56	3,0
Lambayeque	1 260 650	802	63,6	718	57,0	464	36,8	30	2,4
Junín	1 350 783	833	61,7	760	56,3	429	31,8	53	3,9
Arequipa	1 287 205	750	58,3	672	52,2	376	29,2	38	3,0
Ancash	1 148 634	646	56,2	577	50,2	368	32,0	36	3,1
Huánuco	860 537	452	52,5	432	50,2	313	36,4	12	1,4
San Martín	840 790	421	50,1	389	46,3	220	26,2	36	4,3
Cusco	1 316 729	608	46,2	586	44,5	348	26,4	45	3,4
Tumbes	237 685	99	41,7	87	36,6	62	26,1	9	3,8
Ayacucho	688 657	244	35,4	227	33,0	144	20,9	17	2,5
Pasco	304 158	101	33,2	97	31,9	62	20,4	2	0,7
Piura	1 844 129	586	31,8	546	29,6	297	16,1	18	1,0
Amazonas	422 629	123	29,1	119	28,2	64	15,1	0	0,0
Puno	1 415 608	420	29,7	396	28,0	225	15,9	42	3,0
Apurímac	458 830	92	20,1	84	18,3	42	9,2	8	1,7
Huancavelica	494 963	81	16,4	75	15,2	50	10,1	5	1,0
Cajamarca	1 529 755	217	14,2	202	13,2	113	7,4	10	0,7
PERÚ	31 151 643	30 988	99,5	27 299	87,6	16 927	54,3	1 162	3,7

Figura 12: distribución geográfica de la TBC en el Perú

Fuente: ESNPCT-MINSA

En la imagen la tasa de morbilidad se refiere al total de casos nuevos que fueron notificados por el MINSA en el año 2015, la tasa de incidencia hace alusión a los nuevos casos tratados en el mismo año, la tasa de mortalidad se refiere a la cantidad de fallecidos por la enfermedad en el año, todo esto estudios realizados fueron brindados por el ESNPCT (Estrategia sanitaria Nacional de Prevención y Control de la Tuberculosis).

#### **2.1.4. Probabilidades de desarrollar la TBC**

En cambio la posibilidad a enfermarse, es decir a llegar a desarrollar con éxito la enfermedad pulmonar o extra pulmonar activa, principalmente se basa en la respuesta del sistema inmunológico, el cual en determinado momento se verá afectado por eventos exógenos o algunos casos genéticos, así por ejemplo el polimorfismo incrementa considerablemente el riesgo de contraer TBC en Asia y Latinoamérica, además dentro de los aspectos que puedan desarrollar una enfermedad activa podemos mencionar la infección ocasionada por el VIH las recientes infecciones ocasionadas por *Microbacterium Tuberculosis*, las lesiones fibroticas pulmonares que no tienen antecedentes de algún tratamiento realizado, tenemos también la silicosis; el tratamiento con anti factor de necrosis tumoral alfa, las terapias realizadas con inmunosupresores y también la insuficiencia renal.(Mendoza-Ticona, 2012)

Tenemos otros factores con menos evidencia son:

- La diabetes.
- El tabaquismo.
- La desnutrición proteica.
- Las edades avanzadas.
- Enfermedades malignas del sistema enfático.



### 3.2. DETERMINAR EL TIPO DE RADIACIÓN EL CUAL DAÑA AL VIRUS DE LA TBC CAUSÁNDOLES UNA MUTACIÓN EN SU ADN.

#### 3.2.1. Características Del *Microbacterium Tuberculosis*.

- Descubierta por Robert Koch en el año 1882.
- Bacilo aeróbico obligado.
- Mide: 0.5  $\mu\text{m}$  a 0.2  $\mu\text{m}$ .
- Es de multiplicación lenta (12 a 24 horas) tendencia a la cronicidad.
- Depende del oxígeno y del PH circundante.
- Inmóviles y no esporuladas.
- Pared celular rica en lípidos.
- Resistencia a desinfectantes, detergentes, antibióticos, antibacteriano.

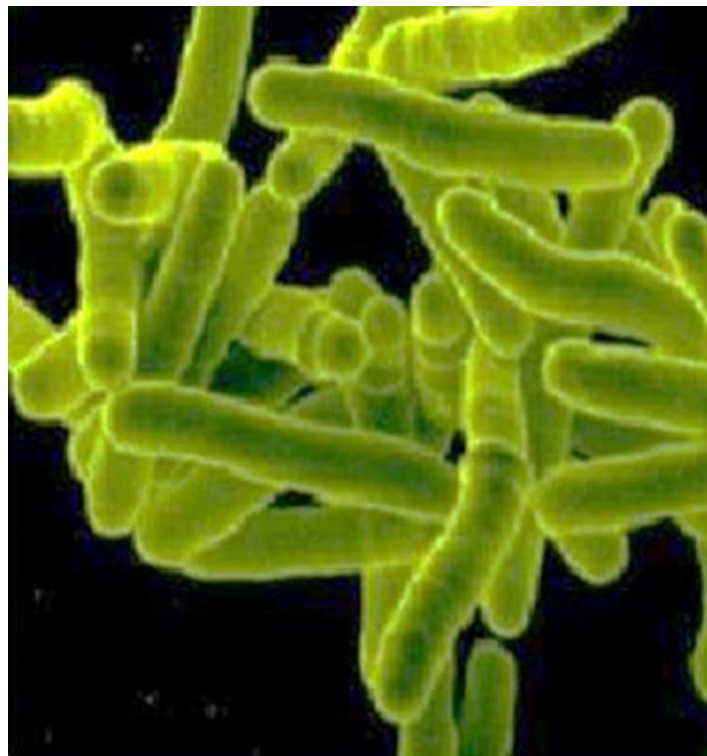


Figura 13: Bacilos de Koch (TBC)

Fuente: Murray P, Rosenthal K,  
Microbiología Médica,  
Bacteriología 5ta ed. (2006) pag.299

Existen varios tipos de radiación ultravioleta entre ellas tenemos los rayos ultravioletas UVA, UVB, Y UVC, estos tipos de radiación están en longitudes de onda que fácilmente penetran en la piel como se mostrara en la siguiente tabla:

**Tabla 2: Longitud de onda de rayos UV.**

<b>Tipod de rayos</b>	<b><math>\lambda</math> (nm)</b>	<b>Efectos sobre la piel</b>
UVA	320-400	Pigmentación inmediata (oxidación de las melaninas presentes en los Melanocitos).
UVB	280-320	Pigmentación retardada (bronceado)
UVC	100-280	Retenidos por la capa de ozono no tienen la energía suficiente para penetrar la piel.

En la tabla podemos observar los tipos de rayos UV y cuál es su longitud de onda, así como los efectos que tiene en la piel los rayos UVA tienen longitudes de onda elevadas las cuales tienen la energía suficiente para penetrar en la piel produciendo oxidación de las melaninas presentes en los Melanocitos, esto debido a que tiene una alta concentración de energía, las personas que están expuestas a estas longitudes de onda están expuestos a desarrollar cáncer a la piel. Lo mismo sucede con los rayos UVB que tiene longitudes de onda elevadas con energía suficiente para penetrar la piel. Los rayos UVA Y UVB están dentro de los rayos más nocivos y peligrosos para la piel.

La región UV se ubica en el espectro de luz visible y también entre los rayos x en el espectro electromagnético exactamente van en longitudes de onda de entre 100-400 nm, rango que es subdividido en UV (320-400) normalmente responsable del bronceado, UVB (280-315) nm) fuente potencial de cáncer por quemaduras de la piel, UVC (100-280 nm), este tipo de radiación es conocida como germicida y tiene un interés constante y elevado en la agroindustria y

UVV (100-220 nm) por ser fuertemente absorbidas por el aire y transportarse en el vacío (Koutchma, Forney & Moraru, 2009).

En la región UVC, las propiedades germicidas atribuidas a lesiones en el (ADN) se incrementan en el rango de (250-274 nm), siendo valores cercanos a 260 nanómetros con una longitud límite de absorción en el ADN, sin embargo, las mutaciones y citotoxicidad provocadas por la foto lesión son resultados de la formación de los fotoproductos pirimidina y pirimidona y dímeros de pirimidina ciclobutano (CPD); estos constituyen el 20-30% y 70-80% del daño inducido, respectivamente, obstaculizan la transcripción, replicación de la información genética, comprometiendo así las funciones celulares llevándola a la muerte.(ClinGen, 1995)

Los rayos UVC que genera el sol no pueden penetrar la capa de ozono, pero al generar radiación UVC de forma artesanal se ha logrado comprobar que por su longitud de onda no tienen energía suficiente para penetrar la piel humana, pero tienen energía suficiente para penetrar en el virus microbacterium tuberculosis desintegrando las proteínas que tienen en su interior produciendo un daño fotoquímico que evita su reproducción dañando su ácido desoxirribonucleico. (Frenzel, 2004)

### **3.2.2. Fuente Generadora De Radiación UVC.**

Un virus que es expuesto a longitudes de onda corta (UVC), es incapaz de reproducirse e infectar. Al inducir la radiación UV-C al virus, se produce la dimerización de moléculas contiguas, principalmente de las tiaminas, provocan el daño fotoquímico, paralizando la reproducción y la capacidad de infestar en un huésped.(CUBEN, 2014)

Las fuentes generadoras de radiación UVC pueden ser naturales o artificiales, naturales provenientes del sol, y artificiales las que el hombre genera, para este proyecto para lograr generar radiación ultravioleta de onda corta emplearemos el vapor de mercurio.

El mercurio a temperatura ambiente es líquido transparente, posee un color plateado y está catalogado como un metal pesado altamente

toxico, este metal no es un buen conductor del calor a diferencia de otros metales, es un buen conductor de flujo de carga (electricidad), se puede combinar sencillamente con ciertos metales comunes como la plata y además el oro, a excepción del hierro. El mercurio no se disuelve en el agua pero es fácilmente diluyente en ácido nítrico, cuando alcanza temperaturas de 40<sup>0</sup>C tiende a producir vapores altamente nocivos y tóxicos que al evaporarse son más pesados que el aire, así al evaporarse crea miles de partículas en vapor que posteriormente caerán al suelo cuando se enfríen.(Programa Nacional de Riesgos Químicos, 2007)

El mercurio es altamente dañino si es que se inhala o se ingiere o si se mantiene algún contacto directo con esta sustancia, es un metal altamente corrosivo para epidermis y los ojos, así como también a los pulmones (vías respiratorias).

El mercurio se puede encontrar de diversas formas, se halla en su estado natural en el planeta, depende de la forma como sea combinado con otros elementos el mercurio puede permanecer en el ambiente durante diversos periodos puede permanecer horas, días, meses o incluso hasta años. Para irradiar luz UVC necesitamos de mercurio para poder emitir luz en longitudes de onda corta 253.7 nanómetros.(Repetto, 1995)



**Figura 14: Mercurio líquido**

**Fuente 2: Tomasavargas**

### **3.2.3. Obtención Del Mercurio De Diversas Fuentes.**

- Se puede obtener a través de la minería o también se puede obtener como un subproducto de otros metales que hayan sido extraídos.
- Se puede recuperarlos en la refinación del gas natural.
- Se puede reciclar de productos usados y de diversos desechos industriales como son lámparas fluorescentes, termómetros en desuso, etc.

### **3.2.4. Formas de absorción del mercurio.**

El mercurio puede absorberse por tres vías: gastrointestinal, respiratoria y dérmica. Por la vía gastrointestinal ingresan las especies, la primera absorción mayormente se da por ingerir el producto accidentalmente pero a través de esta no se absorbe más del 0.01% por lo que sus efectos toxicológicos son extremadamente mínimos, este tipo de contaminación lo ocasionan principales los volcanes en erupción.(Santiago, 2001)

El 15% de esta sustancia la absorben especies libres, principalmente las que habitan los océanos ríos y lagos puesto que están en contacto

más directo con ello y el 80% de mercurio que es ocasionado por las empresas industriales debido a estos son potencialmente tóxicos.

La otra forma es por vía respiratoria, por inhalación directa este último formado por partículas. La absorción es de un 80 a 90% por esto es muy nocivo para la salud al ingresar en forma de vapor de mercurio. (Santiago, 2001)

De los tipos de radiaciones ultravioleta vistos, se tiene en cuenta que se emitirá radiación UVC con longitudes de onda comprendidas entre 200-280 nm que es el rango donde la radiación no tiene energía suficiente para penetrar la piel, a diferencia tiene energía suficiente para penetrar en la delgada membrana bacteriana de la bacteria de la TBC. Por ello se podrá emitir radiación UVC que inactive la bacteria en un transporte público, los rayos emitidos solo tendrán energía suficiente para penetrar en la bacteria mas no en la piel humana, debido a que se emitirá longitudes de onda corta sin energía suficiente para penetrar en la epidermis teniendo en cuenta que a mayor distancia menor potencia de radiación.

### **3.3. Diseño y calibración del dispositivo emisor de radiación ultravioleta con fines de aplicación en el transporte público para atenuar las posibles situaciones de transmisión de la TBC.**

#### **3.3.1 Función de sistemas de lámparas de bajo consumo.**

La función de las lámparas ahorradas funciona casi de la misma manera que los fluorescentes que ya conocemos, estas lámparas fueron diseñadas para remplazar a los convencionales focos incandescentes, bombillas amarillas, de allí es determinado su diseño.

##### **A. Estructura de circuitos de baja potencia CFL**

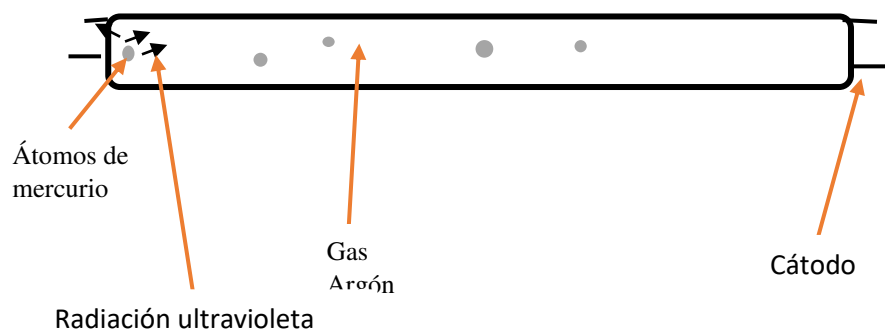
La disimilitud de un foco incandescente con un fluorescente viene a ser la frecuencia que usan para ponerse en funcionamiento, se sabe que todos los focos que son ahorradores usan frecuencias elevadas para su funcionamiento, es por esta razón que llevan una circuitería que se usara para el diseño del dispositivo emisor de radiación UVC, los focos ahorradores tienen dimensiones similares a los focos incandescentes convencionales que se tienen en el mercado, tienen también una amplia gama de colores de luz, y constan de un menor tamaño que los fluorescentes tubos rectos. (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, 2008)

Los tubos fluorescentes proveen energía luminosa las cuales son generadas por descargas eléctricas al estar concentradas en un espacio cerrado de vapor de mercurio, cuando este fenómeno ocurre se produce el fenómeno denominado fluorescencia.

Este fenómeno ocurre cuando determinadas sustancias fluorescentes son excitadas a consecuencia de la radiación ultravioleta que produce el vapor de mercurio a baja presión, lo que sucede es que la radiación que se emite viene a ser radiación UVC pero esta radiación es invisible al ojo humano, esta radiación que es producida se transforma que un onda con longitud más larga, al suceder esto la onda se hace visible al ojo

humano.(Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, 2008)

Las lámparas fluorescentes normalmente están hechas de un tubo de cristal con un calibre establecido, y su potencia varía según la longitud que este tenga, en los extremos el tubo de vidrio del fluorescente está ubicados los cátodos hechos de wolframio que están adheridos a él con una especie de adhesivo que está formado por óxidos de alcalinotérreos para poder hacer fluir los electrones. Un fluorescente en su interior esta proporcionado de gas argón y una cantidad limitada de vapor de mercurio y todos estos están conectados a un circuito electrónico ya diseñado con una determinada potencia. La corriente que logra atravesar los electrodos hace que estos se calienten y comienzan a emitir electrones, cuando esto sucede el vapor de mercurio se evapora rápidamente generando una conductividad mayor.(Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, 2008)



En esta imagen tenemos un tubo fluorescente que en su interior almacena una concentración de vapor de mercurio y una concentración de gas argón, los electrones de cada sustancia al iniciar su recorrido chocan entre ellos y la energía que se genera producto de este choque hace que se transformen en la llamadas radiaciones ultravioletas que son invisibles al ojo humano, pero emite luz puesto que puede excitar la capa fluorescente de interior del tubo de vidrio, esta es una explicación de cómo un fluorescente genera luz visible y también radiación ultravioleta que es invisible.



Todas las lámparas fluorescentes tienen una reactancia que los protege cuando hay un exceso de corriente, entonces si no se le coloca un elemento que controle la intensidad que por ella fluye se autodestruirían, es decir explotarían al momento de encender, para evitar eso se le coloca un balasto.(Salomone, 2004)

La reactancia consta de una pequeña bobina que está cubierta por un hilo delgado de cobre esmaltado que posee un núcleo magnético con resinas que esta adherido al vacío, para que de esa manera puedan introducirse hasta las más estrechas cavidades que se encuentran entre las espiras, gracias a ello la rígiditas aumenta y también se produce una eliminación total de posibles vibraciones del núcleo magnético.

### 3.3.2 Foco de vapor de mercurio

Los focos de alta presión hechos de mercurio líquido en su interior tienen el mismo funcionamiento que una lámpara fluorescente, pero la radiación depende de la potencia que se emplee para excitar los átomos de mercurio, un foco hecho a base de vapor de mercurio a presión baja como es un fluorescente genera casi exclusivamente radiaciones ultravioletas, pero se toma en cuenta que un fluorescente tiene una cubierta de capa fluorescente que evita que la radiación ultravioleta escape.

La concentración de mercurio a una alta presión hace que el espectro de emisión se modele considerablemente generando una gran variedad de bandas de colores que pertenecen al color violeta con longitudes de onda aproximadamente (406nm).

Las ampollas de cuarzo tienen en su interior una pequeña concentración de vapor de mercurio poseen cuatro electrodos, dos principales y dos auxiliares internamente, además una pequeña concentración de gas argón. Estos a su vez llevan una resistencia conectada en serie hacia los dos electrodos auxiliares, esta resistencia es la que se encarga de limitar la cantidad de intensidad que por ellos pueda fluir. (Salomone, 2004)

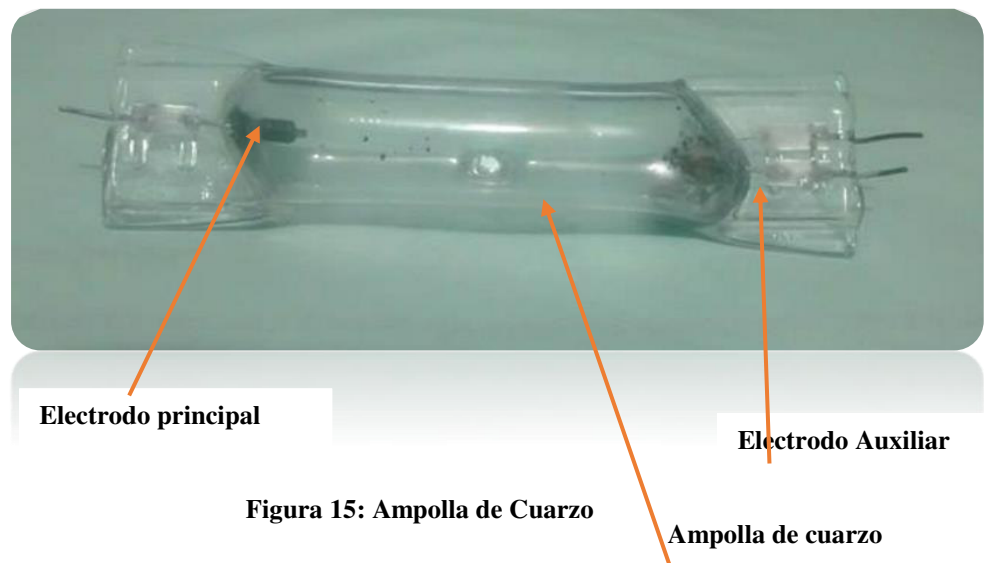


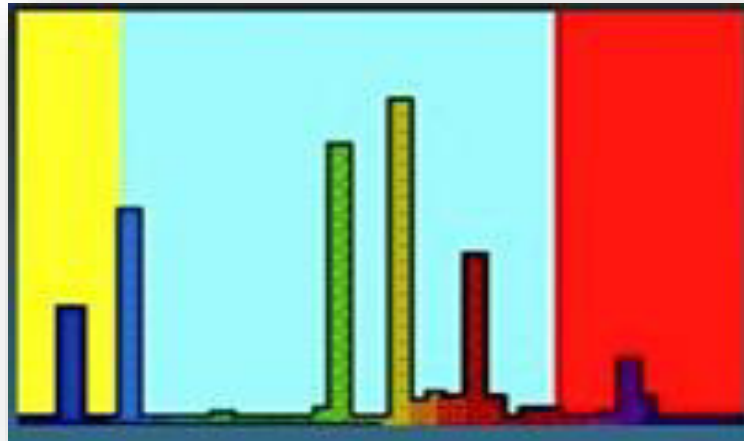
Figura 15: Ampolla de Cuarzo

Como la mayoría de las lámparas, una ampolla de cuarzo es decir el foco con una concentración de vapor de mercurio en su interior un componente limitador de amperaje, es decir un circuito electrónico que regule la cantidad de corriente que fluirá. Cuando este es conectado a la red eléctrica lo que se produce es una descarga entre los electrodos principales y auxiliares que se encuentran cerca, cuando esto ocurre el gas argón se ioniza y este a su vez se vuelve un material conductor, y establece un arco en medio de los electrodos. Cuando este calor es producido entre los electrodos hace que el mercurio en el interior se evapore y de esta manera comienza a transformarse en el principal conductor.

Cuando comienza a elevarse la corriente la presión de la ampolla de cuarzo (el foco de vapor de mercurio) esto hace que aumente la potencia consumida debido a que la presión de vapor de mercurio comienza a elevarse, las variaciones de intensidad que se dan son de suma importancia en el circuito, así que debe estar bien dimensionado para soportar la corriente. (Salomone, 2004)

Para lograr emitir radiación UV hay que esperar de 3 a 4 minutos hasta que la concentración de vapor de mercurio esté con una presión elevada de esta manera hace que los electrones de vapor de mercurio se exciten y comienzan a generar radiación UV, teniendo en cuenta que esta radiación es invisible al ojo humano por ello para medir su longitud de onda es necesario usar un Luxómetro para dar un valor fijo de radiación emitida

Una curva de distribución espectral se muestra a continuación en ella se puede mostrar los cuatro colores predominantes, y también se aprecia la zona roja que es la que produce la capa fluorescente.



**Figura 16: Densidad espectral**

**Fuente: Grau luminotecnia**

La mayoría de las lámparas de vapor de mercurio se usan para alumbrado público ya emite longitudes de onda elevados y tienen una larga duración

Las lámparas hechas a base de vapor de mercurio se usan generalmente en calles y avenidas, así como también en lugares amplios de almacenamiento, la reactancia que tiene genera un circuito de potencia baja debido a ello en el circuito se coloca condensadores, es decir una lámpara de alumbrado público normal de 125w que trabaja a 222V produce un consumo de 1.48 A y la potencia de consumo es de 137W si se realizan los cálculos correspondientes el factor de potencia será:

$$\cos \varphi = \frac{W_a}{W_{ap}} = \frac{137}{220 \times 1.15} = 0.504$$

$$\text{sen } \varphi = 0.841$$

$$I_a = 1.15 \times 0.504 = 0.621A$$

$$I_r = 1.15 \times 0.8041 = 0.967A$$

La capacidad que es necesaria para que ese circuito trabaje con una potencia de 0,9 viene dado de la siguiente manera:

$$\cos\varphi = 0.90$$

$$\tan\varphi = 0.484$$

$$I_r = 0.967 - 0.621 \times 0.484 = 0.667A$$

$$C = (0.667) \div (220 \times 314) = 0.0000096F = 9,6\mu F$$

La capacidad necesaria para que el circuito trabaje con un factor de potencia 0,9, será:

$$\cos\varphi = 0.90 \quad ; \quad \tan\varphi = 0.485$$

$$I = 0.967 - 0,621 \cdot 0,484 = 0.667 A$$

$$C = \frac{0,667}{220 \cdot 314} = 0,0000096 = 9,6 \mu F$$

Esto son los cálculos realizados para un circuito electrónico de un foco de 125w a 220v donde los capacitores requeridos para su funcionamiento necesariamente deben ser de 9.6.

Para un circuito de menor potencia como de 20w los valores varían en el cálculo, pero pueden ser usados de igual manera puesto que son los más conocidos en el mercado.

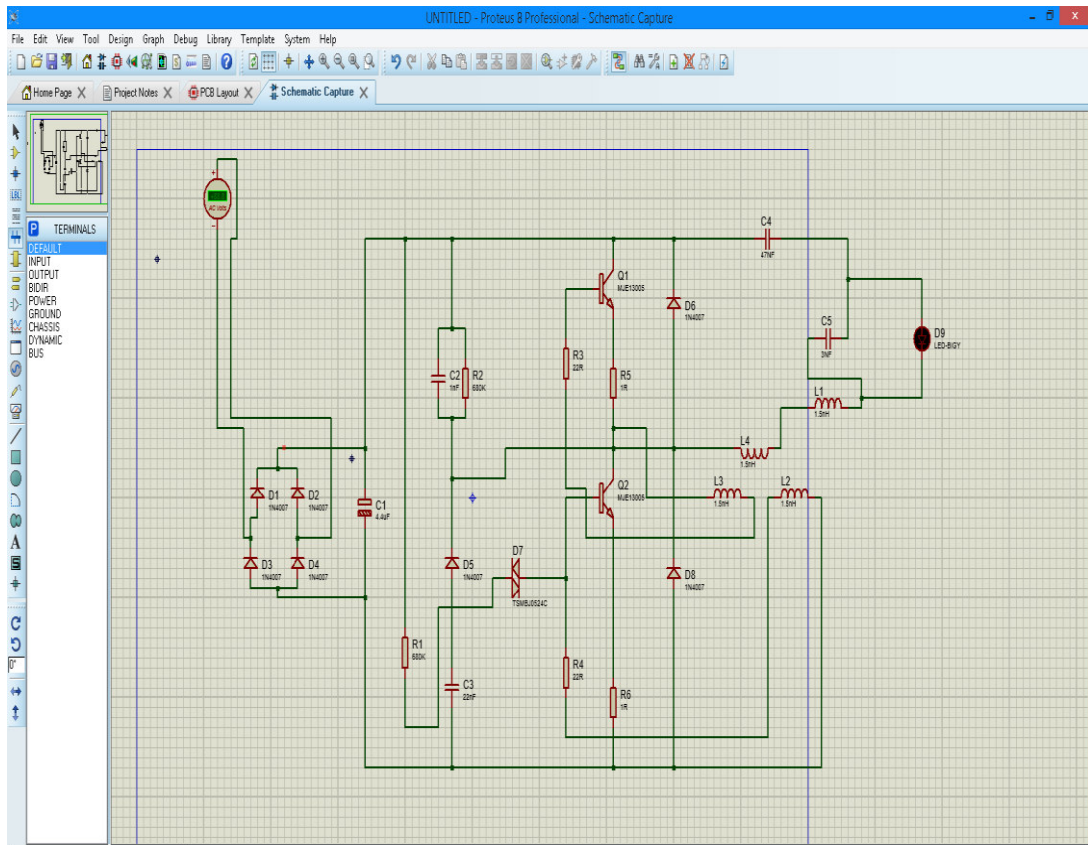
### **3.3.3. Estructura de un circuito electrónico de 15-20 watts.**

La estructura de un diseño de salida de 15-20 watts de salida está formada por diferentes partes para su elaboración, partes que se describirán a continuación.

- Casquillos con rosca: está diseñado para juntar la base de la lámpara en la rosca clásica de un foco ahorrador.
- Base de lámpara de consumo: es una parte fundamental donde se adhiere la rosca electrónica para la lámpara de consumo de 15-20 watts de salida.
- Filamentos: estos filamentos son los que genera el calor térmico suficiente para poder ionizar el gas que se encuentra al interior de la estructura que contenga determinado gas.
- Tuvo fluorescente: contiene el gas inerte que será excitado y a su vez que da la característica del color de luz que emitirá.
- Circuito electrónico.

El principio de funcionamiento de un circuito electrónico de 20 watts de salida para que una lámpara de bajo consumo funcione son las mismas bases que de un tubo común estándar de fluorescente, a diferencia que es mucho más pequeña y manuable con componentes que regulan la intensidad que fluye por el circuito.

El circuito que se mostrara a continuación es un circuito diseñado en el software proteus, es la estructura del circuito impreso con ello se requiere emitir una potencia no mayor de 20 W de salida.



**Figura 17: Circuito electrónico de 20w**

El siguiente diseño esta simulado un circuito de 20 watts de salida a través del simulador proteus se pudo diseñar el circuito que consta de diversos componentes electrónicos entre diodos resistencias condensadores y DIAC se espera mejorar el diseño para poder emitir longitudes de onda UVC haciendo excitar los átomos que se encuentran al interior de la ampolla de cuarzo, lo cual se verificara con un luxómetro para poder medir que medida de longitud emite al ser conectado con el foco de mercurio y se regularizara si es que hay algún exceso de radiación UV.

### **3.3.4. Funcionamiento del foco de mercurio**

Al encender el foco de mercurio la corriente deberá fluir hacia el balasto electrónico, está a su vez será rectificada para que luego sea convertida en DC, luego pasara por un circuito oscilador, el cual está hecho a base de diversos distintos dispositivos electrónicos, constara de una base de transistores, una

inductancia y un capacitor, estos circuitos electrónicos pueden alcanzar frecuencias de entre 20 y 60 KHZ esto se varia en el circuito electrónico.

Cuando los filamentos del foco de mercurio de la CLC enciendan producirán calor, el cual se encargara de ionizar el gas inerte que se encuentra en el interior, esto creara una especie de puente de electrones que unirá los dos filamentos del foco, para que puedan circularan los electrones excitados, bajo estas circunstancia el balasto del foco de mercurio, generara una chispa que encenderá un arco entre los filamentos, cuando esto sucede los filamentos se apagaran y se convertirán en electrodos y podrán mantener el arco eléctrico mientras el foco de mercurio permanecerá encendido, sabemos que el arco eléctrico no produce luz pero es necesario para que se produzca la iluminación.

De esta manera los iones que se desprenden del gas están destinados a chocar con los pequeños átomos de vapor de mercurio que están en el interior del foco, de esta manera los átomos tienden a excitarse generando una luz visible en todas direcciones fotones de luz ultravioleta, los mismos fotones que chocan con la cubierta del foco fluorescente, cuando esto sucede los átomos de otro gas como es el flúor se escita de la misma manera y produce una luz visible blanca por el flúor, si la capa de flúor es blanca, pero para obtener el color violeta es necesario una cubierta de dicho color.

La forma de una onda de corriente puede indicar si es que es de tipo lineal o no lineal, en el caso de los circuitos de salida de 15-20 watts la carga es no lineal.

La fórmula para realizar un cálculo efectivo de la potencia es la siguiente:



$$P = \frac{1}{T} \int_0^T i^2 R dt = \frac{R}{T} \int_0^T i^2 dt$$

**Dónde:**

P=Potencia activa

T=tiempo

I=corriente (amp)

R=resistencia.

Las salidas espectrales normalmente de las lámparas empleadas en los sistemas de desinfección UV con lámparas de vapor de mercurio a media y baja presión. Los sistemas que se usan para desinfectar el agua varían de longitudes de 30 a 165 cm y tiene un espesor de entre 1,29 y 1,92 cm. Para fabricar esas lámparas se emplea solo una gota de mercurio líquido (50-100 mg Hg) son los materiales del sistema de radiación UVC cubierta de cuarzo y electrodos de tungsteno con su diseño ya realizado como un balasto lineal de 120V de 60 HZ viene a ser lineal de 120 V.(Salomone, 2004)

La radiación que se pretende emitir son longitudes de onda UVC que estén dentro del rango de 200-280 nm que son ondas con energía suficiente para penetrar en la membrana del virus de la TBC para ser exacto el circuito deberá emitir 254 nm que es onda germicida, esto se comprobara con un luxómetro para saber cuál es el valor exacto que arroja el foco de mercurio y tener un valor fijo neto. ("Desinfección UV," 2009)

La radiación emitida por el foco de mercurio no tiene la capacidad de penetrar la piel humana por ello las personas que viajen en un determinado transporte público y estén expuestas a esta luz no tendrán problemas puesto que como se mencionó antes no tienen energía suficiente para penetrar la epidermis.

El diseño del circuito está diseñado para emitir una intensidad baja y hacer generar al foco de mercurio radiación UVC no dañina

para las personas que estarían expuestas a esta luz en un determinado transporte público, además se sabe que a mayor distancia menor radiación, este circuito se piensa implementar en los techos de un servicio de transporte público como se mostrara más adelante.

### **3.3.5. Estructura completa del circuito electrónico**

El diseño de un circuito electrónico consta de muchos elementos diferentes, para el cual sea el propósito un circuito electrónico viene a estar compuesto por una gran variedad de componentes electrónicos, los cuales varían desde una pequeña resistencia hasta componentes más grandes como transistores y mosfets, etc.

Para este circuito electrónico constamos de los siguientes materiales:

- ✓ Diodos 1N4007
- ✓ Resistencias
- ✓ Fusible
- ✓ Capacitores
- ✓ Transistores MJE1301
- ✓ Transformador en forma toroidal
- ✓ Inductor tipo filtro

## A. Diodos 1N4007

Para el circuito electrónico usaremos 6 diodos 1N4007, los cuales están encargados de convertir la corriente alterna en corriente continua, estos diodos por su estructura tienen la capacidad de conducir la corriente en un solo sentido, y también de delimitar la corriente en sus terminales, a través de ellos el voltaje se regula y la corriente que fluye a través de ellos alcanza un valor específico el necesario para el funcionamiento del circuito electrónico.

El diodo es un elemento semiconductor que tiene dos terminales el ánodo y el cátodo, y tienen la capacidad de conducir la corriente en un solo sentido. (Chapa, 1992) estos diodos tienen generados un puente rectificador de corriente alterna cuatro diodos conectados, al ingresar una corriente AC por dos de ellos generan una corriente DD de salida.

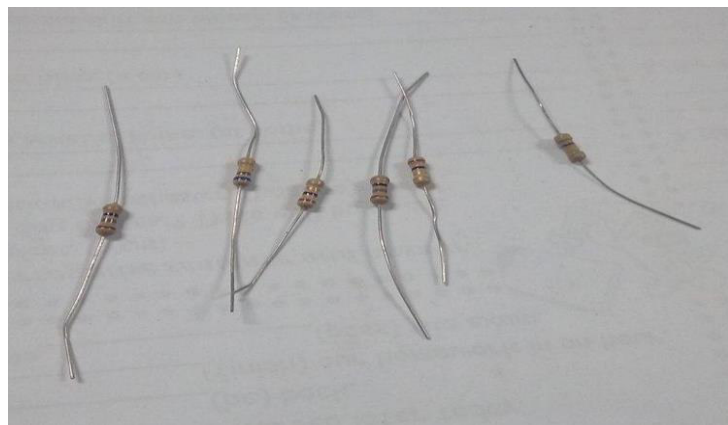


Figura 18: Diodos 1N4007

## B. Resistencias

La resistencia eléctrica se define como la oposición al paso de corriente que fluye por el material conductor, todas las resistencias tienen una magnitud física la cual se mide en ohmios, hay materiales que no tienen resistencia alguna al paso de corriente, en estos casos la resistencia es cero. (Hervas, 2017)

Para el circuito electrónico se han empleado 6 resistencias de valores diferentes, las resistencias son componentes electrónicos muy utilizados en la mayoría de circuitos electrónicos ya que son componentes electrónicos que se oponen al paso de corriente, es decir son limitadores de flujo de electrones a través de ellos, las resistencias empleadas para este circuito son las siguientes: dos resistencias de 1 ohmio, una resistencia de 470K ohmios, una resistencia de 18 ohmios, una resistencia de 820 K ohmios, y por último una resistencia de 18 ohmios.



**Figura 19: Resistencias de valores variados**

### C. Fusible

Un fusible de vidrio el cual está encargado de proteger al circuito en caso haya una sobrecarga, si es que la corriente que fluye por este componente electrónico supera el valor que se establece se quemara, de esa manera la corriente que fluye a través de este cesara, puesto que quedara en circuito abierto debido a que un fusible en su interior posee un hilo metálico al interior de él, en caso la corriente que fluye por el aumenta generando un calor excesivo.(Martínez Antón, Blanca Giménez, Castilla Cabanes, & Pastor Villa, 2003)

Este componente se quemara protegiendo al circuito completo, generalmente estos fusibles se funden cuando el flujo de electrones aumenta a través de ellos generando calor lo cual hace que el hilo metálico se funda, por lo general se produce en un cortocircuito.



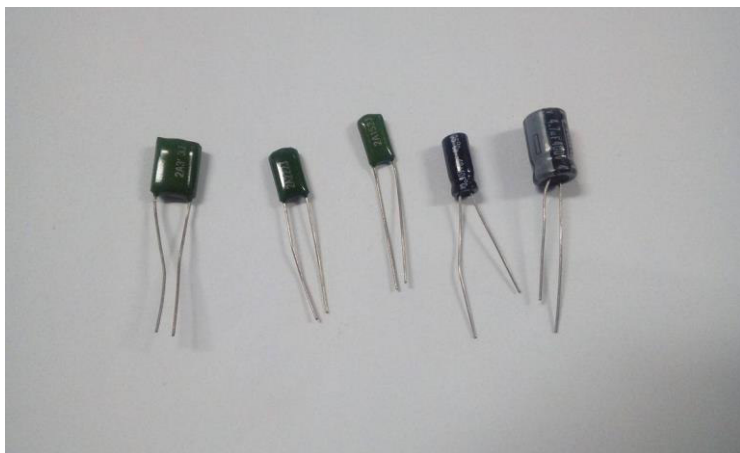
**Figura 20: Fusible**

## D. Capacitores

Se emplearon 5 capacitores, de los cuales tres capacitores son de cerámico y dos capacitores son electrolíticos la diferencia entre estos componentes electrónicos poseen dos placas en su interior y un líquido que no es más que el ácido bórico.

Estos componentes son muy utilizados en diversos circuitos electrónicos pero al momento de fallar estos componentes se hinchan o revientan, a diferencia de los condensadores de cerámico o tantalio, que son más pequeños, pero poseen una capacitancia mucho mayor que los electrolíticos, claro que estos componentes electrónicos son más caros al igual que los electrolíticos ambos son usados en distintos tipos de circuitos electrónicos.(Mecafenix, 2017)

Un claro ejemplo es el circuito hecho en esta tesis, que posee capacitores electrolíticos y de cerámico, los capacitores empleados son los siguientes: 1 capacitor electrolítico de 4.7 Uf a 400v, 1 capacitor electrolítico de 4.7Uf a 50v, 1 capacitor de cerámico de tantalio 3A222J, 1 capacitor de tantalio 2G333J, y 1 capacitor de cerámico de tantalio 2J152J.



**Figura 21: Capacitores electrolíticos y de Cerámico**

## E. Transistores

El transistor por teoría es un dispositivo semiconductor el cual está diseñado para entregar una señal de salida en respuesta a una señal de entrada, tiene diversas aplicaciones funcionando como oscilador, amplificador, rectificador. El transistor se constituye por tres regiones principales, la base, el colector y el emisor. (Robredo, 2001)

Se colocó dos Transistores MJE1301 en el circuito electrónico, el uso de estos componentes es de primordial uso debido que un transistor tiene la función de entregar una señal de salida en relación a la señal de entrada que tenga, un transistor puede funcionar tanto como amplificador como conmutador para esta ocasión los transistores funcionan como un rectificador de corriente.

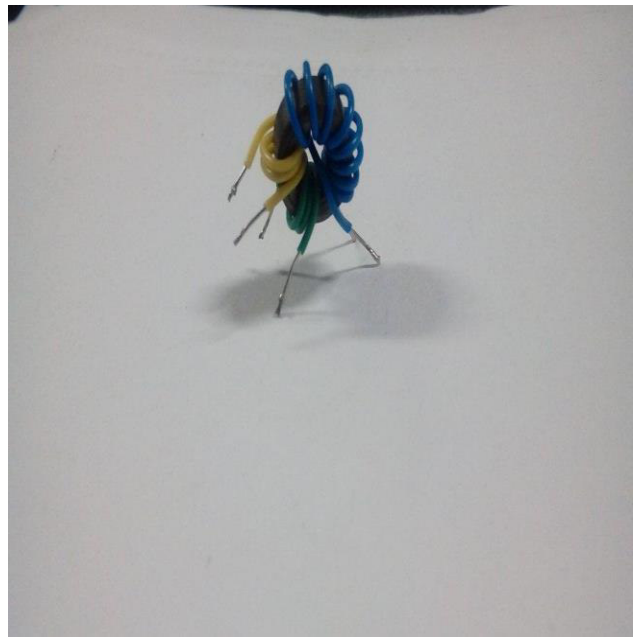


**Figura 22: Transistores MJE1301**

## F. Transformador toroidal

Transformador en forma toroidal es el que se encarga de hacer fluir drásticamente la energía que se le es entregada, haciendo que el voltaje se amplifique.

El transformador toroidal asegura en menor flujo de pérdida a causa de las corrientes parasitas, estos transformadores se pueden hacer de diversas maneras, se pueden realizar con un par de solenoides alrededor de una esferita de metal, ferita imán o acero. El régimen de trabajo puede variar entre 55 y 60 grados Celsius, aunque a temperatura ambiente no supera los 45 grados el exterior del transformador toroidal. (EcuRed, 2017)



**Figura 23: Transformador toroidal**



## G. Transformador tipo filtro

Inductor tipo filtro para este circuito se ha empleado un inductor filtro el cual funciona como un estabilizador en el circuito, para eliminar los picos elevados o demasiado excesivos los cuales podrían perjudicar al circuito electrónico.

Los transformadores son máquinas estáticas constan con dos sistemas de acoplado, un primario y un secundario, el primario es por donde ingresa la corriente alterna y por el secundario sale con un  $V_2$ , de esta manera se obtiene un voltaje de valor eficaz con la misma frecuencia de ingreso. (Angel & Pozueta, 2012).

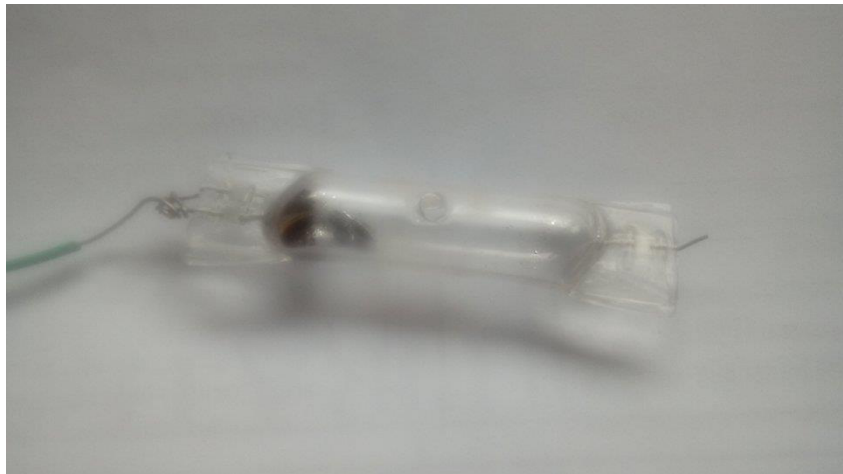


**Figura 24: Transformador tipo Filtro**

### 3.3.6. Estructura completa de la ampolla de cuarzo con vapor de mercurio

La ampolla cuarzo fue obtenida de los focos de alumbrado público en reciclaje, cuando un foco de alumbrado público se quema, se vota a la basura, debido a que ya no sirve para su función, lo que se quema solo son los filamentos, los cuales podrían ser remplazados por otros, pero eso implica un gasto mucho más elevado, por ello se sustituyen por unos nuevos.

Los llamados focos de alumbrado público cuando tienen fallas se le denomina, producto inservible, por las razones que no emite luz, pero no todo el foco que literalmente inservible, la ampolla de cuarzo queda intacta en la mayoría de los casos con una pequeña concentración de mercurio en su interior.



**Figura 25: Estructura completa de la ampolla de cuarzo**

### 3.3.7. Funcionamiento físico del dispositivo electrónico emisor de radiación UVC

A continuación, se aprecia el dispositivo electrónico completo y unido a la ampolla de cuarzo que en su interior lleva una pequeña concentración de vapor de mercurio líquido el cual al ser excitado por los iones dará paso a la producción de radiación ultravioleta que es invisible al ojo humano, en el circuito se puede apreciar ya no solo simulado en proteus sino que además está implementado en un protoboard.

Los componentes que se aprecian son los ya descritos líneas arriba, colocados con mucho cuidado al momento de su ensamblaje se puede apreciar los diodos las resistencias y demás componentes electrónicos.

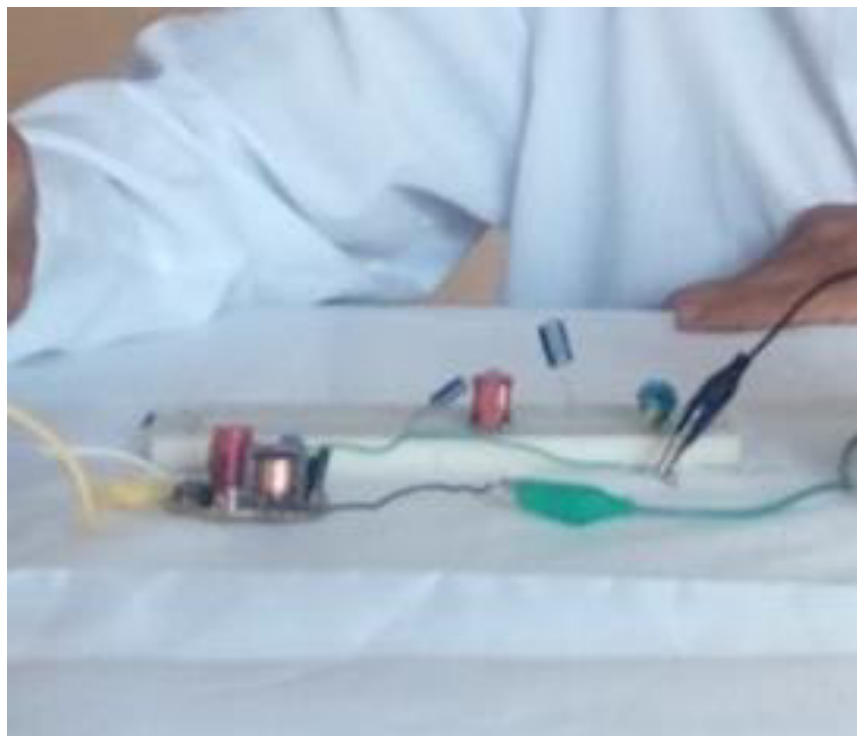
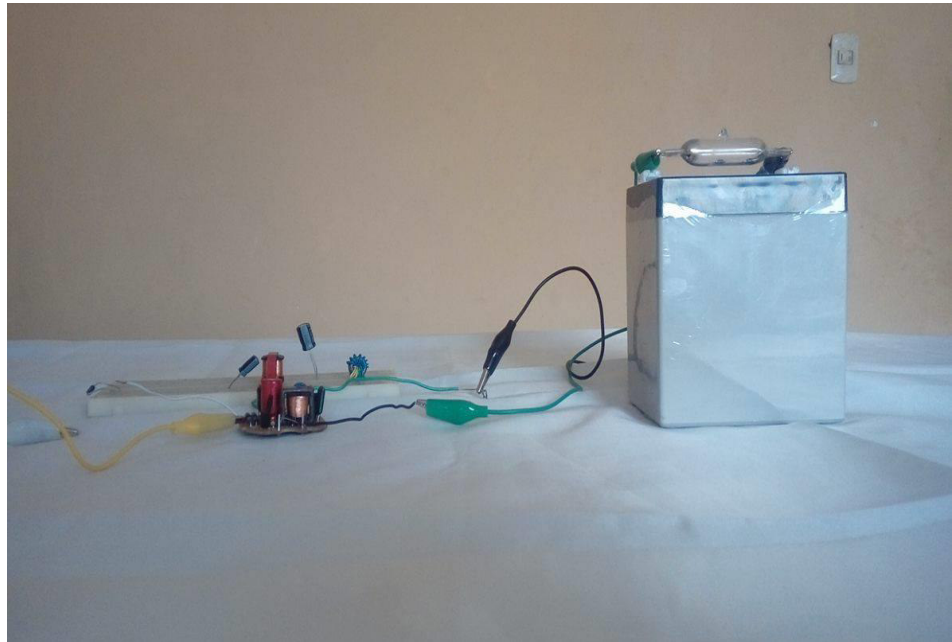


Figura 26: Estructura del circuito electrónico de 20w a 220v AC

### 3.3.8. Radiación emitida por el dispositivo electrónico

El dispositivo emisor de radiación ultravioleta se puede apreciar en la siguiente imagen, en esta imagen podemos observar como el dispositivo emisor al ser puesto en marcha, genera una especie de chispa, y con ello se puede apreciar una luz blanca con pequeños arcos eléctricos los cuales son generados por la interacción de iones y excitados los átomos de mercurio, generando así radiación UVC pero estas radiaciones comprendes longitudes de onda de entre 240 y 280 nm por ello esas longitudes de ondas son invisibles al ojo humano.



**Figura 27: Circuito a 20 watts de potencia con una alimentación de 220 v AC**



**Figura 28: conectando el dispositivo electrónico**



**Figura 29: Conexión a la corriente alterna**





**Figura 30: Dispositivo UVC en Funcionamiento**



**Figura 31: Generando UVC Germicida a través de la ampolla de cuarzo**



### 3.3.9. Bacterias sensibles a la radiación UVC

Las bacterias sensibles a la radiación ultravioletas son muchos entre ellos tenemos a los bacilos de Koch los cuales han sido seleccionados para este experimento por estar en un rango microscópico y por presentar una estructura molecular más compleja y fuerte.

Los bacilos de Koch son altamente inmunes a los fármacos y desinfectantes y aunque hoy en día ya hay un tratamiento para esta enfermedad, los mayores casos de contagio se adquieren por vía aérea, con ese propósito se dedicó mucho tiempo a esta investigación, y las pruebas en los laboratorios serán visualizadas a continuación. En la imagen se puede observar como esta una bacteria en su estado original para después ser expuesto al dispositivo emisor de radiación UVC y notar un cambio notable en su estructura molecular.

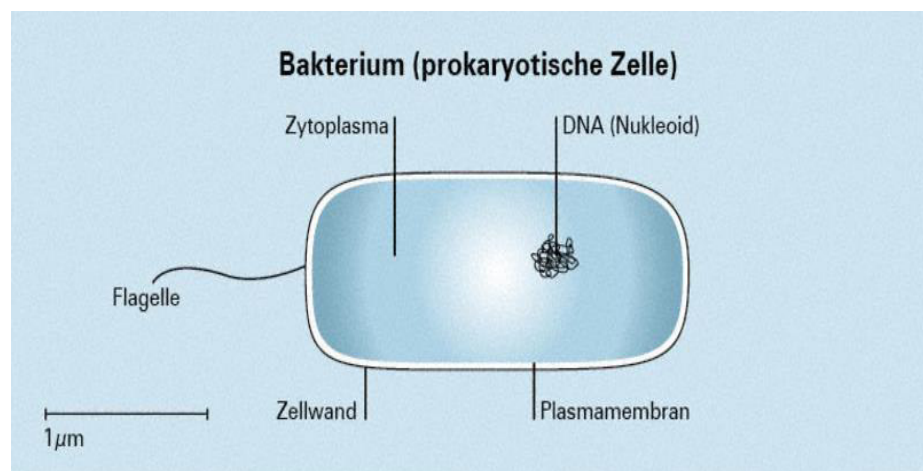


Figura 32: Estructura básica del virus

Fuente: SterilAir UVC desinfection since 1939

**Tabla 3: Virus sensibles a la radiación ultravioleta con una eliminación al 99%**

<b>BACTERIAS</b>	<b>ENERGIA μW/cm<sup>2</sup></b>	<b>OTROS ORGANISMOS</b>	<b>ENERGIA μW/cm<sup>2</sup></b>
Bacillus anthracis	8.700		
S. enteritidis	7.600	<b>LEVADURA</b>	
B. Megatherium		Saccharomyces	
sp.(veg)	2.500	ellipsoideus	13.200
Escherichia coli	6.600	0 Saccharomyces sp	1.600
Micrococcus		Saccharomyces	
candidus	12.300	cerevisiae	13.200
Mycobacterium			
tuberculosis	10.000	Levadura para cerveza	660
Neisseria catarrhalis	8.500	Levadura para panadería	800
Salmonella	10.000	Levadura para repostería	13.200
Streptococcus viridans	3.800		
Pseudomonas			
aeryginosa	10.500	<b>ESPORAS</b>	
Pseudomonas			
fluorescens	6.600	Penicillium roqueforti	26.400
S. typhimurium	15.200	Penicillium expansum	22.000
Sarcina lutea	26.400	Mucor racemosus A	35.200
Serratia marcescens	6.160	Mucor racemosus B	5.200
Dysentery bacilli	4.200	Oospora lactis	1.100
Shigella			
paradysenteriae	3.400		
Spirillum rubrum	6.160	<b>VIRUS</b>	
Staphylococcus alous	5.720	Bacteriophage (E. coli)	6.600
Staphylococcus			
aureus	6.600	Virus de la influenza	6.600
Streptococcus			
hemolyticus	5.500	Virus de la hepatitis	8.000
Streptococcus lactis	8.800	Poliovirus(Poliomyelitis)	1.000
Vibrio cholerae	6.500	Rotavirus	24.000
		<b>ALGAS</b>	
		Chlorella vulgaris	2.000

Fuente: Adaptado de Koutchma (2009)

### 3.4 SIMULANDO LA FRECUENCIA DE LONGITUD DE ONDA, POTENCIA Y SU ESPECTRO DE EMISIÓN

#### 3.4.1 Frecuencia de trabajo del circuito electrónico

El circuito trabaja una frecuencia de 50/60HZ cuando está en funcionamiento con corriente alterna es decir conectado a la toma de corriente alterna, para ello el circuito está diseñado con todas las características necesarias para su correcto funcionamiento generando radiación UVC germicida en longitud de onda corta con una fuente generadora de 220 V generando una frecuencia de 60 HZ.

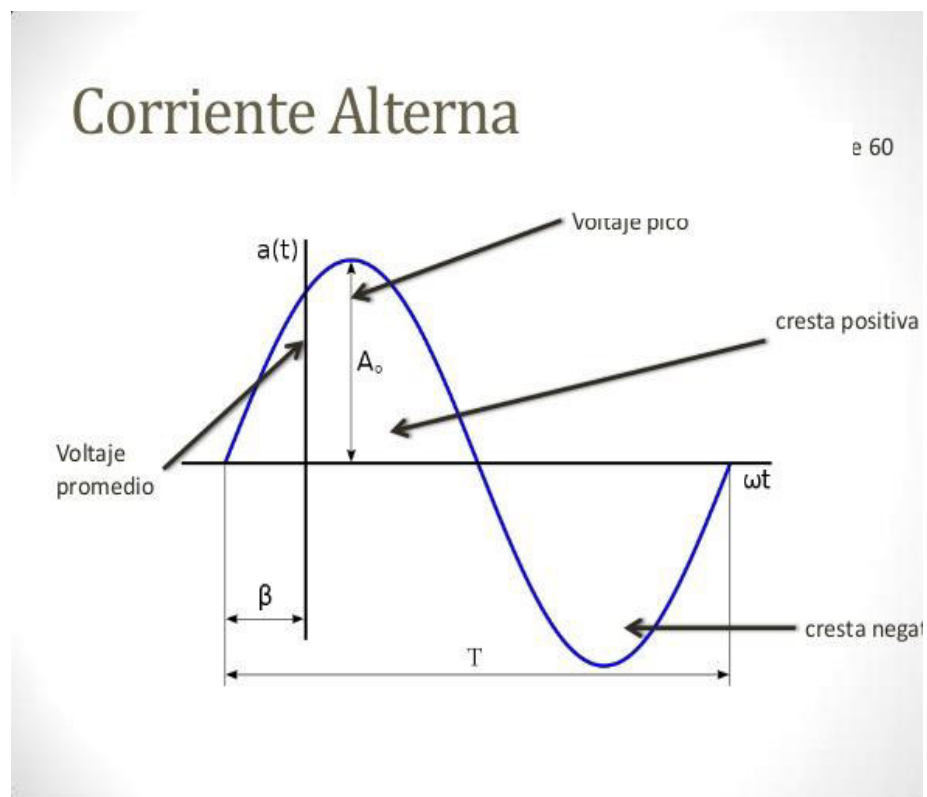


Figura 33: Frecuencia de 60 HZ

Fuente: Electrónica analógica

### **3.4.2 Frecuencia del circuito de salida para el transporte público a corriente continua DC 12 V**

El circuito electrónico funciona a corriente alterna un circuito diseñado especial para emitir una potencia de 20watts, para este caso se diseñó un circuito diferente con las mismas características del circuito, a diferencia que en este caso deberá emitir radiación UVC conectado a una fuente de alimentación de 12V de corriente continua para su correcto funcionamiento, se construyó un circuito parecido que consta de los mismo componentes electrónico que para la corriente alterna pero variando algunos componentes más, todo el proyecto tuvo éxito y se pasara a demostrar con más detalles la longitud de onda

La ampolla de cuarzo con vapor de mercurio logra iluminarse de la misma manera que si estuviera conectada a la corriente alterna de esa manera se puede comprobar que el sistema emite la radiación UVC esperada tanto en corriente alterna como en corriente continua, el motivo del uso de dos circuitos es para mostrar que el dispositivo funciona de una manera portable en un determinado transporte publico emitiendo radiación UVC en longitudes de onda corta para inactivar la bacteria en tiempo real al momento de su función.

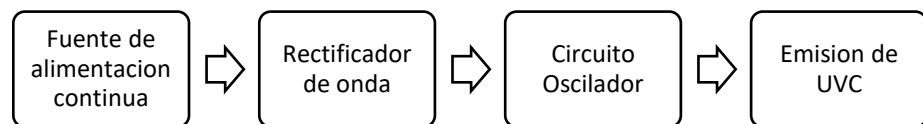
### **3.4.3 Estructura del circuito de 12 voltios para el transporte público**

El circuito está diseñado para hacer funcionar a la ampolla de cuarzo, para poder lograr iluminando haciendo excitar a los átomos de mercurio que se encuentra en el interior para el uso en un transporte público es similar al de la corriente alterna.

El circuito carece de un ladrón de julios así como de algunos capacitores esto es porque el circuito está diseñado para funcionar con una fuente de poder en corriente continua a 12 voltios que será portable, es decir este dispositivo esta para ser instalado en un transporte público.

#### 3.4. 4 **Requerimientos para que funcione el dispositivo emisor de radiación ultravioleta**

Diagrama de bloques para reducir el número de pacientes que se infectan por la bacteria mycobacterium tuberculosis en el transporte público. Requerimientos para que funcione el dispositivo emisor de radiación ultravioleta para reducir el número de pacientes que se infectan por la bacteria mycobacterium tuberculosis en el transporte público



**Fuente de alimentación continua:** la fuente de alimentación continua debe ser de 12 voltes ya que es para un transporte público por ello la necesidad de que la fuente de alimentación sea portable las baterías de los transportes públicos están diseñadas para aportar un voltaje continuo de 12 VDC a 4 Amperios.

**Rectificador de onda:** en esta etapa el diodo rectificador de onda tiene la función de hacer fluir una corriente máxima de 3 A hasta 1000 V

El diodo 5408 en este circuito está colocado para evitar una alimentación de voltaje negativo el cual puede producir que se queme el circuito.

**Circuito oscilador:** la corriente deberá fluir por el diodo rectificando la corriente continua que a su vez pasa por el circuito oscilador la función de este circuito es de generar un voltaje elevado con una pequeña corriente de 1.2 m A de esta manera se podrá generar el circuito oscilador en alta frecuencia es el mismo sistema que usan los balastos electrónicos de alta frecuencia a diferencia que este circuito para ser usado en un transporte público debe tener un voltaje DC de entrada por ello solo se requiere de un diodo rectificado el transformador en la etapa secundaria eleva el voltaje y genera la oscilación correspondiente.

**Emisión de UVC:** la luz ultravioleta es invisible al ojo humano por ello no se podrá ver debido a su longitud de onda corta de 254 nanómetros, al fluir la corriente generara un arco de plasma el cual ionizara el gas inerte a interior de la ampolla de vapor de mercurio excitando los átomos de mercurio que comenzara a emitir radiación uvc germicida en longitudes de onda de 254 nanómetros que se desplazan a la velocidad de la luz en el vacío impactando con los bacilos de Koch que se encuentren en el aire, la absorción de energía por estas bacterias en el aire es suficiente para inactivar virus y bacterias dañando sus tiaminas e impidiendo el proceso de división molecular de continuidad biológica.

### **REQUERIMIENTOS TECNICOS PARA EL CIRCUITO ELECTRÓNICO EN ALTA FRECUENCIA**

- El voltaje de entrada debe ser de 12V DC debido a que va ser utilizado en un vehículo de transporte público.
- El circuito deberá soportar una corriente de entrada de 4 amperios debido a que es el amperaje que proporcionan las baterías de 12V.
- El transformador deberá ser capaz de convertir la señal de entrada en alta frecuencia soportando el voltaje elevado para poder oscilar el circuito a 25 kHz.
- La corriente de salida debe ser de 1.2 m A.
- La potencia disipada debe ser no mayor a los 20 m W.

**Diseño del cálculo del circuito rectificador para determinar el capacitor a usar para el diseño**

$$V = 12 \quad f = 25\text{kHz}$$

$$V_{\text{max}} = 12\sqrt{2} = 16.97 \text{ v}$$

$$V_{\text{med}} = \frac{2V_{\text{max}}}{\pi} = \frac{2 \times 16.97}{\pi} = 3.14 \text{ v}$$

$$V_{\text{pp}} = 10\% = 0.314 \text{ v}$$

$$I_{\text{med}} = \frac{V_{\text{med}}}{R} = \frac{3.14}{360} = 0.87 \text{ m A}$$

$$C = \frac{I_{\text{med}}}{V_{\text{pp}} f} = \frac{0.87 \text{ m A}}{0.314 \times (2 \times 50)} = 7.01 \text{ u F}$$

### Cálculo de diseño para determinar los capacitores del circuito oscilador

$$V_{CC} = 12V$$

$$f_o = 25kHz$$

$$L = 1.2 \text{ m H}$$

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Se debe proponer el valor para L o C como no tenemos los valores de los capacitores, pero si del transformador comercial tiene una L= 1.2m H de allí hallar el valor de C.

$$C = \frac{1}{4\pi^2(1.2 \times 10^{-3})(2.5 \times 10^4)^2}$$

$$C = 33.77nF$$

#### Para hallar C2 Y C3

$$h_{fe} > \frac{C_3}{C_2} \quad \text{para ello se propone un valor} \quad C_2 = 22nF$$

$$C = \frac{C_3 + C_2}{C_3 + C_2}$$

$$C_3 = \frac{C_2 \cdot C}{C_2 - C} = \frac{(22 \times 10^{-9})(33 \times 10^{-9})}{(22 \times 10^{-9}) - (33 \times 10^{-9})}$$

$$C_3 = 0.00000021108 = 211.08 \text{ nF}$$

$$C_3 = 211.08 \text{ nF}$$

De los cálculos realizados para el circuito se pudo hallar los valores de los condensadores que paso a detallar a continuación:

Tres capacitores (33.77nF), (22n F), (211.08 n F) en el mercado el valor mas cercano al 211 nanofararios es de 220 nanofararios.



## **Criterios de elección de los capacitores**

Condensador electrolítico.- Típicamente con más capacidad por unidad de volumen que otros tipos de condensadores, son valiosos en circuitos eléctricos con relativa alta corriente y baja frecuencia. Este es especialmente el caso en los filtros de alimentadores de corriente, donde se usan para almacenar la carga, y moderar la tensión eléctrica de salida y las fluctuaciones de corriente en la salida rectificada. También son muy usados en los circuitos que deben conducir corriente continua pero no corriente alterna.

**Condensador de cerámico** .- la función principal del condensador de cerámico es bloquear el paso de corriente directa y permitir el paso de corriente alterna, el paso de la corriente alterna que permite el condensador cerámico está determinado por la capacidad del condensador en faradios, mientras menor sea la capacidad mayor será la oposición al paso de la corriente alterna pero condicionado por la frecuencia de esa corriente alterna se usa generalmente para circuitos osciladores y de alta frecuencia, no tienen polaridad y son de mayor durabilidad.

## Calculando la polarización del transistor

$$R_B = 200 \text{ ohmios} \quad \beta = 100 \text{ ganancia del transistor}$$

$$R_B = (0.1)R_{EB} \quad \leftarrow \quad R_B < R_{EB}$$

$$R_B = (0.1)(100)(200) = 2K$$

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{CA} = R_E // R_1$$

$$R_{CA} = 2 // 360 = 1.98 \qquad R_{CD} = 10$$

$$i_c = i_e = \frac{V_{CC}}{R_{CA} R_{CD}} = \frac{12}{10.2} = 1.17 \text{ mA}$$

$$V_{BB} = \left( \frac{R_B}{\beta} + R_E \right) i_c + V_{BE}$$

$$V_{BB} = \left( \frac{2K}{100} + 10 \right) 1.17 + 0.7 = 1.89 \text{ V}$$

$$R_3 = \frac{R_B}{1 - \frac{V_{BB}}{V_{CC}}}$$

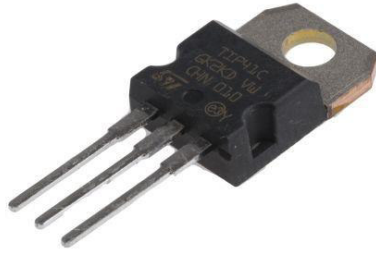
$$R_3 = \frac{2}{1 - \frac{1.89}{12}} = 2.37K$$

$$R_2 = R_B \frac{V_{CC}}{V_B} = R_2 = 2 \frac{12}{1.89} = 157$$

De los cálculos realizados obtuvimos los valores de las resistencias faltantes  $R_2 = 2.37K$  Y  $R_3 = 157$  para el diseño del circuito electrónico.

**Para elaborar el circuito de 12 voltios nos valdremos de los siguientes materiales:**

1. Una resistencia de 360 ohmios
2. Una resistencia de 2 k
3. Una resistencia 200 ohmios
4. Un transistor TIP 41C



**Figura 34: TIP 41C**

El TIP 41C es un transistor NPN necesitamos generar una onda cuadrada que se genera a partir del voltaje de entrada de 12 v para poder oscilar el circuito, el TIP 41C es utilizado para fuentes convertidoras de corriente continua a alterna de esta manera se puede generar el sistema de oscilación, puede ser remplazado por el TIP 42C.

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{CBO}$	Collector-base voltage ( $I_E = 0$ )	100	V
$V_{CEO}$	Collector-emitter voltage ( $I_B = 0$ )	100	V
$V_{EBO}$	Emitte-base voltage ( $I_C = 0$ )	5	V
$I_C$	Collector current	6	A
$I_{CM}$	Collector peak current ( $t_p < 5ms$ )	10	A
$I_B$	Base current	3	A
$P_{TOT}$	Total dissipation at $T_{case} = 25^\circ C$	65	W
$T_{stg}$	Storage temperature	-65 to 150	$^\circ C$
$T_J$	Max. operating junction temperature	150	$^\circ C$

Figura 35: Data Sheet Transistor TIP 41C

5. 3 CAPACITORES 2A333J, 2A223J, 2A224J.

Estos capacitores son empleados por el voltaje que poseen en los tres casos soportan 100 VCD y una corriente de 2 A, capacitores 2A333J (33nF), 2A223J(22nF), 2A224J 220Nf), tienen una tolerancia  $\pm 5\%$ , pueden ser remplazados por el 2E333J, 2E223J la única diferencia es el voltaje de CD que soportar de 250 pero para el caso es lo mismo.

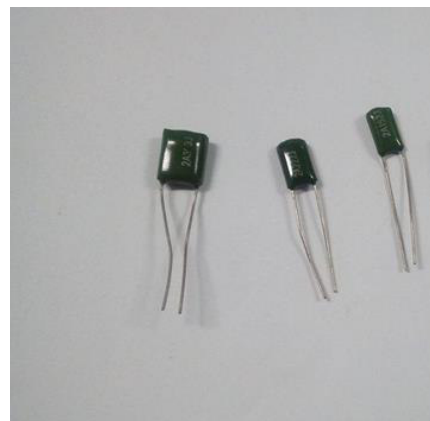
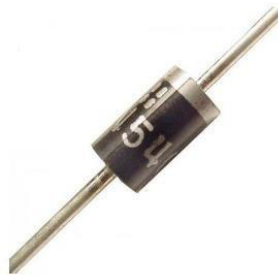


Figura 36: Capacitores de valores variados

**6.** 1 DIODO 1N 5408

Como es un circuito de corriente continua se empleó el diodo 1N5408 ya que es el componente electrónico que mejor se adapta a las características de corriente continua, cuenta con niveles bajos de fuga y una gran capacidad de corriente 12v a 1 A, Se escogió este diodo porque teniendo en cuenta que va ser alimentado por una batería de 12v a 4 A, rectifica la corriente de entrada a 1 amperio además tiene un rango de temperaturas de entre  $-45^{\circ}$  -  $150^{\circ}$  C con una gran similitud al TIP 41C, Puede ser remplazado por NTE5809-MR510.



**Figura 37: Diodo**

**7.** Un disipador para el Transistor



**Figura 38: Disipador**

8. 1 transformador de 9 pines de salida para DC

Este transformador inductivo tiene la característica de elevar el voltaje de DC a AC esto para generar la onda senoidal para el circuito oscilador, aunque con una gran cantidad de armónicos entre sus características tiene una F de 1.2 m H.



Figura 39: Transformador Inductivo

9. Una bateria de 12 voltios a 4 Amperios



Figura 40: Batería de 12v a 4 Amperios

### **Características de la ampolla de vapor de mercurio**

En el mercado tenemos muchas formas de adquirir las ampollas de vapor de mercurio estas se encuentran al interior los postes de alumbrado público, todas las ampollas tienen la misma concentración de mercurio en su interior de 0.2ug de mercurio líquido en su interior que generan la radiación UVC en longitudes de onda de 254 nanómetros, claro que estos funcionan con un alto voltaje en los alumbrados públicos y su manipulación es peligrosa, y poco accesible teniendo en cuenta estos parámetros pasamos a determinar los requerimientos técnicos de la ampolla de vapor de mercurio.

### **Requerimientos técnicos de la ampolla de vapor de mercurio**

- La ampolla de vapor de mercurio debe soportar una corriente de entrada de 1.2 m A
- La ampolla de vapor de mercurio debe ser de cristal de cuarzo de 2mm
- Deberá contener en su interior el metal pesado mercurio en una gota aproximadamente
- Deberá tener dos filamentos en los extremos capaces de soportar una temperatura de 100 °C por un instante de 2 us para ionizar el gas inerte en su interior.

Estructura del circuito DC con entrada de alimentación de 12 voltios y una corriente de 1.21 amperio de consumo con una potencia de salida de 14.52 miliwatts.

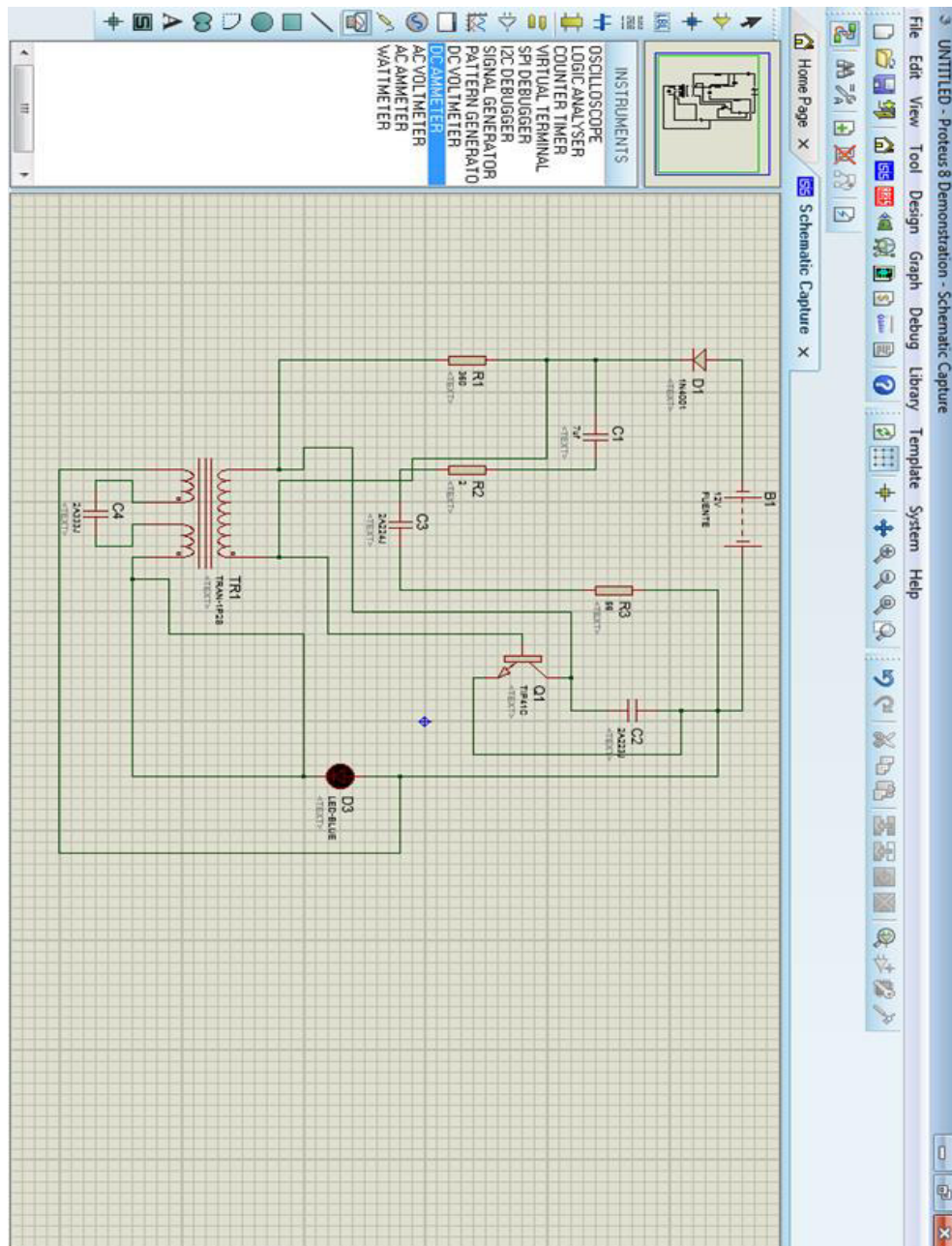


Figura 41: Estructura DC



## Estimación de niveles de energía para atacar y dañar a la bacteria

Rango permitido de radiación UVC germicida, niveles de energía permitidos de acuerdo a la longitud de onda UVC entre (240-280) nanómetros radiación germicida, para determinar los niveles de energía permitidos realizamos los cálculos correspondientes en base a las longitudes de onda germicida.

### a) Cálculo de nivel de energía para longitudes de onda de 240 nanómetros

$$C = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \quad h = 6.63 \times 10^{-34} \quad \lambda = 240 \text{ nm}$$

$$E = h \cdot f \quad C = \lambda \cdot f \quad f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{2.40 \times 10^{-7}} = 1.25 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad E = \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J/s}) (3 \times 10^8)}{2.40 \times 10^{-7} \text{ m}} = 8.28 \times 10^{-19}$$

$$E = \frac{8.28 \times 10^{-19} \text{ J} \times 1 \text{ eV}}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$E = 5.175 \text{ e}$$

### b) Cálculo de energía para una longitud de onda de 280 nanómetros

$$E = h \cdot f \quad C = \lambda \cdot f \quad f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{2.80 \times 10^{-7}} = 1.07 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad E = \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J/s}) (3 \times 10^8)}{2.80 \times 10^{-7} \text{ m}} = 7.10 \times 10^{-19}$$

$$E = \frac{7.10 \times 10^{-19} \text{ J} \times 1 \text{ eV}}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$E = 4.437 \text{ eV}$$

Niveles de energía permitidos en base a los rangos de longitud de onda entre 240 y 280 nanómetros se encuentra entre un mínimo de energía de 4.443 eV y un máximo de energía emitida de 5.175 eV.

**c) Cálculo de la energía a 254 nanómetros emisión de la ampolla de vapor de mercurio.**

El cálculo siguiente se realizó para determinar a energía que emite el sistema de radiación ultravioleta con una longitud de onda de 254 nanómetros aproximadamente, se determina la energía de la radiación ultravioleta.

Usaremos el Sistema Internacional en m/s

*Dato:*

E= energía      h=constante de plank      f=frecuencia      λ=  
longitud de onda      C=velocidad de la luz

$$C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34}$$

$$\lambda = 254 \text{ nm}$$

$$E = h \cdot f \quad C = \lambda \cdot f \quad f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{2.54 \times 10^{-7}} = 1.18 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad E = \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J/s}) (3 \times 10^8)}{2.54 \times 10^{-7} \text{ m}} = 7.83 \times 10^{-19}$$

**Posibles efectos en base a la implementación sobre el comportamiento real del circuito electrónico**

Un fotón es un pedazo de energía con  $m=0$  que tiene una velocidad de  $3 \times 10^8$  la luz emite radiación electromagnética, la energía de se mide en electronvoltios, por ello calculamos el valor exacto de la energía.

$$\text{Dato: } 1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19}$$

Reemplazando en el resultado anterior:

$$E = \frac{7.83 \times 10^{-19} \text{ J} \times 1 \text{ eV}}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$E = 4.893eV$$

El valor de la energía de la luz ultravioleta que emite el sistema de radiación uv es de 4.893 eV.

Longitud de onda	240	254	280
Nivel de energía	5.175eV	4.893eV	4.437eV

Se sabe que el límite de exposición a la radiación ultravioleta es mínimo a longitudes inferiores a las de 270 nanómetros (0,003 J/cm<sup>2</sup>). Las exposiciones únicas de muy corta durabilidad o en ocho horas de exposición de algunos Joules por cm<sup>2</sup> y los límites antes mencionados son aplicables a una jornada completa de trabajo (ACGIH 1995, IRPA 1988).

De acuerdo con esta fuente los niveles de energía en exposición a longitudes de onda inferiores a 270 nanómetros producen leves daños y por consiguiente su exposición a esta puede ser entre una jornada completa de 6-8 horas, teniendo estos parámetros en cuenta los pasajeros del servicio de transporte público de la empresa San Felipe Expres realizan un recorrido máximo de 3 horas de ruta inicial a destino total tiempo de trayectoria máxima 4 horas (teniendo en cuenta el tráfico).

La exposición a esta luz es dañina en tiempos prolongados de exposición a la misma por ello los daños a los ojos es una consecuencia inevitable si es que se observa directamente a la luz sin algún tipo de protección como lentes de sol cristal vidrio etc.

El bus de la empresa san Felipe Expres tiene una longitud de 10.5 m de largo por 4.5 m de ancho.

Cálculo del área es igual a 47.25 m<sup>2</sup> que es igual a 4725 cm<sup>2</sup>

- Calculando la intensidad de la lámpara de vapor de mercurio

$$I(mWcm^2) = \frac{Potencia(mW)}{Area(cm^2)}$$

$$I = \frac{14.4 mW}{3675(cm^2)} = J/cm^2$$

$$I = 0.0034 J/cm^2$$

- Calculando el área de contacto de la lámpara

$$A = \pi DL$$

- En esta ecuación D es igual al diámetro de la lámpara y L es la longitud de la misma.

$$A = \pi \times 6 \times 2$$

$$A = 37.69 cm$$

- Calculando la potencia de la lámpara de vapor de mercurio

$$P = \frac{I}{4\pi r^2}$$

$$P = \frac{0.0034}{4\pi 0.02^2}$$

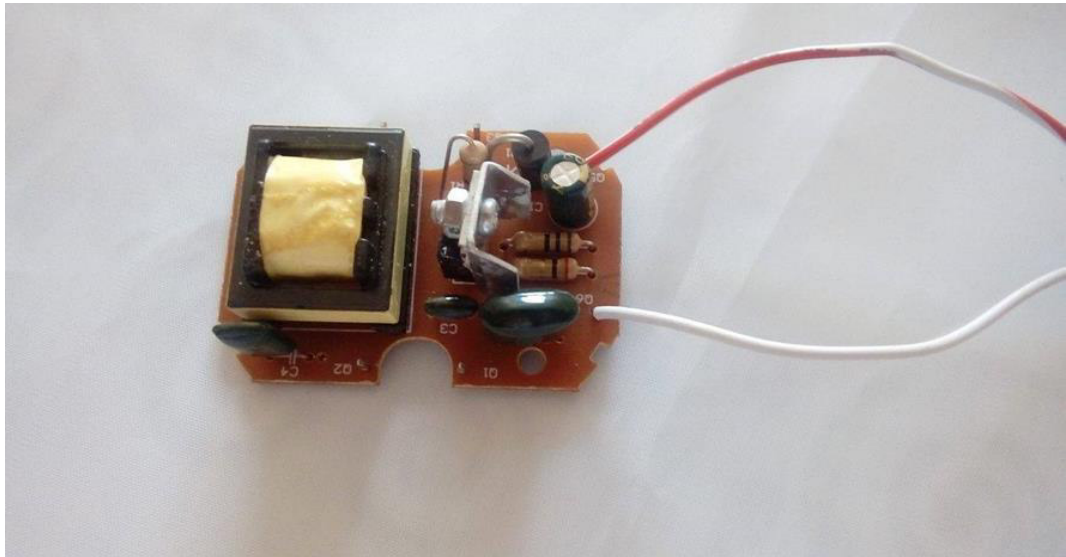
$$P = 0.68 W$$

De acuerdo con Maxwell el término radiación es la energía que se transmite por ondas, las ondas electromagnéticas tienen campos eléctricos y magnéticos cuyo movimiento se cataloga como la propagación de perturbaciones en un sistema neto físico.

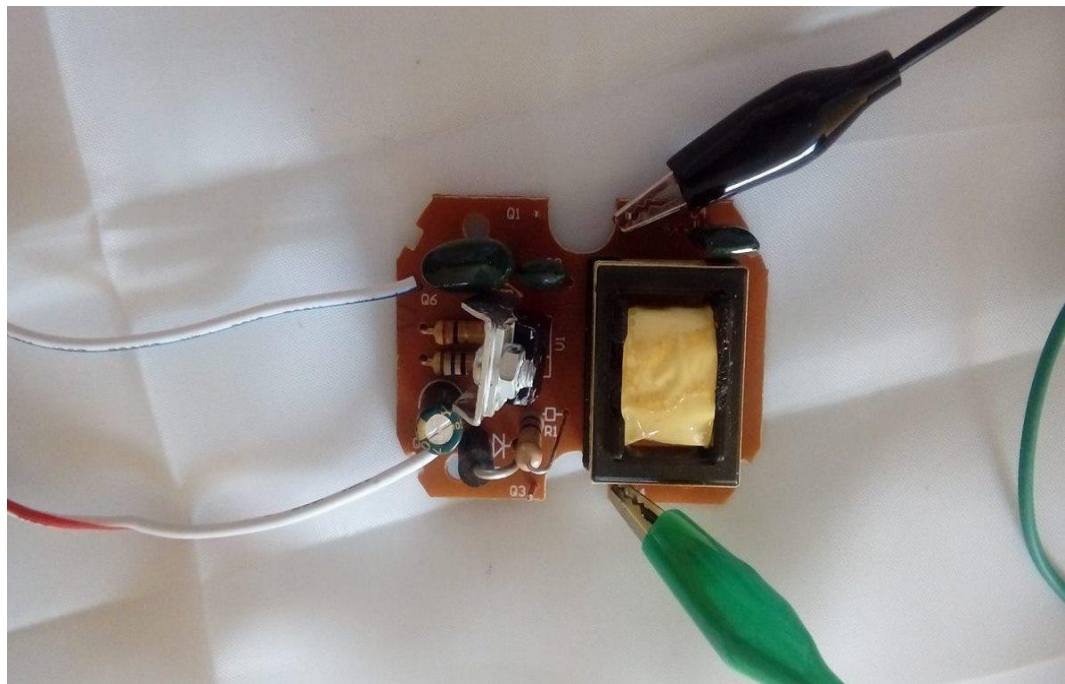
La longitud de onda, la frecuencia y la velocidad están en relación a la ecuación  $v = f \lambda$  la velocidad de una onda electromagnética en el espacio es igual a la velocidad de la luz, a diferencia de los materiales es decir la velocidad de la luz en los materiales depende de las propiedades eléctricas de estos mismos que vienen a ser su permitividad y permeabilidad.

Por esta razón la velocidad de la luz en el espacio según Maxwell es constante de ello se toma en cuenta estos datos considerando el espacio por el que se desplazara la radiación uvc germicida.

### **Diagramas en físico de los circuitos electrónicos**



**Figura 42: Circuito de 12 v**



**Figura 43: Sistema montado**



**Figura 44: sistema de radiación UVC puesto a prueba**



## RESULTADOS



**Figura 45: sistema Generando radiación UVC germicida**

En esta imagen se puede apreciar el sistema de radiación ultravioleta emitiendo fotones cargados energéticamente inactivando en espacio aéreo virus y bacterias expuestos en el ambiente.



**Figura 46: Sistema de radiación ultravioleta germicida**



## Medición de la corriente que circula por el circuito electrónico



Figura 47: Medición de Intensidad

En esta imagen podemos apreciar las mediciones con el multímetro, obteniendo un valor real de la corriente que circula por el circuito que es de 1.21A.

### Realizando los cálculos de potencia corriente y voltaje

#### **Datos:**

$$V = 12v$$

$$I = 1.21 \text{ mA}$$

$$\text{Potencia} = V \cdot I$$

$$\text{Potencia} = 14.52 \text{ m W}$$

Rango permitido de potencia para generar radiación UVC germicida entre 10 y 20 watts de potencia máxima.

Niveles de energía permitidos de acuerdo a la longitud de onda uvc entre 240-280 nanómetros radiación germicida.



**Figura 48: Implementación del sistema en funcionamiento**

En la imagen se puede apreciar a la empresa San Felipe Express de transporte público, con una longitud de 10.5 metros y un ancho de 3 metros, con el sistema implementado en modo de diseño, el sistema está diseñado para funcionar con un voltaje de corriente continua a 12 v, el circuito al ser alimentado generara radiación uv-c en la ampolla con mercurio liquido en su interior, una sola ampolla de vapor de mercurio es suficiente para emitir radiación UVC al interior del vehículo de transporte público, al entrar en funcionamiento el circuito, los átomos

de mercurio se excitan y comienzan a emitir radiación ultravioleta germicida, es aquí donde millones de fotones se desplazan dentro del bus inactivando a los bacilos de koch que estén presentes para de esa manera provocar el daño en sus ácidos desoxirribonucleicos impidiendo la continuidad de su ciclo vital.

La luz ultravioleta germicida al interior del bus de transporte público está en longitudes de onda permisibles para evitar el riesgo de posibles quemaduras a la piel, 240-280 nanómetros, se debe tener en cuenta que la luz ultravioleta es invisible al ojo humano teniendo energía suficiente para penetrar en la delgada membrana bacteriana de los bacilos de koch.

La ampolla de vapor de mercurio emite millones y millones de fotones de luz cargados energéticamente que se desplazan hacia el infinito a una velocidad constante de 299.792.458 m/s, cada fotón tiene energía suficiente para penetrar en el virus alterando su ADN reduciendo el indice de posibles contagios de la enfermedad en el transporte público.

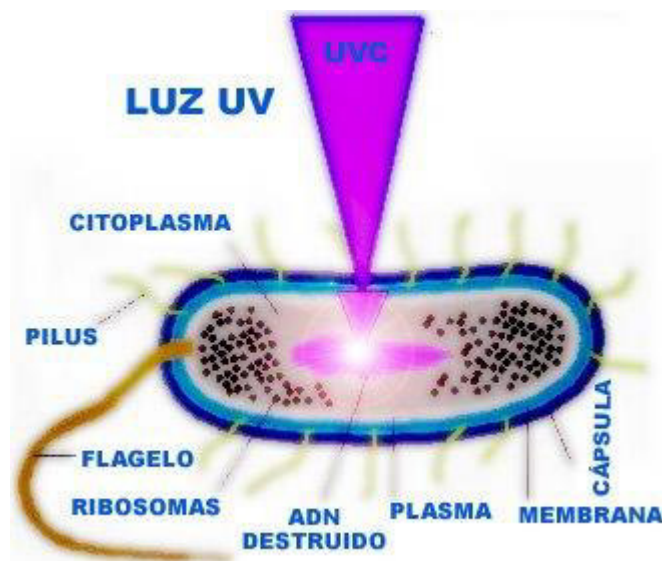


Figura 49: Destrucción de ADN

Fuente 3: Tomasa Vargas

Al ser expuestos los bacilos de koch a la radiación ultravioleta germicida en longitudes de onda corta, los bacilos de koch son alterados genéticamente impidiendo la continuidad de su ciclo vital, millones y millones de fotones energéticos se desplazan al interior del bus de la empresa San Felipe Express, alterando la estructura molecular de los bacilos de koch que se encuentran en el

aire, se espera reducir considerablemente el contagio de esta enfermedad en las zonas de mayor incidencia microbiana.

El dispositivo emisor de radiación ultravioleta está diseñado para reducir el número de pacientes que se infectan por la tuberculosis al desplazarse de un lugar a otro con un portador de la TBC en el transporte público, con este diseño se espera reducir considerablemente el número de pacientes infectados por la tuberculosis, reduciendo de esta manera las estadísticas de personas infectadas.

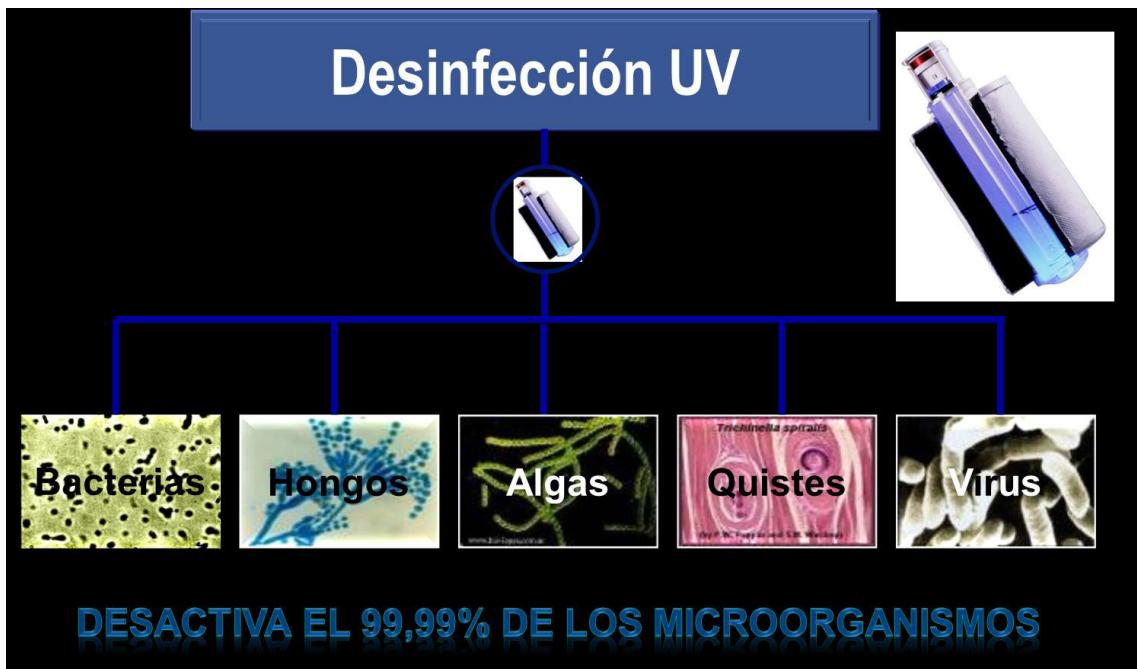


Figura 50: Desinfección UV

Fuente: Disclaimer radiación

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO**

## 4.1. ANÁLISIS DE COSTOS

### 4.1.1. Presupuesto

El costo es el proceso por el cual se identifica las herramientas y recurso necesarios para llevar a cabo la elaboración de un proyecto. Este análisis determinara la calidad y los materiales necesarios, también analizara el costo total del sistema, a continuación, se detallarán los materiales empleados en el proyecto.

**Tabla 4: Equipos y accesorios**

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo por unidad s/</b>	<b>TOTAL s/</b>
Diodos	6	15	90
Resistencias	6	20	120
Fusible	1	75	75
Capacitores	5	65	325
Transistores	2	59	118
Transformador toroide	1	120	120
Inductor tipo filtro	1	210	210
Ampolla de Cuarzo	1	435	435
Protoboard	1	215	215
Cables	1	43	43
<b>TOTAL</b>			<b>1751</b>

**Fuente: Autoridad Propia**

## **4.2. ANÁLISIS DE BENEFICIOS**

### **4.2.1 Beneficios tangibles**

- La ampolla generara radiación ultravioleta debido a la pequeña concentración de mercurio en su interior.
- Observación de alguna falla al momento de su implementación de manera exacta.
- Eliminación de riesgo a desarrollar cáncer a la piel debido a la baja radiación emitida.
- Implementación en cualquier lugar que se desee ya sea en el hogar o en el transporte público gracias a sus dos sistemas en AC Y DC.

### **4.2.2. Beneficios tangibles**

- Calibraremos mejor la longitud de onda emitida al momento de generar radiación UVC, a su vez la satisfacción del usuario ya que tendrá un ambiente de transporte seguro.
- Incrementaremos la implementación del dispositivo electrónico, debido al alto índice de mortalidad a causa de la TBC en el Perú por contagio en el transporte público, que es un caso con muchos contagiados y fallecidos en nuestro distrito.
- La población se mostrará conforme con el sistema implementado en el transporte público.
- Reduiremos el índice de personas que son contagiadas en el transporte público al desplazarse de un lugar a otro con una persona infectada.

### **4.3. CONSOLIDADO DE COSTO BENEFICIO**

El estudio en relación al costo-beneficio es una técnica financiera que nos permite poder calcular la relación entre los costos y los beneficios en relación al nuevo proyecto implementado.

El estudio de análisis viene a ser un término que lo usan muchas empresas para la elaboración de diversos proyectos valiéndose de actores como el VAN que es el valor actual neto y el TIR que significa Tasa Interna de Retorno así como también los flujos desde caja, todo esto para determinar si el proyecto es viable o no dentro de los estudios a realizar se tiene

La probabilidad de obtener pesimista, el cual consiste en que el resultado del proyecto es un fracaso total y que su inversión no será recuperada.

La probabilidad de ser probable donde el Van es 1 es decir que hay una probabilidad de que el proyecto sea un éxito, así como también un fracaso en su elaboración no habrá ganancias más que el recobro de la inversión.

La probabilidad optimista, cuando el estudio realizado supera las expectativas se sabe que es un proyecto muy lucrativo basándose en su inversión.

### **4.4. CONSOLIDADO DE COSTO/ BENEFICIO**

#### **4.4.1 Desarrollo del flujo de caja**

##### **A. Precios de estudios preliminares**

En este cuadro se llevan a cabo los gastos pre-operativos de los costos del proyecto, esto en base a los días de estudio y diseño del proyecto.



**Tabla 5: Gastos pre-operativos**

<b>ACCIONES</b>	<b>DIAS</b>	<b>VALOR S/</b>
1) Investigación preliminar	200	9.250,00
2) Diseño de estudio	20	750,00
3)Diseño preliminar	25	894,00
4)Análisis en estructura	14	350,00
5)Análisis estructural de diseño	10	320,00
6)Implementación	62	1.450,00
7)Confirmación	12	286,00
<b>TOTAL</b>	<b>343</b>	<b>13.300,00</b>

## B. Costos de equipos y accesorios

Se muestra la tabla con los costos de materiales que se usó en el proyecto con un precio unitario lo cual nos muestra el total en la tabla anterior Tabla 4: Equipos y accesorios.

**Tabla 6: Total equipos y accesorios**

---

<b>TOTAL</b>	<b>1.751,00</b>
--------------	-----------------

---

## C. Costos de mano de obra.

Se muestra la tabla con los gastos necesarios en la ejecución del proyecto la mano de obra, para lo cual se tiene un estimado que se muestra a continuación.

**Tabla 7: Mano de obra**

---

<b>PERSONAL</b>	<b>CANIDAD</b>	<b>IMPORTE</b>	<b>VALOR</b>
1) Ingeniero Electrónico	1	20.000,00	20.000,00
2) Ayudante de proyecto obra	3	4.500,00	13.500,00
<b>TOTAL</b>			<b>33.500,00</b>

---

## Conclusiones

Para esta tesis se planteó como principal objetivo diseño de un sistema de radiación ultravioleta para reducir el número de pacientes que se infectan por la TBC en el transporte público. Empleando componentes electrónicos y los conocimientos adquiridos en la universidad se logró diseñar el dispositivo emisor de radiación ultravioleta (UVC)

Para lograr dicho sistema se recopiló información de distintas fuentes y se realizaron estudios a fondo sobre fuentes ya realizadas para obtener un diseño que sea capaz de realizar el objetivo general.

El resultado fue satisfactorio se pudo lograr el diseño del dispositivo emisor de radiación ultravioleta, el sistema funciona correctamente se logró emitir la radiación UVC a través de la ampolla de cuarzo con vapor de mercurio el cual daña los ácidos desoxirribonucleicos de la bacteria en espacio libre inactivándolos en tiempo real.

El objetivo general va diseñado al transporte público por ello se diseñó un circuito que sea capaz de funcionar con una batería de 12 voltios portable que pueda ser llevado para su aplicación en determinado transporte público.

La radiación uvc no es una tecnología no del todo segura por ello se deja abierta la posibilidad de profundizar en los efectos de exposición de la piel a longitudes de onda corta.

Finalmente, el sistema de radiación ultravioleta emite radiación uv-c germicida en longitudes de onda corta de entre 240 y 280 nanómetros, fotones cargados energéticamente atraviesan la delgada membrana bacteriana de los bacilos de koch en el transporte público, dañando sus ácidos desoxirribonucleicos inactivándolos y evitando su reproducción.

## Recomendaciones

El estudio abarca hasta las etapas de proceso diseño del sistema por lo que se recomienda implementarlo en más lugares donde la bacteria tenga la capacidad de contagio.

Las radiaciones UVC germicida no son del todo segura en base al tiempo de exposición directa a la luz se recomienda tener en cuenta esos parámetros para su posterior aplicación y diseño del circuito electrónico.

Se recomienda a la empresa de transporte publico colaboradora San Felipe Express realizar más estudios sobre el sistema como verificación exacta de la longitud de onda emitida, para ello la adquisición de un luxómetro.

Se recomienda apuntar a nuevos centros de implementación del sistema.

Se recomienda no observar detenidamente la luz emitida de la ampolla de cuarzo debido a que está en longitudes de onda corta que no penetran la piel, pero tienen energía suficiente para penetrar la retina de los ojos.

Se recomienda al personal técnico de la empresa de transporte publico usar lentes oscuros para cambiar el circuito si este estuviese en funcionamiento para proteger los ojos.

En base a los estudios realizados a la fecha de cierre de investigación, se supo que hay nuevos índices de radiación UVC los cuales se recomienda tener en cuenta para futuras implementaciones y modificaciones del circuito electrónico, así como el tiempo de exposición a los rayos UVC producidos de manera artificial a través de un balastro electrónico.

## Glosario

**Radiación:** longitudes de onda con energía suficiente para arrancar electrones de la materia viva.

**Virus:** microorganismos pequeños que causan enfermedades.

**Espustos:** saliva que produce una persona a través de la boca.

**UVA:** longitud de onda larga

**UVB:** longitud de onda media

**UVC:** longitud de onda corta.

**Nanómetros:** medida de los virus y bacterias

**Mercurio:** metal pesado altamente tóxico.

## Referencias

- Abreu, E. G., Estrada, E. C., López, A. R., y Rodríguez, M. C. (2001). Remineralización in vivo del esmalte desmineralizado artificialmente. *Revista Cubana de Estomatología*, 38(1), 5–9. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75072001000100001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072001000100001)
- Achau, M. R., Gaspar, C. M., Marquez, P. J., y Romero, C. I. (2017). *Desinfectantes de ambientes y superficies utilizados en el ámbito sanitario*. Recuperado de [https://gruposedetrabajo.sefh.es/gps/images/stories/publicaciones/desinfectantes\\_gps\\_170207\\_formato%20gps.pdf](https://gruposedetrabajo.sefh.es/gps/images/stories/publicaciones/desinfectantes_gps_170207_formato%20gps.pdf)
- Angel, M., y Pozueta, R. (2012). *Transformadores*. Recuperado de <http://personales.unican.es/rodrigma/primer/publicaciones.htm>
- Arbiza, J. (2008). Virología Biología Viral . *Fcién Udelar* 9–22. Recuperado de <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/BiologiaViral.pdf>
- Cairns, W. L., y Wright H. B. (1998). *Luz ultravioleta*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/fulltext/simposio/ponen10.pdf>
- Chapa, A. C. (1996). *Electrónica II: análisis de diseño con diodos y transistores*. Recuperado de <https://es.pdfdrive.com/electronica-ii-analisis-de-diseno-con-diodos-y-transistores-adalberto-cantu-chapa-e56016510.html>
- Clingen, P. H., Arlett, C. F., Cole, J., Waugh, A. P. W., Lowe, J. E., Harcourt, S. A... Green, M. H. L. (1995). Correlation of uvc and uvb cototoxicity with the induction of specific photoproducts in T-Lymphocytes and fibroblasts from normal human donors. *Photochemistry and Photobiology*, 61(2), 163-170. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1751-1097.1995.tb03955.x>
- Dorronsoró, I., y Torroba, L. (2007). Microbiología de la tuberculosis. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 30(supl.2), 67-84. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v30s2/original5.pdf>
- EcuRed. (31 de octubre del 2017). *Transformador toroidal*. Recuperado de [https://www.ecured.cu/Transformador\\_toroidal](https://www.ecured.cu/Transformador_toroidal)
- Frenzel, L. E. (2004). *Sistemas electrónicos de comunicaciones*. Recuperado de [https://books.google.com.mx/books/about/Sistemas\\_Electr%C3%B3nicos\\_](https://books.google.com.mx/books/about/Sistemas_Electr%C3%B3nicos_)

de\_Comunicaciones.html?id=StUfAQAACAAJ

González-Martin, Julià. (2014). Microbiología de la tuberculosis. *Seminarios de la Fundación Española de Reumatología*, 15(1), 25-33 Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.semreu.2014.01.001>

Hervas, V. (2017). *Energía electromagnética*. Recuperado de <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2015/09/tipos-de-energic3ada-transformaciones-energic3a9ticas1.pdf>

Industria Nuclear Española. (2004). *Radiaciones Ionizantes y Protección Radiológica*. Recuperado de <https://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/industria-nuclear-espanola>

Mecafenix. (2018). *Partes de un capacitor*. Recuperado de <http://www.ingmecafenix.com/electronica/capacitor-condensador-electrico/>

Mendoza-Ticona, A. (2012). La tuberculosis como enfermedad profesional. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 29(2), 232-236 doi:<http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2012.292.347>

Organización Mundial de la Salud. (2010). *Campos electromagnéticos*. Recuperado de <https://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index1.html>

Organización Mundial de la Salud. (2016). *Radiaciones ionizantes efectos en la salud y medidas de protección*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>

Organización Mundial de la Salud (2017). *Informe mundial sobre la tuberculosis* Recuperado de [https://www.who.int/tb/publications/global\\_report/es/](https://www.who.int/tb/publications/global_report/es/)

Programa Nacional de Riesgos Químicos. (2007). *Movimiento mundial para el cuidado de la salud libre de mercurio*. Recuperado de <https://saludsindanio.org/documentos/americalatina/movimiento-mundial-para-el-cuidado-de-la-salud-libre-de-mercurio>

Repetto, J. M., (1995). *Toxicología Fundamental* (4ª ed.) [Versión Adobe Digital Editions]. Recuperado de <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479788988.pdf> Díaz de santos.

Robredo, G. A. (2001). *Electrónica básica para ingenieros*. Recuperado de <http://www.cartagena99.com/recursos/electronica/apuntes/Electronica%20>

Basica%20Para%20Ingenieros.pdf

- Salomone, J. (2004). *Lámparas y sus componentes*. Recuperado de [http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/InstalacionesIndustriales/Art\\_Interes/LampComp.pdf](http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/InstalacionesIndustriales/Art_Interes/LampComp.pdf)
- Santiago, E. C. (2001). *Toxicología del mercurio. Actuaciones preventivas en sanidad laboral y ambiental*. Recuperado de <http://www.gama-peru.org/jornada-hg/espanol.pdf>
- Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (2012). *Health effects of artificial light* Recuperado de <https://doi.org/10.2772/8624>
- Suárez, J., y Jácome, A. *Desinfección UV*. recuperado de [https://scholar.google.com.pe/scholar?rlz=1C1CHBD\\_esPE826PE826&uact=5&um=1&ie=UTF-8&lr&q=related:RPZuep8TfA\\_lkM:scholar.google.com/](https://scholar.google.com.pe/scholar?rlz=1C1CHBD_esPE826PE826&uact=5&um=1&ie=UTF-8&lr&q=related:RPZuep8TfA_lkM:scholar.google.com/)
- World Health Organization. (2003). *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012227055X013006?via%3Dihub>
- Zamudio, C., Krapp, F., Choi, H. W., Shah, L., Ciampi, A., Gotuzzo, E... Brewer, T. F. (2015). Public Transportation and Tuberculosis Transmission in a High Incidence Setting. *PLoS ONE*, 10(2), 1-8. Recuperado de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0115230>



