

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

FABRICACIÓN DEL SISTEMA AGITADOR MAGNÉTICO

YIRMANIER ESTEBAN RUIZ URIBE

Director del trabajo de grado:

PHD ROBISON BUITRAGO SIERRA

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
MEDELÍN
2019**

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Un fotocatalizador, es un semiconductor que tiene la capacidad de reaccionar, bajo los efectos de la iluminación, oxidando los compuestos orgánicos que estén en el aire, actúa como un fuerte agente oxidante.

La fotocatálisis es un fenómeno natural que se asocia con la fotosíntesis, mediante la acción de la luz natural o artificial, logrando el proceso de oxidación y convirtiendo sustancias orgánicas e inorgánicas nocivas, en compuestos totalmente inocuos.

Por otro lado y dado que el tratamiento de los residuos líquidos, es muy complejo, debido a la variedad de químicos y el grado de concentración de ellos, las tecnologías para el proceso de oxidación fotocatalítico y el proceso de oxidación avanzada (POA), son unas de las más utilizadas para el tratamiento de las aguas contaminadas con productos orgánicos recalcitrantes, provenientes de industrias químicas, agroquímicas, textiles y de pinturas, entre otras.

Mitsubishi e italcementi, hicieron los primeros desarrollos, aplicado la fotocatálisis a cerámicas y vasos, lo que conllevó a que se desarrollaran nuevos productos y fueran patentados, además de ser el catalizador más común y más barato.

Es así como los problemas asociados a la contaminación en aguas y las múltiples aplicaciones de la fotocatálisis, han hecho que se proponga el diseño, construcción y montaje de un sistema para el tratamiento de agua u otras aplicaciones.

Palabras clave: fotocatálisis, fotocatalizador, circuito integrado, resistencia, condensador.

RECONOCIMIENTOS

A mi familia, que fue parte fundamental en mi formación, tanto académica, como personal y siempre me apoyó.

A los docentes del Instituto Tecnológico Metropolitano, que nos educaron como personas integrales, a través de la trasmisión de sus conocimientos y competencias necesarias para poder formarnos como ingenieros.

Al profesor Robison Buitrago sierra, que me brindó la posibilidad de desarrollar el proyecto de grado en el laboratorio de polímeros, de la Facultad de Ingenierías del ITM y, en general, a todos

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

los compañeros que de una u otra forma me ayudaron y compartieron sus experiencias y conocimientos para llevar a un buen término el desarrollo de este proyecto.

ACRÓNIMOS

DBO: Demanda Biológica de Oxígeno.

DQO: Demanda Química de Oxígeno.

PAO: procesos de oxidación avanzada

CIELAB: CIE (comisión internacional de iluminación) LAB (espacio de color tridimensional)

GRC: Glass Fibre Reinforced Cement

MOSFET: Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor

PWM: modulador de ancho de pulso

CC: Corriente continua

GTAW: Soldadura con arco de tungsteno y gas.

TIG: Tungsteno y gas inerte

W: VATIOS

IC: circuito integrado 555

Q1: transistor NPN 2N2222

Q2: transistor NPN 2N3055

D1, D2: diodos 1N914

D3: diodo 1N4007

R1, R2: resistencias de 2.2K, 1/4 W

R3: resistencia de 1K, 1/4 W

R4: resistencia de 1.5K, 1/4 W

C1: condensador de 1 uF (microfaradios)

C2, C3: condensadores de 0.1 uF (microfaradios)

P1: potenciómetro de 100K

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	2
RECONOCIMIENTOS	2
ACRÓNIMOS	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. SISTEMA AGITADOR MAGNÉTICO.....	5
2.1. Principios básicos fotocatalisis	5
2.2. El mecanismo de reacción fotocatalítica.....	5
2.3. El efecto fotocatalitico	6
2.4. APLICACIONES DE LA FOTOCATÁLISIS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	6
2.5. fotocataliSis DE LOS MATERIALES A BASE DE cemento	¡Error! Marcador no definido.
2.6. PROCESO FOTOCATALÍTICO COMO ALTERNATIVA PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA....	¡Error! Marcador no definido.
2.7. EQUIPOS EN EL MERCADO PARA EL PROCESO DE FOTOCATÁLISIS	8
2.8. DISEÑO PROPIO DEL AGITACIÓN MAGNÉTICO, BASADO EN LA REVISIÓN	10
2.8.1. Ensamble del circuito eléctrico para controlar la velocidad de los motores 12V DC, del sistema de agitación:.....	12
2.8.2. Ensamble de la parte eléctrica	13
2.8.3. Funcionamiento del Control de motor CC con 555:.....	13
3. METODOLOGÍA	15
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	¡Error! Marcador no definido.
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	16
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A Ensamble del sistema generador.....	18
ANEXO B Soporte inferior.....	18
ANEXO C Parte superior.....	18
ANEXO D Caja grande	19
ANEXO E Conexión potencia	19
ANEXO F Ensamble caja grande.....	20
ANEXO G Ensamble inferior.....	21

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ANEXO H Conexión del control del calentador 21

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se hace la descripción sobre el proyecto desarrollado en el laboratorio de poliméricos, en el cual se diseñó y se fabricó un dispositivo experimental de agitación magnética con radiación UV, ya que este es uno de los mecanismos más eficientes para el proceso de fotocátalisis, utilizando la radiación solar ultravioleta, por lo que se le está dando diferentes aplicaciones en las diferentes ramas de ingeniería.

Igualmente, se habla de los experimentos que se han hecho en algunas industrias, como una manera de confirmar la veracidad de los resultados arrojados y la confiabilidad que ofrece el desarrollo de este tipo de dispositivos.

Por último, se hace la descripción sobre la planeación, desarrollo y ensamble del equipo, para que se conozca la manera como se hizo cada una de las piezas y los elementos utilizados para éste funcionara con las especificaciones que se tenían prevista y, de esta forma, mostrar la viabilidad de su puesta en marcha.

1. SISTEMA AGITADOR MAGNÉTICO

1.1. PRINCIPIOS BÁSICOS FOTOCATÁLISIS

La fotocátalisis es un fenómeno natural similar a la fotosíntesis, por el que una sustancia llamada “fotocatalizador”, mediante la acción de la luz natural o artificial, provoca un fuerte proceso de oxidación y convierte sustancias orgánicas e inorgánicas nocivas en compuestos totalmente inocuos.

Este fenómeno, busca acelerar los procesos de oxidación que ya existen en la naturaleza y potencializa, más rápidamente, la descomposición de los contaminantes, para evitar su acumulación.

El proceso, consiste en la combinación de fotones y un catalizador, para que juntos con la luz, produzcan la reacción química.

1.2. EL MECANISMO DE REACCIÓN FOTOCATALÍTICA

Un fotocatalizador, también llamado material activado sensibilizador, es un semiconductor que cuando está bajo iluminación, actúa como un fuerte agente oxidante, que desintegramos compuestos

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

orgánicos e inorgánicos y crea escenarios en los que también tiene la capacidad de reaccionar con otras moléculas, para oxidar los compuestos orgánicos que se encuentran en el aire.

La activación de la superficie del fotocatalizador induce la formación de los dos tipos de portadores: un electrón (e^-) y un hueco (H^+). Para producirlos se debe aportar energía suficiente para promover un electrón (e^-) de la banda de valencia a la banda de conducción, lo que deja un hueco en la banda de valencia (H^+) (González, 2013, P.14).

El gap o banda prohibida, del semiconductor, es la que regula la energía por los fotones para que los electrones se agiten y es esto lo que determina la diferencia entre los grados de energía más alto, permitidos para el electrón en la banda de valencia y el nivel de energía permitido más bajo, en la banda de conducción (González, 2013, P.14).

1.3. EL EFECTO FOTOCATALITICO

La fotocatalisis, es, de alguna manera, la fotosíntesis de las superficies urbanas, ya que tiene como principio natural la descontaminación de la naturaleza, pero, en cada uno de ellos, intervienen procesos y variables diferentes, ambos acompañados por la luz solar, que es la que tiene la capacidad de eliminar el CO_2 y otros contaminantes habituales en la atmosfera, como son los NO_x , SO_x , COV_s , metil mercaptano, formaldehido, compuestos orgánicos clorados, compuestos polis aromáticos, mediante un proceso de oxidación, lo que hace que se genere materia orgánica (Bermejo, 2018, p.6).

Un catalizador se define como un elemento que aumenta la velocidad de la reacción a la que se adiciona:

“la presencia de un catalizador en el sistema de reacción se limita a modificar la velocidad de la transformación. El catalizador no se considera ni reactivo ni producto en la reacción”

El fotocatalizador funciona igual que el catalizador, pero cuando este recibe radiación solar o artificial y de una determinada longitud de onda para excitar sus partículas (Bermejo, 2018, p.6).

1.4. APLICACIONES DE LA FOTOCATÁLISIS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El tratamiento de los residuos líquidos, es muy complejo, a causa de la gran variedad de productos químicos y sus niveles de concentración, pero las tecnologías utilizadas para el tratamiento de oxidación fotocatalítico, se ha logrado aplicar técnicas al tratamiento primario y

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

secundario, con lo que se disminuye la alta carga orgánica, de la demanda química de oxígeno (DQO) y de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de los afluentes, mientras que, para eliminación del color y toxicidad, son ineficaces, debido a la presencia de estructuras polifenólicas.

La oxidación fotocatalítica, es la destrucción de los contaminantes, a través de la radiación ultravioleta y empleando catalizadores, con lo que se forman los radicales hidroxilo y que tienen un efecto oxidante sobre los contaminantes químicos.

En este proceso la oxidación actúa en la superficie de la partícula que se utiliza como catalizador o semiconductor (p.ej. TiO_2 , Fe_2O_3), teniendo presente que, la radiación UV es la única fuente de energía que se utiliza en este proceso. Las mejores alternativas son la fotocatalisis heterogénea, mediada por TiO_2 y la fotooxidación, que está mediada por compuestos férricos.

Se prevé que, las tecnologías para los procesos de oxidación avanzada (POA), serán unas de las más utilizadas para el tratamiento de las aguas contaminadas con productos orgánicos recalcitrantes, provenientes de industrias químicas, agroquímicas, textiles y de pinturas, entre otras y uno de los procesos de mayor perspectiva, son los de la fotooxidación en sus variantes fotólisis y fotocatalisis.

Los POA, son procesos que implican la formación de radicales hidroxilo (OH) altamente reactivos, ya que presentan un elevado potencial de oxidación ($E^0=2.8\text{V}$), lo que los hace muy efectivos para el proceso de oxidación de compuestos orgánicos, principalmente por abstracción de hidrógeno; es decir, que se generan radicales orgánicos libres (Reacción 1) = $\text{OH}^0 + \text{RH} \rightarrow \text{R}^0 + \text{H}_2\text{O}$, los cuales pueden reaccionar con oxígeno molecular para formar peroxiradicales (reacción 2). = $\text{R}^0 + \text{O}_2 \rightarrow \text{productos} + \text{CO}_2$. Incluso pueden iniciarse reacciones de oxidación en serie que pueden conducir a la mineralización completa de los compuestos orgánicos (Garcés, Mejía, & Santamaría, 2004).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.5. EQUIPOS EN EL MERCADO PARA EL PROCESO DE FOTOCATÁLISIS



Imagen 1 equipo de laboratorio baja potencia

Fuente: (APRIA Systems S.L, 2015)

CARACTERÍSTICAS:

Fotorreactor de borosilicato tipo agitado y radiación externa.

Leds UV en distribución multitira y encendido seleccionable.

Agitación magnética.

Medida “online” en continuo de pH y O₂.

Armario eléctrico y de maniobra.



Imagen 2 Equipo de laboratorio de media/alta potencia

Fuente: (APRIA Systems S.L, 2015)

CARACTERÍSTICAS:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Fotorreactor anular de boro silicato provisto de camisa de refrigeración, conectada a baño termostatzado.

Leds UV de intensidad regulable y refrigeración mediante convección forzada de aire.

Bomba de recirculación.

Medida “online” en continuo de pH y O₂.

Tanque de alimentación para fase oscura provisto de agitación magnética.

Armario eléctrico y de maniobra con pantalla para el seguimiento del rendimiento del sistema led



Imagen 3 Agitador magnético

Fuente: (APRIA Systems S.L, 2015)

CARACTERÍSTICAS:

Fotorreactor anular de borosilicato.

Leds UV de intensidad regulable y refrigeración mediante convección forzada de aire.

Bomba de recirculación.

Medida “online” en continuo de pH y O₂.

Membrana cerámica de MF para la recuperación de catalizador tipo TiO₂.

Intercambiador de calor y baño termostatzado.

Posibilidad de operar en continuo o discontinuo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.6. DISEÑO PROPIO DEL AGITACIÓN MAGNÉTICO, BASADO EN LA REVISIÓN

Inicialmente, se hizo un ensayo experimental, para demostrar que, con un motor eléctrico y un imán ensamblado en el eje del motor, a través de la fuerza magnética, haga girar el otro imán o metal que se introdujo en el recipiente plástico y, de esta manera, se mezcle el líquido.

Posteriormente, se hizo el ensamble de las piezas y de los elementos que se necesitaron para hacer el ensayo, como una caja plástica, en la que se instaló el motor eléctrico que, a su vez, tiene una base de acrílico para separar el motor con el imán, del vaso de agua que contiene un metal en su interior.

Este ensayo, arrojó como resultado que, al poner a girar el motor con el imán ensamblado en el eje, el metal introducido en el vaso con agua, hacia el mismo giro, produciendo que el agua se mezcle, como el mismo efecto de una licuadora, lo que significa que funcionó a la perfección.

El siguiente reto, fue diseñar un equipo de agitación magnético de tres compartimientos para instalar tres recipientes que hicieran el proceso de mezclado y que cada uno de ellos funcione de manera independiente, es decir, que cada uno tenga su propio encendido, apagado y control de velocidad del mezclado.

También se diseñó e instaló una cámara de iluminación ultravioleta, compuesta por tres lámparas de 15Watts cada una, para hacer el proceso de fotocatalisis.



Imagen 4 Imágenes del primer ensayo

Fuente: Elaboración propia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Para el diseño del agitador magnético, se utilizó la herramienta de dibujo Autodesk Inventor, Software CAD 3D y de diseño mecánico, para hacer el dibujo o boceto como ideación gráfica para modelar y definir las dimensiones de los elementos que se iban a utilizar y su ubicación en el equipo.

Posterior a esto, se hizo el trazado en las láminas, con las medidas que se definieron en el dibujo, utilizando instrumentos de medición como escuadras, goniómetros, flexómetro, compás de puntas para señalar los puntos de referencias, en los cuales se hicieron las líneas sobre las que había que cortar la lámina; algunos tramos, se cortaron con cizalla y otros, con pulidora y disco de corte. Esto, para lograr que las medidas quedaran como se lograron en el boceto.

Luego, se hicieron las perforaciones con el proceso de taladrado con arranque de viruta, usando el taladro de banco con el mandril y la broca de perforación y, posteriormente, se hizo el doblado, donde la lámina era expuesta a unas matrices y mordazas, utilizadas para doblar en la prensa hidráulica, ejerciendo un poco de presión sobre la lámina.

Por último, se procedió hacer el ensamble, para lo que fue necesario utilizar el equipo de soldadura, con el proceso de TIG para soldar las tuercas M6x1, en el interior de la estructura y así poder unir las dos partes con tornillos cabeza sombrilla de dimensión M6x1.

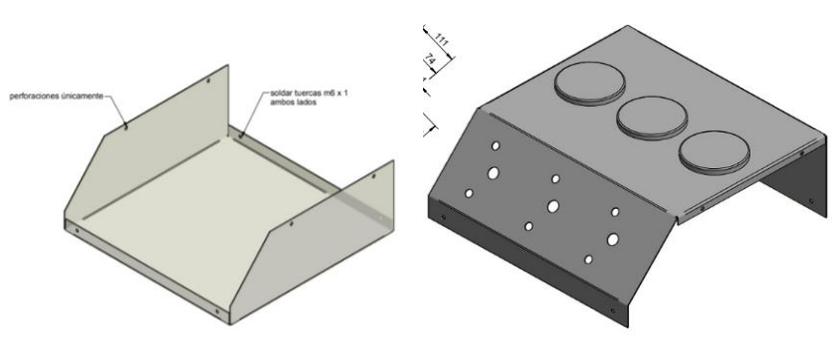


Imagen 5 Piezas para el ensamble del equipo

Fuente: Elaboración propia

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Materiales utilizados para el montaje:

Una lámina austenítica, al cromo níquel ref. 304 - 304L calibre 16 Inoxidable.

Para el sistema eléctrico del control y potencia, se utilizó:

Una fuente regulada de entrada de 120V AC – 60Hz, con una salida de 12V DC - 6ª.

Tres motores con hélices en sus ejes de salida de 12v – 0.16ª.

Seis imanes de neodimio, tres lámparas UVA 365Nm.

Tres indicadores (pilotos), cuatro suiches

Tres circuitos integrados 555 (IC)

Tres transistores NPN 2N2222 (Q1)

Tres transistores NPN 2N3055 (Q2).

Seis diodos 1N914 (D1, D2).

Tres diodos 1N4007 (D3).

Seis resistencias de 2.2K, 1/4W, (R1, R2)

Tres resistencias de 1K, 1/4W (R3)

Tres resistencias de 1.5K, 1/4W (R4)

Tres condensadores de 1uF (microfaradios) (C1)

Seis condensadores de 0.1uF (microfaradios) (C2, C3).

Tres potenciómetros de 100K.

1.6.1. Ensamble del circuito eléctrico para controlar la velocidad de los motores 12V DC, del sistema de agitación:

Este circuito, se diseñó con el fin de controlar el incremento y la reducción de la velocidad de giro de cada uno de los tres motores eléctricos, con un imán en su eje de salida.

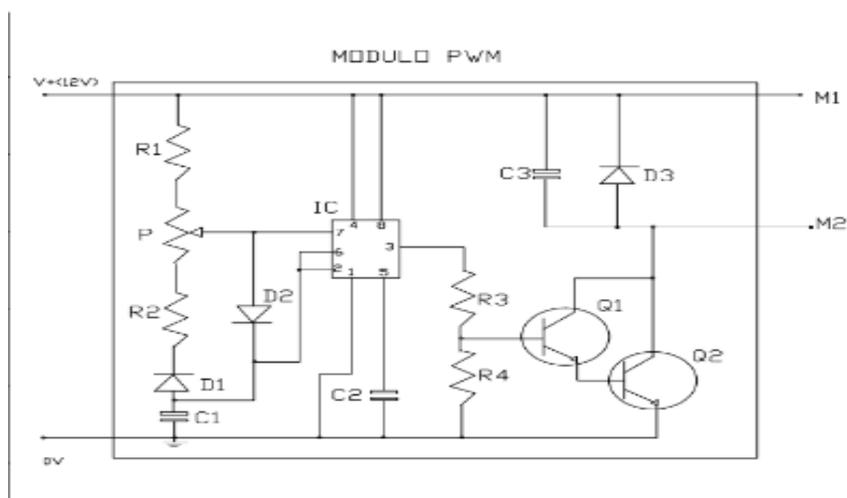


Imagen 6 Control del motor dc con 555

Fuente: (Electrónica Unicrom, 2016)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.6.2. Ensamble de la parte eléctrica

Control de motor DC con 555

Este circuito, me pareció óptimo y fácil de ensamblar y materiales muy económicos para controlar el incremento y la reducción de la velocidad de giro de cada uno de los tres motores eléctricos, con el imán en su eje de salida.

El circuito, funciona con 12w voltios y permite controlar un motor dc con ayuda de un temporizador 555.

Para variar la velocidad del motor DC, se utilizó el temporizador 555, que funciona como un PWM (modulador de ancho de pulso). La variación se logra manipulando el potenciómetro P.

La salida del 555, activa el conjunto de transistores en cascada Q1 y Q2, que administran el motor DC, de 12 voltios y la corriente está limitada a la capacidad que tenga el transistor de salida.

1.6.3. Funcionamiento del Control de motor CC con 555:

El funcionamiento del 555, es muy similar al funcionamiento del mismo, en configuración estable, con la característica adicional que se puede modificar el ancho del pulso a la salida de 555 (pin3).

Esto se logra con el arreglo de los diodos (D1, D2), los resistores (R1, R2), el potenciómetro P y el capacitor C1.

La idea de unir estos componentes, es regular los tiempos de carga y de descarga de capacitor C1 y así establecer el tiempo que el 555 tiene para la salida en alto y en bajo, pues al tener una salida de tipo onda cuadrada, el motor tendrá, entre sus terminales, un tiempo en 12V, o un poco menos y otro tiempo de 0V o unos pocos milivoltios.

Entre más tiempo de salida del 555, en alto, más tiempo estarán saturados los transistores Q1 y Q2 y por consiguiente, más tiempo estará el motor DC con 12V, entre sus terminales. Caso contrario, sucede cuando la salida del 555, está más tiempo en bajo, ya que los transistores Q1 y Q2, estarán más tiempo en corte y, por consiguiente, el motor estará menos tiempo con 12V,

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

entre sus terminales. Variando el potenciómetro de un extremo a otro, se pasará de un motor sin movimiento a un motor a máxima velocidad.

Luego de tener definida la estructura, se instaló una fuente de voltaje regulada con entrada de 120V AC y con salida a 12V DC – 6A, para alimentar los tres motores de 12V, a los que se les incorporaron dos imanes de neodimio en cada hélice y una tarjeta universal, donde se montó el circuito de control de velocidad de éstos.

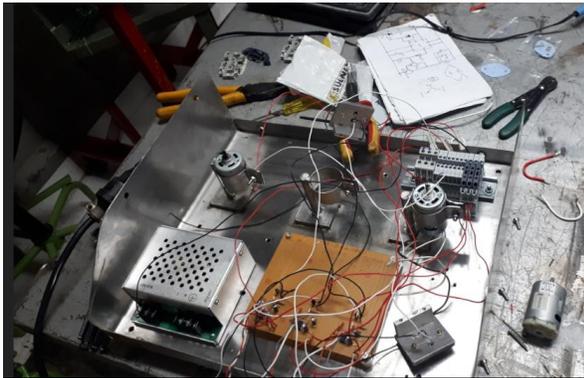


Imagen 7 Ensamble del circuito eléctrico

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, se muestra la instalación de los tres potenciómetros para el control de velocidad de cada motor, los tres suiches para el encendido y apagado individual de cada agitador y los tres indicadores piloto que indican el momento de funcionamiento de cada motor.



Imagen 8 Ensamble y ensayo

Fuente: Elaboración propia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En la siguiente imagen, se muestra como quedó el dispositivo terminado y la instalación de una cámara de iluminación ultravioleta, con una compuerta de apertura y de cerrado de la misma, a la cual se le adaptaron dos ventiladores para la refrigeración.



Imagen 9 Agitador magnético

Fuente: Elaboración propia

2. METODOLOGÍA

El desarrollo de este proyecto, se hizo con el acompañamiento del asesor asignado, para hacer la implementación en el laboratorio de polímeros.

Para llevar a cabo la elaboración del agitador magnético, se utilizaron materiales, tales como: lamina austenítica al cromo inoxidable, componentes electrónicos, imanes de neodimio y lámparas ultravioletas, los cuales fueron seleccionados pensando en facilitar el proceso de fabricación del sistema.

También se utilizó la guía de artículos y libros especializados en el tema, que sirvieron como base, en éstos, se hacen análisis de los experimentos que allí se describen y que sustentaron la viabilidad de este proyecto, pues allí se relacionan los elementos utilizados en las pruebas, con los resultados que éstas arrojan y que sirvieron para mejorar el sistema, teniendo en cuenta los

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

conceptos generales que pueden tenerse presente para su implementación, de manera que puedan hacerse pruebas con diversos fluidos y se obtengan los resultados que se asocian en este proyecto.

3. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- Se diseñó y construyó un dispositivo de agitación magnética para experimentar el proceso de fotocátalisis para la descomposición de compuestos orgánicos e inorgánicos.
- La puesta a punto del sistema, se llevó a cabo ensayando con recipientes plásticos con agua y en su interior una capsula con un metal el cual se encargaba de revolver el líquido y a su vez fuera controlado el mezclado pasando de una velocidad lenta a una mayor velocidad por medio del potenciómetro.
- La cámara de las lámparas uv, debe estar siempre muy sellada y no se debe abrir por ningún motivo cuando éstas estén encendidas o durante el proceso de descomposición porque puede resultar nocivo para la salud del ser humano por la radiación que estas emiten.
- La ventilación se debe encender cuando las lámparas estén encendidas y la cámara cerrada para evacuar el calor que emiten las lámparas uv.
- Para realizar un cambio de lámparas es necesario realizar un giro horario y ejercer presión verticalmente para retirarla.

Cabe resaltar, que el sistema que aquí se describe, está sujeto a mejoras sustanciales, que ayuden a mejorar su eficiencia.

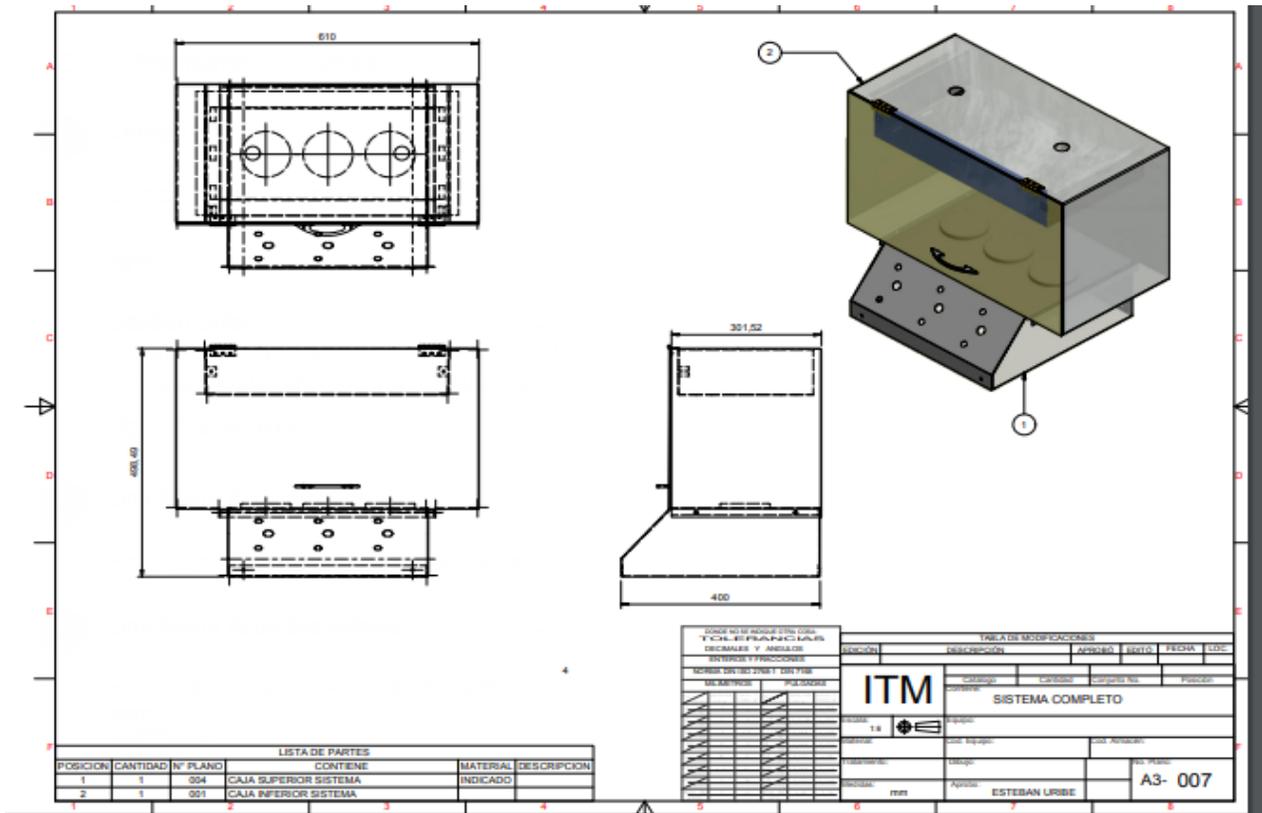
Este dispositivo, queda a disposición del laboratorio de polímeros, para continuar desarrollando trabajos futuros, en los que se utilizan, diferentes nanofluidos y con distintas concentraciones, como objeto de estudio, para evaluar su comportamiento.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

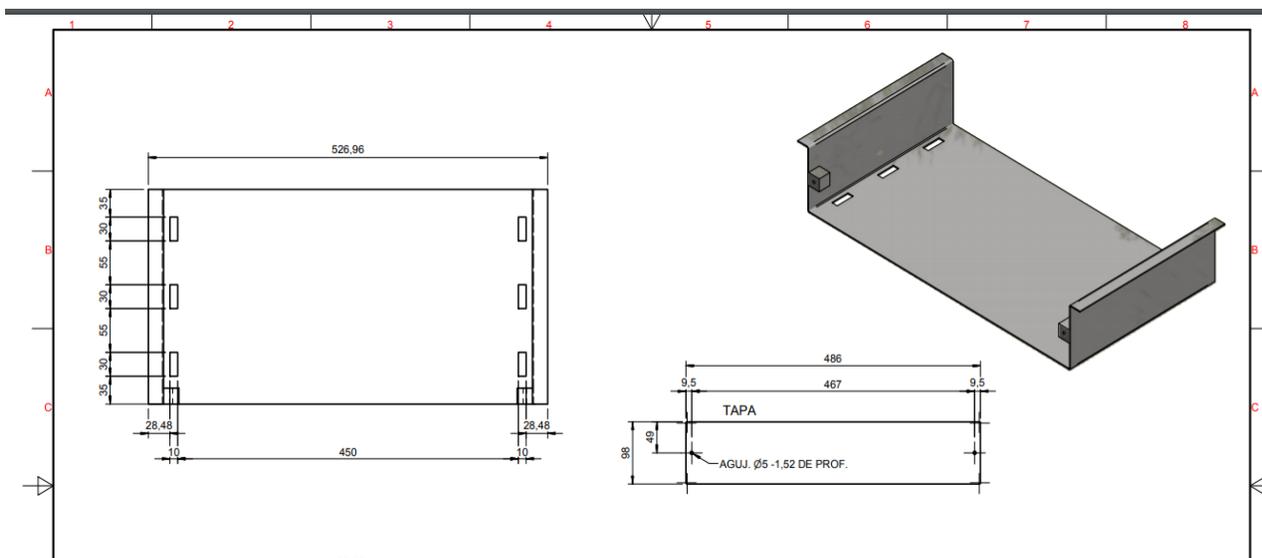
- Acevedo, J. D. (2012). *Proceso fotocatalítico como alternativa para la potabilización de agua*. Medellín, Colombia: [En línea] Recuperado de: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/710/JoseDaniel_AcevedoZabaleta_2012.pdf;jsessionid=3B12F475EEF9DE8A176A32718F4F3E19 Consultado el 3 de diciembre de 2018.
- APRIA Systems S.L. (2015). *Equipo laboratorio de baja potencia*. Cantabria, España: [En línea] Recueprado de: <http://apriasystems.es/pdf/fotocatalisis.pdf> Consultado el 12 de febrero de 2019.
- Bermejo, M. (2018, p.6). *Fotocatálisis y su capacidad descontaminante*. Madrid, España: [En línea] Recuperado de http://oa.upm.es/49612/1/TFG_Bermejo_Fernandez_Marina.pdf.
- Electrónica Unicrom. (2016). *Funcionamiento del Control de motor CC con 555*. [En línea] Recuperado de: <https://unicrom.com/control-de-motor-dc-con-555/> consultado el 12 de enero de 2019.
- Garcés, L. F., Mejía, E. A., & Santamaría, J. J. (2004). *La fotocatalisis como alternativa para el tratamiento*. Bogotá, Colombia: Revista Lasallista [En línea] Recuperado de:<http://lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/Vol1n1/083-92%20La%20fotocat%C3%A1lisis%20como%20alternativa%20para%20el%20tratamiento.pdf> Consultado el 2 de diciembre de 2018 ISSN : 1794-4449.
- González, P. (2013, p. 15, 16). OHL INDUSTRIAL MINING & CEMENT cemento hormigón: Revista técnica CEMENTO HORMIGON. Vol. 84 No 958 SEPTIEMBRE – OCTUBRE 2013 Departamento de asistencia técnica y prescripción. FYM.
- González, P. (2013, P.14). OHL INDUSTRIAL MINING & CEMENT cemento hormigón: Revista técnica Cemento Hormigón No 958 Departamento de asistencia técnica y prescripción FYM p. 14.

ANEXO A Ensamble del sistema generador



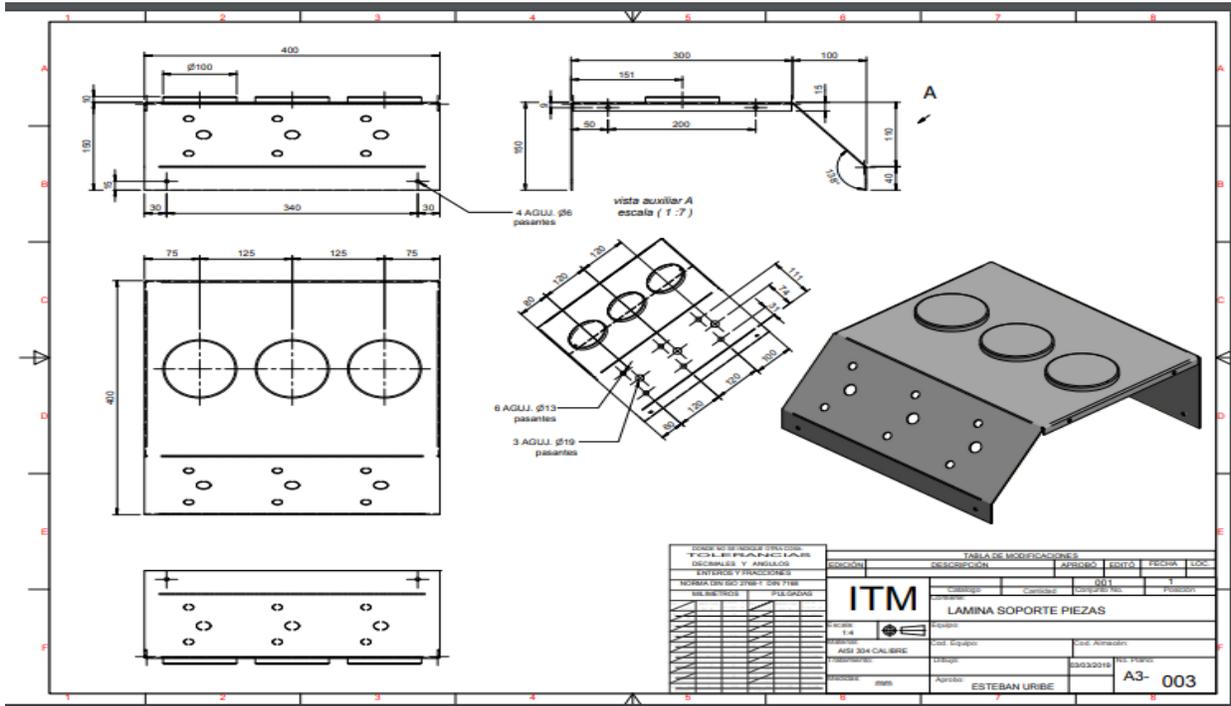
Fuente: Elaboración propia

ANEXO B Soporte inferior



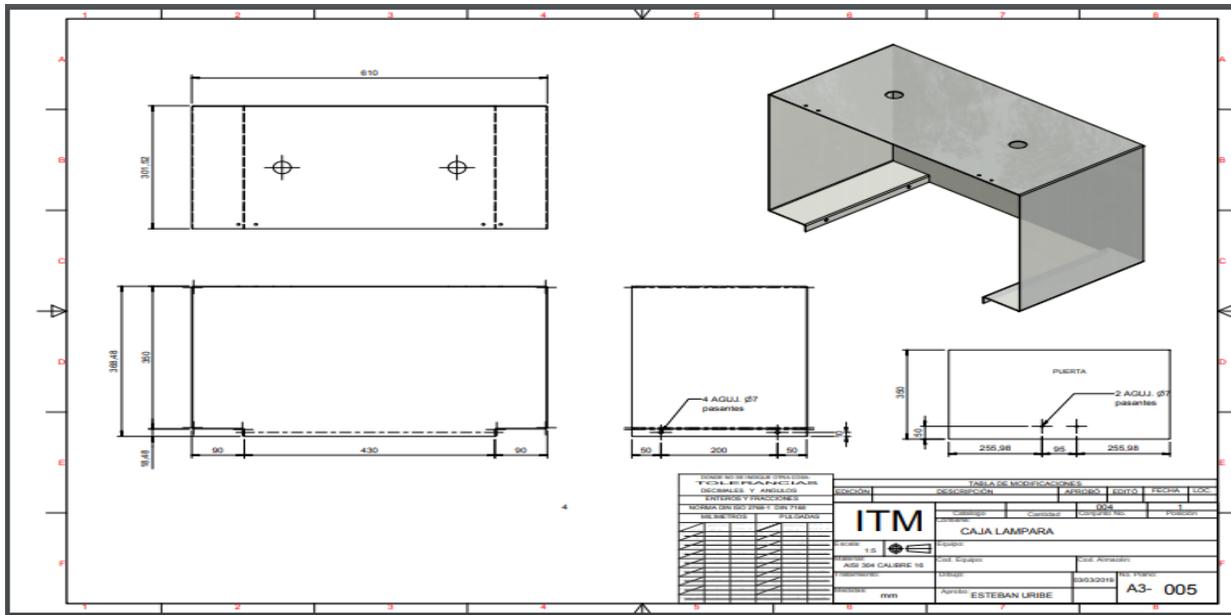
Fuente: Elaboración propia

ANEXO C Parte superior



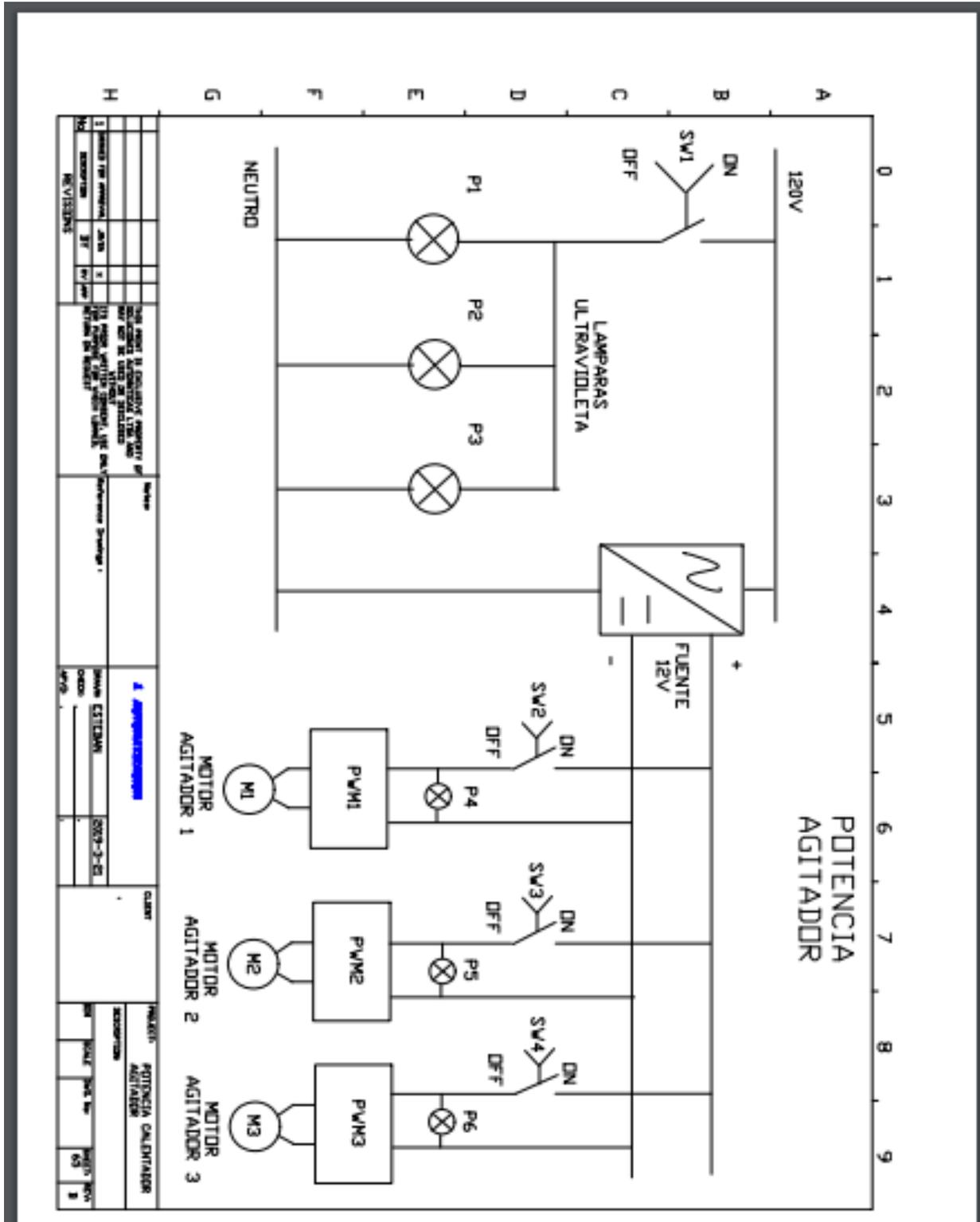
Fuente: Elaboración propia

ANEXO D Caja grande



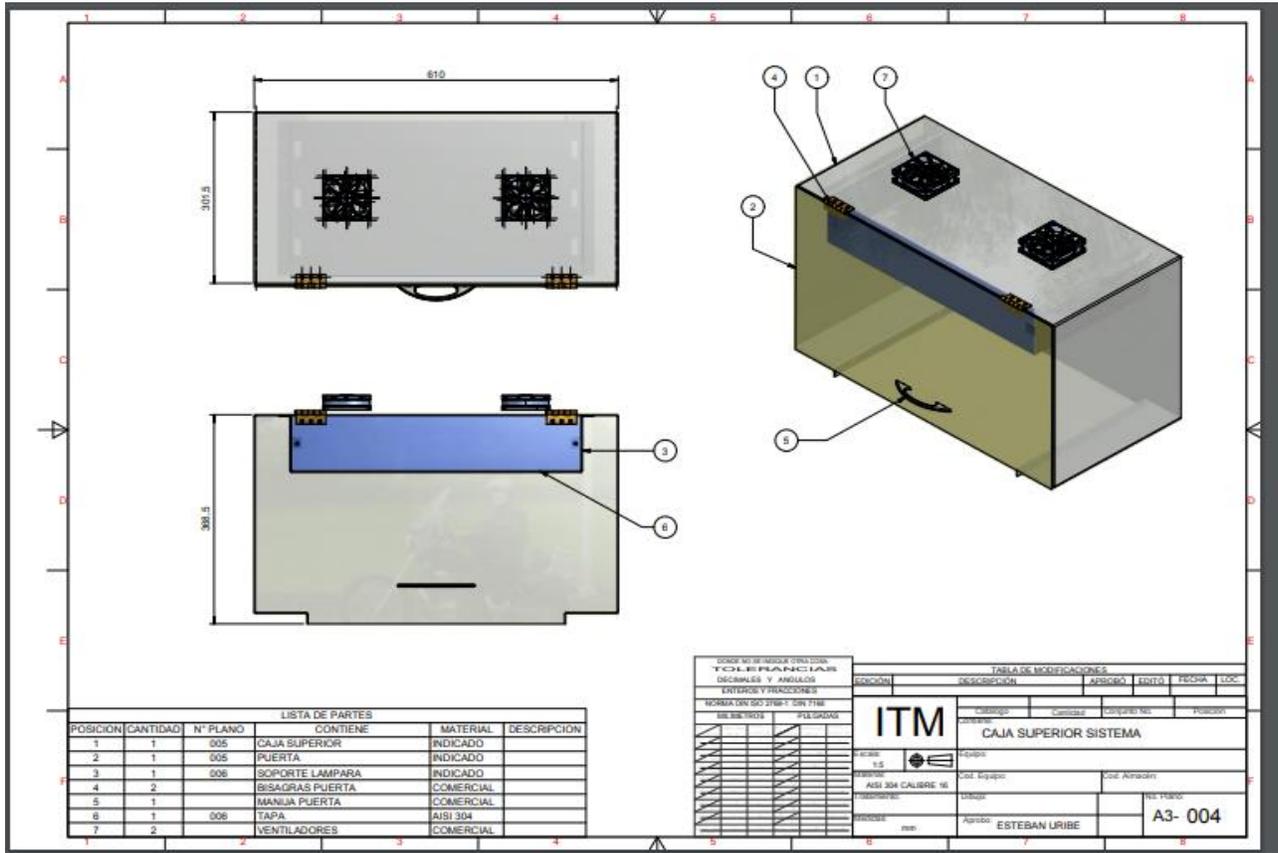
Fuente: Elaboración propia

ANEXO E Conexión potencia



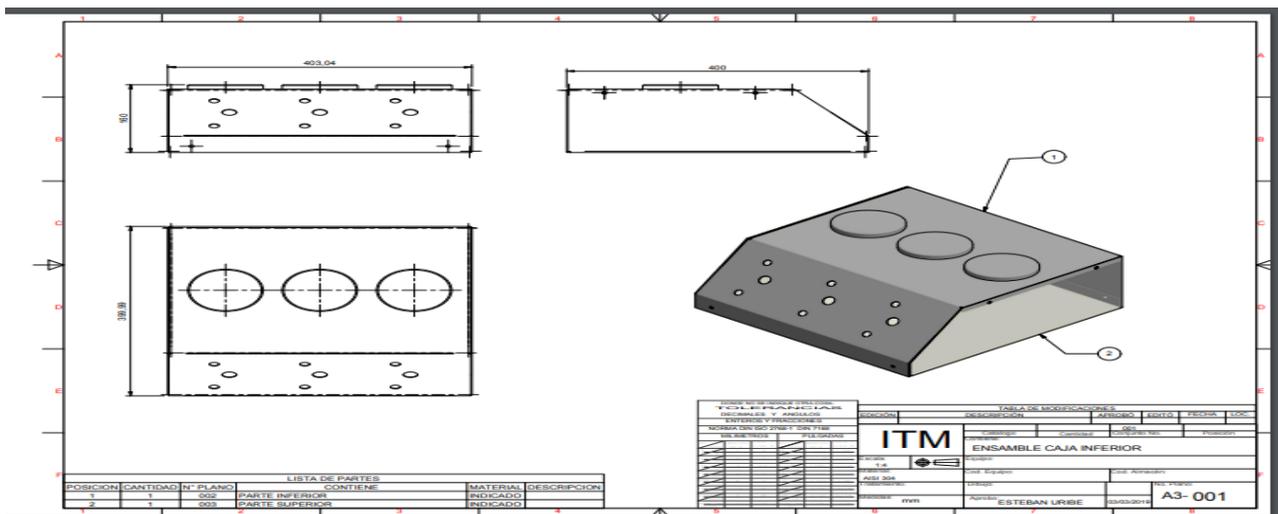
Fuente: Elaboración propia

ANEXO F Ensamble caja grande



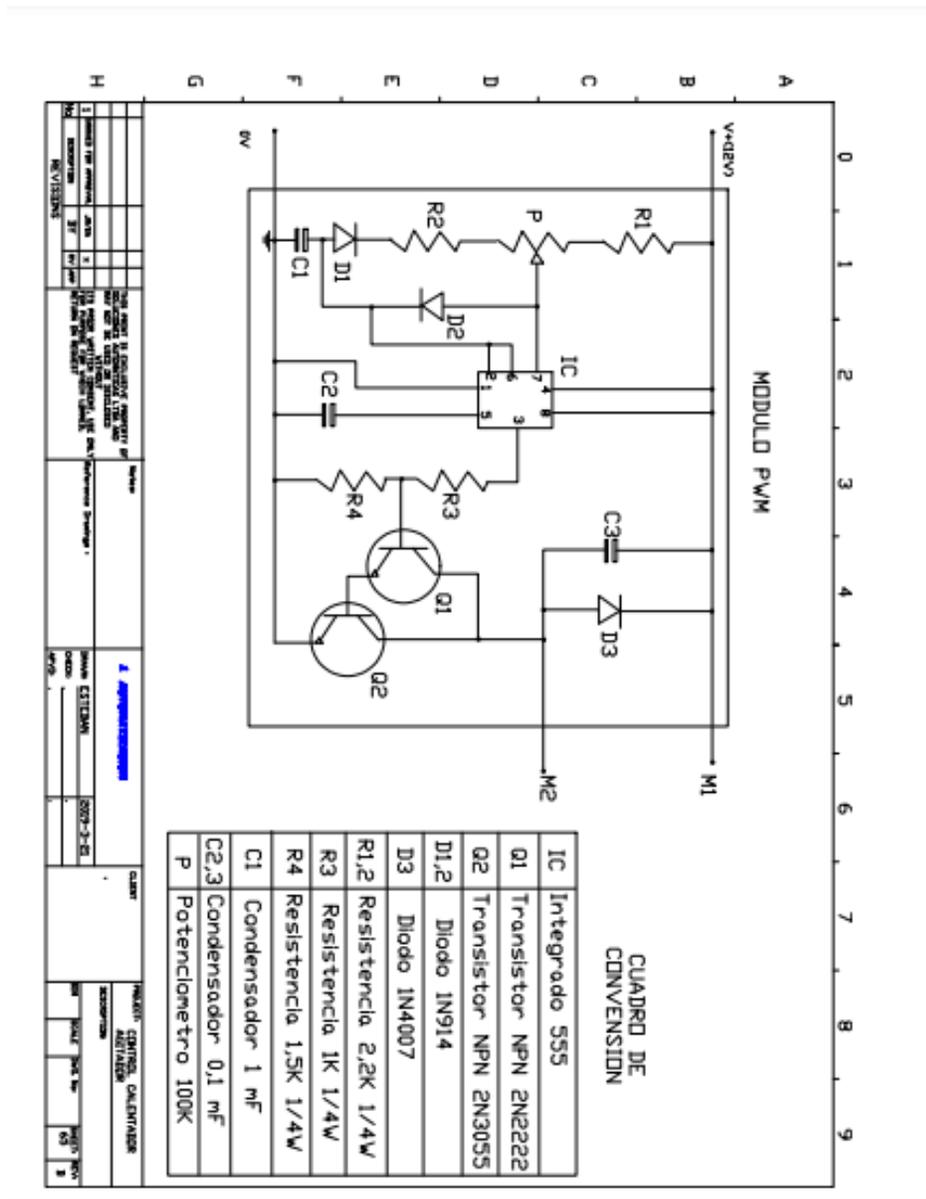
Fuente: Elaboración propia

ANEXO G Ensamble inferior



Fuente: Elaboración propia

ANEXO H Conexión del control del calentador



Fuente: Elaboración propia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES ESTEBAN RUIZ U.

FIRMA ASESOR  cc. 9126027

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO_ ACEPTADO_____ ACEPTADO CON
MODIFICACIONES_____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____