

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**



**TRABAJO DE GRADO PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE**

**INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**TEMA:**

**“INCINERADOR ELÉCTRICO PORTÁTIL DE AGUJAS  
HIPODÉRMICAS PARA CASAS DE SALUD”**

**AUTOR:**

**JOSEPH HÉCTOR MORÁN ANRANGO**

**DIRECTOR:**

**MGS. GUSTAVO MOSQUERA**

**IBARRA, 2017**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

## AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DEL CONTACTO</b>	
<b>Cédula de Identidad</b>	100424738-1
<b>Apellidos y Nombres</b>	Morán Anrango Joseph Héctor
<b>E-mail</b>	jhmorana@utn.edu.ec
<b>Teléfono Fijo</b>	062668061
<b>Teléfono Móvil</b>	0996566134
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título</b>	INCINERADOR ELÉCTRICO PORTÁTIL DE AGUJAS HIPODÉRMICAS PARA CASAS DE SALUD
<b>Autor</b>	Morán Anrango Joseph Héctor
<b>Fecha</b>	Marzo 2017
<b>Programa</b>	Pregrado
<b>Título por el que aspira</b>	Ingeniero en Mecatrónica
<b>Director</b>	Mgs. Gustavo Mosquera

## **2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Morán Anrango Joseph Héctor con cédula de identidad Nro. 100424738-1, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## **3. CONSTANCIAS**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autores de terceros, por lo tanto, la obra es original, y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 23 días del mes de marzo del 2017



Morán Anrango Joseph Héctor

C.I.: 100424738-1

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE****FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS****CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE  
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Morán Anrango Joseph Héctor, con cédula de identidad Nro. 100424738-1, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: INCINERADOR ELÉCTRICO PORTÁTIL DE AGUJAS HIPODÉRMICAS PARA CASAS DE SALUD, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 23 días del mes de marzo del 2017

Morán Anrango Joseph Héctor

C.I.: 100424738-1

## DECLARACIÓN

Yo, Morán Anrango Joseph Héctor, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte - Ibarra, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



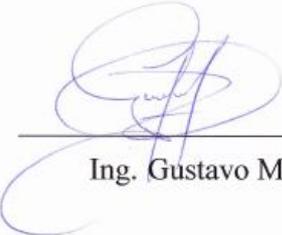
---

Morán Anrango Joseph Héctor

C.I.: 100424738-1

## CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de grado titulado: “INCINERADOR ELÉCTRICO PORTÁTIL DE AGUJAS HIPODÉRMICAS PARA CASAS DE SALUD”, certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Morán Anrango Joseph Héctor, bajo mi supervisión.



---

Ing. Gustavo Mosquera

DIRECTOR



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

#### DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de tesis de manera muy especial a mi madre Juana Anrango mi padre José Morán, mi hermano Esteban, hermanas Mercedes, Mayra y Cindy, además de mi cuñado Diego Macías, cuñada Yolanda Fuentes y sobrino Jossbell quienes con sus consejos y apoyo incondicional me dieron las fuerzas necesarias para poder terminar mi carrera universitaria.

*Morán Anrango Joseph Héctor*



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

#### AGRADECIMIENTO

Todo mi más sincero agradecimiento a mi madre Juana Anrango mi padre José Morán quienes a pesar de las dificultades económicas supieron apoyarme para poder realizar este proyecto, al igual que a mi hermano Esteban hermanas Mercedes, Mayra y Cindy, además de mi cuñado Diego Macías y cuñada Yolanda Fuentes y sobrino Jossbell Macías quienes me han apoyado moralmente a lo largo de toda mi carrera universitaria, al igual q a los verdaderos amigos y amigas quienes me apoyaron incondicionalmente en momentos difíciles. De la misma manera agradecer a los docentes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, en especial a los docentes tutores por brindar su confianza y apoyo incondicional para culminar este proyecto de tesis.

*Morán Anrango Joseph Héctor*

## RESUMEN

En la actualidad las diferentes casas de salud no cuentan con un sistema adecuado para la eliminación de desechos corto punzantes, siendo los de mayor peligro las jeringuillas desechables, existe el peligro inminente de contagio de enfermedades por cortes o pinchazos accidentales de VIH-SIDA, hepatitis B, C siendo las más peligrosas y contagiosas.

En vista a esta problemática se ha desarrollado un prototipo capaz de incinerar la aguja hipodérmica, eliminado el riesgo de sufrir un corte o pinchazo accidental por este tipo de objetos corto punzantes. La destrucción de la aguja se produce a una temperatura aproximada de 2000° C.

El dispositivo fue desarrollado aplicando los principios de inducción magnética, al diseñar un transformador con un voltaje muy bajo en su secundario para evitar accidentes al usuario del dispositivo.

El dispositivo cuenta además con tres protecciones, las cuales garantizan la seguridad de la maquina así como también la del operario ya que si una de las protecciones no funcionase el dispositivo no realizara ningún trabajo.

Se presentan los cálculos que se utilizaron para el diseño del transformador además de los planos mecánicos, eléctricos y placa electrónica que fueron utilizados en la construcción del dispositivo incinerador de agujas hipodérmicas.

También se presenta diferentes materiales utilizados en la construcción tanto mecánicos, eléctricos y electrónicos, además de tablas las cuales muestran los resultados de las pruebas realizadas a diferentes transformadores que se encuentran en el mercado.

## SUMMARY

Nowadays, the different health institutions do not have a suitable system for the elimination of cut-sharp wastes, the most dangerous are the disposable syringes, it is why there is an imminent danger of contagion of dangerous diseases by cuts or accidental punctures with infected elements, such as HIV-AIDS, hepatitis B or C, these have been the most dangerous and contagious diseases.

Because of this problem, a prototype capable of incinerating the hypodermic needle has been developed, eliminating the risk of being accidentally cut or punctured by these objects. Destruction of the needle occurs at a temperature of approximately 2000 ° C.

The device was developed applying the principles of magnetic induction, the designing of this transformer was developed to have a very low voltage avoiding accidents for the device user.

These also has three protections, which will guarantee the safety of the machine as well as the operator, if one of the protections does not work the device will not do any work.

For the design of the transformer the calculations were presented in addition to the electric mechanical planes and electronic board, which were used in the construction of the hypodermic needle incinerator device.

The varied used materials were also presented for both mechanical , electrical and electronic construction, in addition tables with the results of tests performed on different transformers which are on the market.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	i
2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD.....	ii
3. CONSTANCIAS.....	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	iii
DECLARACIÓN .....	iv
CERTIFICACIÓN .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
RESUMEN.....	viii
SUMMARY .....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	x
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	xix
Planteamiento del Problema.....	xix

	xi
Formulación del Problema .....	xx
Hipótesis.....	xx
Objetivo General: .....	xxi
Objetivos Específicos: .....	xxi
Alcance.....	xxi
Justificación.....	xxii
Antecedentes (Estado Del Arte) .....	xxiii
 CAPÍTULO I.....	 1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Desechos Hospitalarios .....	1
1.2 Objetos Corto Punzantes (Jeringuillas) .....	1
1.3 Manejo de Corto-Punzantes .....	2
1.4 Principios de Inducción Magnética .....	3
1.5 Ley de Induccion de Faraday .....	6
1.6 Inducción Magnética. ....	7
1.7 Efecto Joule .....	8
1.8 Efecto Piel .....	9
1.9 Destruccion por induccion .....	10

1.10	Ventajas y desventajas del calentamiento por inducción frente a métodos tradicionales.....	12
1.11	Escala de Temperatura de Color.....	14
1.12	Electrodos .....	14
CAPÍTULO II .....		15
2.	METODOLOGÍA .....	15
2.1	Requerimientos.....	15
2.1.1	Requerimiento de los usuarios .....	15
2.1.2	Requerimientos de ingeniería.....	15
2.2	Diseño del Transformador.....	16
2.3	Selección de material para construcción de electrodos .....	21
2.4	Material de construcción de carcasa.....	22
2.5	Selección de Micro-Controlador .....	23
2.6	Diagrama de Flujo del Proceso de incineración.....	26
2.7	Diagrama de bloques.....	27
2.8	Diagrama Simulado.....	27
CAPÍTULO III.....		28
3.	IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS .....	28

3.1	Materiales Electrónicos Utilizados.....	28
3.2	Etapas de construcción de la tarjeta.....	30
3.3	Materiales eléctricos utilizado.....	31
3.4	Montaje de los elementos eléctricos.....	32
3.5	Materiales de la estructura.....	32
3.6	Etapas de montaje de la estructura.....	33
3.7	Pruebas y Resultados.....	34
3.7.1	Pruebas Transformador Diseñado de 20W, Salida 3VAC .....	35
3.7.2	Pruebas Transformador Electrónico SYLVANIA modelo ET60W(P92062) de 50W.....	36
3.7.3	Transformador Diseñado de 50W, salida de voltajes 3, 5, 7 VAC.....	37
3.8	Perdidas en el núcleo del transformador construido .....	41
3.9	Eficiencia del transformador .....	43
CAPITULO IV.....		44
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
4.1	Conclusiones .....	44
4.2	Recomendaciones.....	44
BIBLIOGRAFÍA .....		46

ANEXOS 1. Características para el cálculo de transformadores .....	49
ANEXOS 2. Código De Programa .....	49
ANEXOS 3. Características Principales de Atmega8.....	55
ANEXOS 4. Características Principales de Im 35 .....	56
ANEXOS 5. Características principales de sensor final de carrera MS 2 .....	57
ANEXOS 6. Características principales de transistor 2N3904.....	58
ANEXOS 7. Medidas de Corriente con Transformador de 50 W.....	60
ANEXOS 8. MANUAL DE USUARIO.....	61
Del encendido: .....	61
De la destrucción:.....	62
De las seguridades .....	63
Del Apagado.....	63
Del Mantenimiento.....	64
ANEXOS 9. Diagrama Eléctrico .....	65
ANEXOS 10. Placa Electrónica.....	66
ANEXOS 11. Planos de Carcasa .....	67
Planos .....	67

**ÍNDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1. Flujo Magnético .....	6
Ecuación 2. Energía calorífica producida por la corriente .....	8
Ecuación 3. Profundidad de penetración o de piel .....	9
Ecuación 4. Principio de conservación de Energía .....	17
Ecuación 5. Cálculo de sección del núcleo del transformador.....	18
Ecuación 6. Longitud de sección .....	18
Ecuación 7. Espiras por voltios .....	18
Ecuación 8. Sección de conductores .....	19
Ecuación 9. Corriente de protección de fusible .....	20
Ecuación 10. Campo Magnético .....	40
Ecuación 11. Pérdidas de Corriente de Foucault .....	41
Ecuación 12. Pérdidas por Histéresis .....	42
Ecuación 13. Pérdidas por el Cobre .....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Electro incinerador de Agujas DAG-7 .....	xxvi
Figura 2. Destructor De agujas Pun Zafe SD-301.....	xxvi
Figura 3. Destructor de Agujas DAC-3000 .....	xxvii
Figura 4. Jeringuilla y sus partes.....	2
Figura 5. Guardián de Corto-punzantes .....	3
Figura 6. Principio de inducción magnética.....	4
Figura 7. Corriente Foucault .....	5
Figura 8. Ciclo de Histéresis .....	6
Figura 9. Comparación de permeabilidades en función de la inducción magnética. ....	7
Figura 10. Calentamiento por inducción directa .....	11
Figura 11. Escala de Temperatura en grados Kelvin (K).....	14
Figura 12. Sección por donde circula el flujo magnético.....	17
Figura 13. Diseño de contacto entre los electrodos y aguja hipodérmica .....	21
Figura 14. Pines de conexión de Atmega8.....	25
Figura 15. Conexión del circuito electrónico simulado .....	27
Figura 16. Pistas de Placa y montaje de elemento .....	30
Figura 17. Conexiones Eléctricas.....	32

Figura 18. Montaje de Estructura.....	34
Figura 19. Dispositivo Final.....	34
Figura 20.Pruebas y resultados Transformador de 20W .....	35
Figura 21.Pruebas y resultados Transformador modelo ET60W(P92062).....	36
Figura 22.Transformador de 50W .....	37
Figura 23 Comparación entre Escala de temperatura de la figura 12 e instante en el que se produce la incineración.....	37
Figura 24.Residuos de la incineración .....	40
Figura 25.Pruebas realizadas con transformador de 50W; 3V.....	60
Figura 26.Pruebas realizadas con transformador de 50W; 5V.....	60
Figura 27.Pruebas realizadas con transformador de 50W; 7V.....	60

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1	Rango de frecuencia en función del tipo de pieza .....	10
Tabla 2	Evaluación de métodos de calentamiento a nivel industrial .....	12
Tabla 3	Voltajes de trabajo de destructores comercializados actualmente .....	16
Tabla 4	Coefficientes K dependiendo de la Potencia.....	17
Tabla 5	Densidad de alambre en función de la corriente .....	19
Tabla 6	Tamaño de alambre normalizado comercial .....	20
Tabla 7	Tipos de Electrodo que se utilizan en destructores de agujas .....	22
Tabla 8	Comparación de materiales para construcción de carcasa .....	23
Tabla 9	Características de microcontroladores y tarjeta electrónica.....	24
Tabla 10	Componentes Electrónicos utilizados .....	28
Tabla 11	Componentes Eléctricos utilizados .....	31
Tabla 12	Componentes Mecánicos utilizados.....	33
Tabla 13	Pruebas y resultados Transformador de 20W construido .....	35
Tabla 14	Pruebas y resultados Transformador modelo ET60W(P92062) .....	36
Tabla 15	Pruebas y resultados Transformador de 50W construido .....	39
Tabla 16	Consumo del transformador seleccionado .....	43

## INTRODUCCIÓN

### Planteamiento del Problema

Datos entregados por la OMS (Organización Mundial de la Salud) se calcula que cada año se aplican en el mundo 16 000 millones de inyecciones. Pero no todas las agujas y jeringas se eliminan correctamente, lo que entraña un riesgo de lesión o infección, además de propiciar su reutilización (Organización Mundial de la Salud, 2006).

En Ecuador ha sido objeto de investigación para Fundación Natura conjuntamente con actores claves, gobiernos locales y la cooperación internacional, la implementación de acciones para mitigar los desechos generados por los establecimientos de salud ha sido identificada como una necesidad desde los propios generadores, los gobiernos locales, las autoridades provinciales de salud y el Ministerio de Salud Pública, estas iniciativas permitieron que en el año 1997 se publique el Reglamento Nacional para el manejo de desechos de establecimientos de salud cuya normativa es de cumplimiento nacional obligatorio (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2009).

Actualmente el manejo de estos residuos bio-peligrosos se realiza por parte de los municipios quienes son encargados de acercarse a las casas de salud y recolectar dichos desechos, los cuales son transferidos a los respectivos botaderos de basura (Ministerio de Salud Pública, 2010). En los botaderos de basura quienes se encargan de este tipo de desechos bio-peligrosos entran en contacto con las jeringuillas que en ocasiones sufren cortes o pinchazos con jeringuillas infectadas y contraen diversas enfermedades muy peligrosas.

Por esta razón, se propone realizar un incinerador eléctrico que logrará la incineración de la aguja hipodérmica en la misma casa de salud, eliminando cualquier riesgo de contagio de

enfermedades y quedando como único desecho el plástico, contribuyendo así a la reducción de enfermedades producidas por el corte o pinchazo de jeringuillas infectadas.

Con la implementación de este incinerador se evitará que las agujas hipodérmicas vayan a los botaderos de basura ya que serán destruidos en las mismas casas de salud instantes después de su utilización evitando que el personal que manejan este tipo de desechos bio-peligrosos sufra corte o pinchazo accidental, mejorando el medio ambiente, haciéndolo más seguro para todas las personas.

### **Formulación del Problema**

El incremento en la utilización de jeringuillas desechables alrededor del mundo, ha dado lugar a la creación de dispositivos que se encargan de destruir la aguja hipodérmica dentro de los propios establecimientos de salud, instantes después de su utilización reduciendo casi en su totalidad el riesgo de contagio de enfermedades por corte o pinchazos accidentales, además de la reducción de costos por conceptos de traslado de este tipo de desechos por empresas especializadas y también contribuyendo a la reducción de la contaminación ambiental.

La falta de un tratamiento adecuado dentro de los establecimientos de salud en Ecuador además del desconocimiento de las normas de bioseguridad por parte del personal de salud es el causante principal de accidentes por el corte o pinchazo con agujas hipodérmicas. Además, se pueden ver afectado personal encargado del traslado de este tipo de desechos, terceros quienes tienen como trabajo el reciclaje en los botaderos de basura quienes corren el riesgo de contagio de diversas enfermedades que pueden contener las agujas.

### **Hipótesis**

La no utilización de dispositivos capaces de eliminar la aguja hipodérmica, instantes después de su utilización contribuye al contagio de diversas enfermedades.

**Objetivo General:**

Construcción de un incinerador eléctrico portátil de agujas hipodérmicas, que elimine el peligro de contagio de enfermedades asociadas al corte o pinchazos accidentales.

**Objetivos Específicos:**

Definir las características básicas del proceso de incineración de la aguja hipodérmica, para la selección del mejor método a utilizar.

Seleccionar el tipo de material de construcción de los electrodos que soporten altas temperatura para la incineración de la aguja hipodérmica.

Construir el circuito de control y potencia del dispositivo con las respectivas protecciones para evitar accidente al operario.

Evaluar el funcionamiento del dispositivo, mediante protocolo de pruebas.

**Alcance**

El incinerador eléctrico que se realiza podrá ser utilizado en cualquier casa de salud sea público o privado ya que no es necesaria de una capacitación especial para su utilización.

El dispositivo tendrá la capacidad de eliminar casi en su totalidad la aguja hipodérmica de la jeringuilla que haya sido utilizada para suministrar cualquier tipo de medicamento y asegurando además la esterilización de la misma gracias a que su destrucción se ocasiona a una temperatura aproximada de 2000°C eliminando cualquier rastro de virus, bacterias o esporas que podrían contribuir al contagio de enfermedades peligrosas.

El tiempo de destrucción de la aguja hipodérmica será aproximadamente de 10 segundos desde el instante en que entra en contacto con los electrodos internos que producirán la destrucción de la misma mediante la inducción por arco eléctrico.

### **Justificación**

El ministerio de Salud Pública del Ecuador en enero del 2015 dio a conocer la nueva ordenanza sobre la clasificación de los desechos hospitalarios en especial los objetos corto punzantes que han sido usados en el cuidado de seres humanos o animales, en la investigación o en laboratorios farmacológicos, tales como jeringuillas a las cuales se debe separar la aguja hipodérmica mediante un guardián de corto punzantes instantes después de su utilización y almacenarlos en contenedores especial (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2015).

*“La economía ecuatoriana se ha caracterizado por ser proveedora de materias primas en el mercado internacional y al mismo tiempo importadora de bienes y servicios de mayor valor agregado. Los constantes e imprevistos cambios en los precios internacionales de las materias primas, así como su creciente diferencia frente a los precios de los productos de mayor valor agregado y alta tecnología, han colocado a la economía ecuatoriana en una situación de intercambio desigual sujeta a los vaivenes del mercado mundial”* (Secretaría Nacional De Planificación y Desarrollo, 2012).

El cambio de la matriz energética y productiva en Ecuador hace factible el desarrollo de este proyecto con el cual se evitará la importación de tecnologías las cuales se pueden desarrollar dentro del país.

La necesidad de reducir la contaminación ambiental y el contagio de enfermedades provocada por el corte o pinchazo accidental con jeringuillas desechables provenientes de casas de salud, da lugar a la construcción de un incinerador eléctrico capaz de destruir y esterilizar

las agujas hipodérmicas instantes después de su utilización y los residuos producto de la incineración podrán ser tratados como desechos comunes eliminando el riesgo de cualquier contagio de enfermedades.

### **Antecedentes (Estado Del Arte)**

Los desechos contaminados por sangre u otros fluidos corporales de cualquier ser vivo contienen microorganismos que pueden ser dañinos para la salud de personal que trabaja en casas de salud o cualquier persona que por accidente sufra un pinchazo o corte por este tipo de objetos, con llevando al contagio de enfermedades peligrosas tales como hepatitis B, hepatitis C y caso mucho peores VIH-SIDA (Organización Mundial de la Salud, 2015).

Las jeringuillas son objetos con los que frecuentemente se tienen accidentes, por lo cual se toma atención especial al manejo de este tipo de objetos corto-punzantes, ya que estos no se manipulan ni eliminan de forma adecuada, se los considera en la categoría más peligrosa de desechos producidos en casas de salud (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Datos entregados por la Organización mundial de la Salud en 2015 se calculan alrededor de 16 000 millones de inyecciones son suministradas anualmente alrededor de todo el mundo, además que no todas estas jeringuillas son eliminadas de manera segura lo que representa un riesgo para todo el medio ambiente por la generación de contaminación, además del peligro inminente en personas que pueden sufrir accidentes con este tipo de desechos bio-peligrosos (Organización Mundial de la Salud, 2015).

*“En 2010 la administración de inyecciones en condiciones no seguras llegó a causar 33 800 nuevas infecciones por VIH, 1,7 millones de infecciones por el virus de la hepatitis B y 315 000 infecciones por el virus de la hepatitis C. En un sujeto que experimenta un pinchazo con una aguja previamente utilizada en una paciente fuente, el riesgo de infección por el VHB,*

*el VHC y el VIH es del 30%, el 1,8% y el 0,3%, respectivamente”* (Organización Mundial de la Salud, 2015).

Además, a estas estadísticas se tienen que sumar las innumerables personas que sufren cortes o pinchazos accidentales en botaderos de basura donde se realiza prácticas de recolección de objetos para reciclaje y no utilizan las debidas protecciones, corriendo el riesgo de infección por este tipo de desechos bio-peligrosos. Estas son prácticas comunes en varias regiones del mundo que son de bajos y medianos recursos (Organización Mundial de la Salud, 2015).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) promueve el uso de dispositivo que separen la aguja metálica inmediatamente después del suministro de una a medicación o extracción de sangre a cualquier paciente, eliminando así en parte el riesgo de infección por corte accidental de este tipo de objeto corto-punzante (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Para la eliminación de la aguja hipodérmica de la jeringuilla utilizada se han implementado diversos dispositivos que permiten lograr este fin, pero no todos son los más adecuado y no eliminan totalmente el riesgo de infección de enfermedades peligrosas.

En Estados Unidos, Los Ángeles se encuentra una planta que recicla anualmente cientos de toneladas de materiales corto-punzantes provenientes de hospitales que reciben un tratamiento adecuado para poder separar la parte plástica y metálica que se encontraran libres de agentes infecciosos que pongan en riesgo la salud de las personas (Varela, 2012).

El objetivo de realizar este proceso es utilizar el metal y el plástico en otro tipo de objetos reduciendo la contaminación ambiental (Varela, 2012).

En el Ecuador el Ministerio de Salud Pública estableció un “Manual de Normas de Bioseguridad en la Red de Servicios de Salud en el Ecuador” para que las practicas hospitalarias se realizaren de la manera más adecuado en el ámbito de recolección y manejo de desechos bio-peligrosos que son fuente de infecciones y peligrosos para la salud de las personas que trabajan dentro de las casa de salud o personas que se encargan de trasladar este tipo de objetos a sus respectivos sitios de almacenamiento (Ministerio de Salud Pública, 2011).

El señor Ministro de Salud Pública considerando que, la constitución de la república del Ecuador dispone en el Capítulo IV del reglamento “Manejo De Los Desechos Infecciosos Para La Red De Servicios De Salud Del Ecuador” *De La Generación Y Separación:*

*“Art.7.- Los desechos deben ser clasificados y separados en el mismo lugar de generación durante la prestación de servicios al usuario.”* (Ministerio de Salud Pública, 2010)

*“Art.8.- Los objetos corto punzantes deberán ser colocados en recipientes desechables a prueba de perforaciones y fugas accidentales.”* (Ministerio de Salud Pública, 2010).

Para la eliminación de la aguja hipodérmica se han desarrollado hace algunos años dispositivos capaces de destruir la aguja hipodérmica, los cuales fueron diseñados para ser usados instantes después de que se haya suministrado o extraído sangre de un paciente en una casa de salud, a continuación, se detallan patentes y productos comerciales los cuales se tomaran como referencias y guías de desarrollo del proyecto de tesis:

Empresa Gercons Colombia: Electro incinerador de Agujas DAG-7: Este tipo de incinerador tiene la capacidad de trabajar las 24 horas del día sin descanso ya que cuenta con un sistema de control contra corto circuitos, además es liviano, compacto, destruye la aguja hipodérmica en aproximadamente 3 segundos, la temperatura a la que destruye la aguja es de 1800°C, su consumo de energía es bajo tan solo de 20W en vacío, cuenta además con un

sistema de filtro de carbón para controlar los gases producto de la incineración (Grupo Gercons Colombia, 2015).



*Figura 1. Electro incinerador de Agujas DAG-7*

**Fuente:** (Grupo Gercons Colombia, 2015)

Destructor De agujas Pun Zafe SD-301: Este tipo de destructor cuenta con un sistema de creación de ozono que hace más seguro el depósito donde se almacenan los residuos de la incineración de la aguja, además cuenta con un sistema de guillotina que elimina totalmente el pabellón de la aguja hipodérmica y también deja inutilizable la jeringuilla, el tiempo de destrucción de la aguja es de aproximadamente 5 segundos, usa electrodos a base de cobre, tiene un consumo de potencia de 60W (GISVAN76, 2009).



*Figura 2. Destructor De agujas Pun Zafe SD-301*

**Fuente:** (GISVAN76, 2009)

Empresa BTE Electronics, Destructor de Agujas DAC-3000: cuenta con un par de electrodos de una aleación de óxido de cadmio y plata. Destruye la aguja en aproximadamente 2 segundos, por su diseño en la entrada de la aguja también permite la eliminación del pabellón en el mismo paso, funde la aguja a una temperatura de 1000°C, fue diseñado con requerimientos industriales por lo cual no tiene un límite en la destrucción de agujas (Electronics, 2009).



*Figura 3. Destructor de Agujas DAC-3000*

**Fuente:** (Electronics, 2009)

Verneti-Blina Gregotti, Cesar (1993): Dispositivo incinerador de agujas hipodérmicas. Este incinerador tiene su patente registrada en España comprende esencialmente de un transformador reductor el cual recibe una tención de 110/220V y en su salida un voltaje comprendido entre 6/12V, elimina totalmente la aguja hipodérmica además de eliminar cualquier agente patógeno, la temperatura a la que elimina la aguja hipodérmica es aproximadamente 1000°C, usa electrodos de crisol (España Patente nº U 9300632, 1993).

Ralph Haines (1996), Incinerador de aguja: Este dispositivo tiene registrada su patente en Estados Unidos el cual trabaja con dos transformadores, uno que permite la estabilización y el segundo q se conecta a los electrodos y realiza la función de eliminar la aguja, la temperatura a la que destruye la aguja hipodérmica es superior a los 1000°C, tiene dos filtros de aire los

cuales absorben los gases producidos por la incineración (Estados Unidos Patente nº 55531355, 1996).

Guilera Poch, Carles, Aparato destructor de agujas hipodérmicas (1988): Este dispositivo se constituye principalmente de un transformador que recibe una tensión alta y a su salida proporciona una tensión en el secundario reducida y una intensidad de corriente alta, cuenta con unos electrodos de metal precioso o similares que soportan tensiones de corriente elevadas. Cuenta con una ranura que permite la extracción de la cabeza que se encuentra unida a la jeringuilla, así eliminando totalmente la aguja hipodérmica. Cuenta con un fusible de 30A para la protección del usuario en caso de corto circuito ocasional, la tensión en el secundario es muy baja inferior a los 5 voltios de este modo el riesgo de lesión del usuario es prácticamente inexistente (España Patente nº U 8702222, 1988).

Hsieh Ch'ing-Lung, Mini destructor eléctrico de la aguja de jeringa (1986): Este dispositivo cuenta con un switch que activa el circuito de potencia, un circuito de protección por medio de un fusible y un par de electrodos que son compuestos de una mezcla de platino recubierto de una aleación de oro y cobre fundido, recibe una tensión en el primario de 220V o 110V y a su salida un voltaje muy reducido que evita cualquier problema al usuario, el amperaje que se maneja en este dispositivo es de 5A a 30 A y si supera este amperaje el fusible de protección se quema y desconecta el circuito para evitar cualquier tipo de accidente al usuario. (Estados Unidos Patente nº 4628169, 1986).

William F. Butler, Método y aparato destructor de agujas de jeringuilla (1990): Este dispositivo comprende en esencia una batería de 12 voltios, el cual se conecta a los electrodos y produce la destrucción de la aguja, además cuenta con un led indicador que se activa únicamente cuando se produce el contacto de los electrodos con la aguja (Estados Unidos Patente nº 5091621, 1992)

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1 Desechos Hospitalarios

La Organización Mundial de la Salud maneja el término Residuos de Establecimientos de Salud (RES) para referirse a los desechos hospitalarios, laboratorios, consultorios particulares o cualquier sitio donde se realicen prácticas médicas ya sean humanos o animales (Salud Sin Daño, 2006).

Entre los más peligrosos se encuentran los residuos infecciosos o patógenos los cuales pueden ser fuentes de infección para humanos, animales y contaminación del medio ambiente, estos tipos de residuos pueden estar contaminados biológicamente con hongos, bacterias, virus, parásitos que pueden estar presentes en la sangre, secreciones, mucosas y fluidos provenientes de pacientes enfermos (Salud Sin Daño, 2006).

Entre los residuos más peligrosos procedentes de centros de salud se considera a los objetos corto punzantes como los de más alto riesgo, ya que con ellos se pueden producir cortes o pinchazos accidentales llevando a contraer enfermedades muy peligrosas tales como el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y la hepatitis B (VHB) o C (VHC), de los objetos corto punzantes más peligrosos se encuentran las jeringuillas (Salud Sin Daño, 2006).

#### 1.2 Objetos Corto Punzantes (Jeringuillas)

Se considera objetos corto-punzantes a todo aquel objeto que pueden producir pinchazos o cortes por una mala manipulación.

Los trabajadores en las áreas de salud, personal destinado al transporte de desechos hospitalarios y personas que se dedican al reciclaje de basura se ven afectados por cortes o

pinchazos accidentales con las agujas hipodérmicas de las jeringuillas dando como consecuencia el contagio de diversas enfermedades entre las cuales las más peligrosas y por las cuales se han producido muertes se encuentran (VIH) y la hepatitis B (VHB) o C (VHC) (EU-OSHEA, 2008), en la figura 4 se detallan las partes de una jeringuilla.



*Figura 4. Jeringuilla y sus partes*

*Fuente:* (Corporativo DL, S.A. de C.V., 2017)

El material del cual están construidas las agujas hipodérmicas es acero inoxidable austenítico equivalente al tipo AISI 304 el cual se funde a 1400°C y posee una resistividad de  $0.72\mu\Omega\cdot m$  (Corporativo DL, S.A., s.f.).

### 1.3 Manejo de Corto-Punzantes

Para reducir el contagio de enfermedades por este tipo de objetos la Organización Mundial de la Salud ha implantado una guía la cual ha servido para un mejor manejo de las jeringuillas instantes después de su uso.

Una vez realizada la inyección o extracción de sangre de un paciente la aguja hipodérmica de la jeringuilla debe ser retirada inmediatamente en un recipiente especial denominada “guardián de corto punzantes” que se muestra en la figura 5, el cual permite retirar de forma segura la parte metálica de la parte plástica eliminando el riesgo del personal de salud de un corte o pinchazo accidental (Organización Mundial de la Salud, 2006).



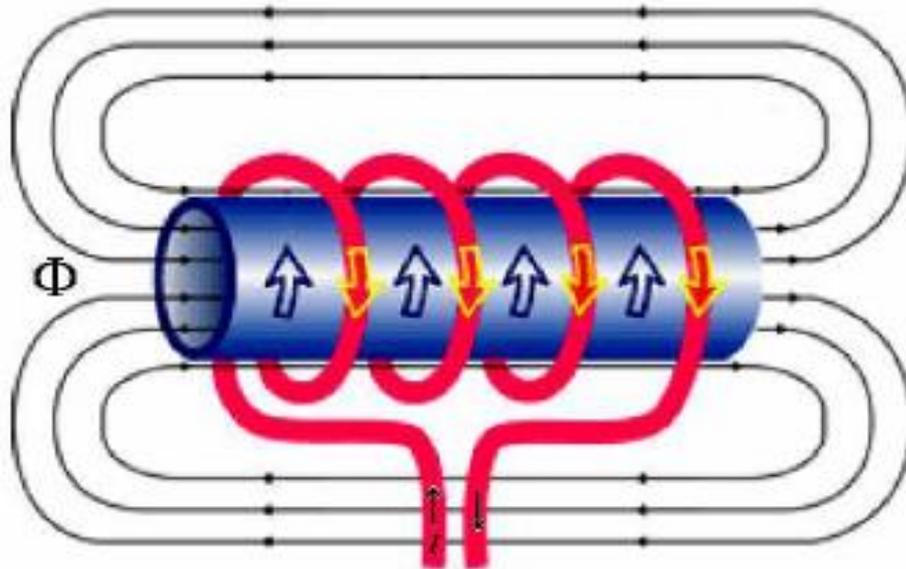
*Figura 5. Guardián de Corto-punzantes*

*Fuente:* (Dental Activa, 2014)

Los objetos corto punzantes deben ser depositados en recipientes especiales rígidos que impidan que la aguja hipodérmica traspase las paredes del mismo y ser trasladado de manera segura (Ministerio de Salud Pública, 2011).

#### **1.4 Principios de Inducción Magnética**

La inducción electromagnética es producida por la corriente eléctrica ya sea corriente alterna (AC) o corriente directa (DC) que circula por un inductor, por lo cual se genera un campo magnético a su alrededor. El campo magnético de mayor intensidad se produce en el núcleo del inductor, y esta depende de la fuerza de excitación de la corriente y el número de espiras de la bobina como se muestra en la figura 6, donde  $\Phi$  es el flujo magnético que pasa a través del conductor (Flores, 2009, p. 15).



*Figura 6. Principio de inducción magnética*

*Fuente: (Flores, 2009, p. 15)*

Al colocar un elemento ferromagnético dentro de un campo magnético, se producen corrientes eléctricas, las cuales se concentran en su mayoría a la superficie del material denominadas corrientes parasitas o de Foucault, por este tipo de corrientes se producen pérdidas de energía en el proceso a través del efecto Joule, ya que dichas corrientes transformaran energía útil como la cinética en calor (Flores, 2009, p. 15).

Mientras mayor sea la conductividad del material, el campo magnético o la velocidad relativa entre el campo y el material, mayores serán la corriente Foucault producidas y los campos magnéticos opuestos generados. En la figura 7 se aprecia como una placa metálica que se mueve a una velocidad  $\mathbf{V}$  por un campo magnético  $\mathbf{B}$  se producen corrientes de Foucault, además de producir una fuerza electromotriz  $\mathbf{fm}$ .

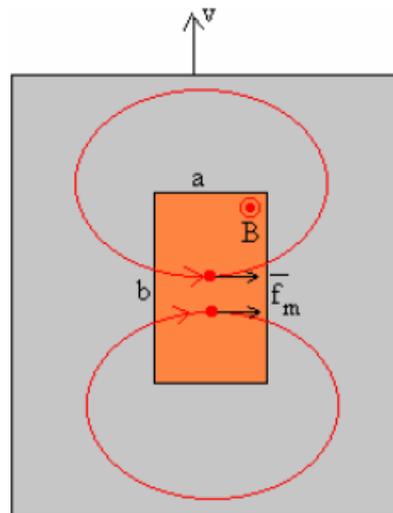


Figura 7. Corriente Foucault

Fuente: (Flores, 2009, p. 16)

Además, el campo magnético produce sucesivas magnetizaciones y desmagnetizaciones en el material que está siendo sometido al campo magnético, por lo cual se produce una histéresis magnética, la cual produce pérdidas de energía electromagnética transformando esta energía en calor (Flores, 2009, p. 16).

Cuando se aplica la aplicación de un campo magnético sobre un material ferromagnético se produce la Histéresis magnética, el material no anula totalmente su magnetismo y para desmagnetarlo es necesario aplicar un campo magnético contrario a la inicial, para cada tipo de material existe una curva de comportamiento diferente de histéresis, la cual dependerá de sus propiedades magnéticas (Flores, 2009, p. 16,17).

En la figura 8 se detallan los elementos que conforman el ciclo de histéresis siendo: **H** intensidad del campo, **B** inducción magnética, **B<sub>r</sub>** es la inducción magnética remanente, al desaparecer **H** se hace presente **H<sub>c</sub>** que es la intensidad magnética coercitiva, el cual es el campo que es necesario aplicar para que se elimine **B<sub>r</sub>**, **WH** representa el área de ciclo de histéresis, el punto **S** representa la saturación del núcleo magnético, se encontraran diferentes lasos de histéresis dependiendo del material que se utilice (Flores, 2009, p. 17, 18).

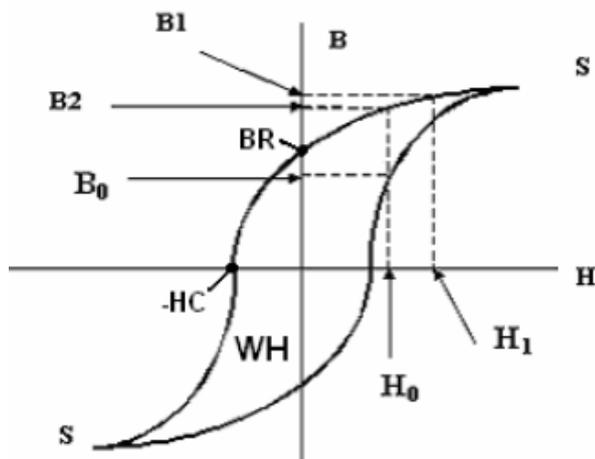


Figura 8. Ciclo de Histéresis

Fuente: (Flores, 2009, p. 17)

### 1.5 Ley de Inducción de Faraday

Se denomina flujo magnético  $\Phi$  a la cantidad de líneas de fuerza que circulan por un circuito magnético, se calcula sobre la superficie que actúa, el campo magnético y el ángulo de incidencia que se forman entre las líneas del campo magnético y la superficie que actúa (Flores, 2009, p. 17, 19).

Si el campo magnético  $B$  es normal a la superficie de área  $S$  en la que actúan, el  $\Phi$  puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$\oint_c E \cdot dl = \frac{d}{dt} \oint_s B \cdot dA = \Phi = B \cdot S$$

Ecuación 1. Flujo Magnético

Fuente: (Flores, 2009, p. 19)

Donde:

$\Phi$  = Flujo Magnético Wb

$B$ = Campo Magnético Tesla

$S$ = Área de actuación  $m^2$

### 1.6 Inducción Magnética.

También conocida como densidad de flujo de un campo magnético de intensidad  $H$ , se representa por la letra  $B$ . Básicamente es el proceso mediante el cual, campos magnéticos generan campos eléctricos, esto se debe gracias a que, al generarse un campo eléctrico en un material conductor, los portadores de carga se verán sometidos a una fuerza y se inducirá una corriente eléctrica en el conductor y está dada por la siguiente ecuación (Moran,2013, p.14).

Dónde:

$H$  Es la intensidad del campo magnético [Ampere-vuelta por m].

$\mu$  Es la permeabilidad magnética del material [H.m].

La densidad final de flujo resultante se da en Webers por metro cuadrado, cuya equivalencia son los teslas ( $T$ ), en la figura 9 se aprecia la comparación de permeabilidades en función de la inducción magnética.

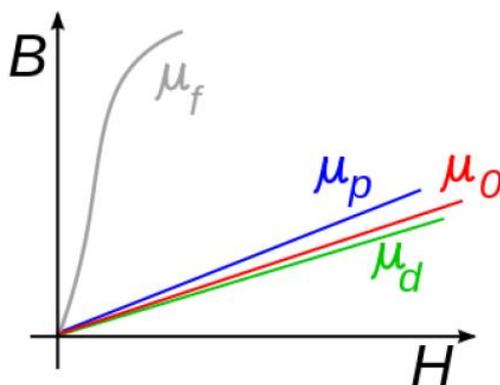


Figura 9. Comparación de permeabilidades en función de la inducción magnética.

**Fuente:** Moran,2013, p.14

## 1.7 Efecto Joule

Por lo general la mayoría de cuerpos solidos presenta una estructura cristalina, en las cuales los átomos o moléculas ocupan los vértices de las celdas unitarias, cuando dicho cristal es sometido a una diferencia de potencial, los electrones son impulsados por el campo eléctrico a través de la intrincada red de átomos y electrodos, lo cual produce que exista rozamiento entre átomos lo cual provoca perdida de energía cinética la cual se transforma en calor (Flores, 2009, p. 24, 25).

Este efecto está definido como *“la cantidad de energía calorífica producida por una corriente eléctrica, depende directamente del cuadrado de la intensidad de la corriente, del tiempo que ésta circula por el conductor y la resistencia que opone el mismo al paso de la corriente”* (Flores, 2009, p. 24) esto se representa matemáticamente:

$$Q = I^2 * R * t$$

*Ecuación 2. Energía calorífica producida por la corriente*

*Fuente: (Flores, 2009, p. 24)*

Donde:

Q= Energía calorífica producida por la corriente [Joule]

I= Intensidad de corriente que circula [I]

R= Resistencia eléctrica del conductor [Ohm]

t= Tiempo de circulación de la corriente [s]

## 1.8 Efecto Piel

Se conoce como efecto piel o pelicular a la tendencia que tiene la corriente alterna a viajar a lo largo del perímetro del material que se utiliza como conductor aumentando la frecuencia de dicha corriente, este fenómeno hace que la resistencia de corriente alterna sea mayor que la corriente continua o de la resistencia óhmica. Esta es la razón por la cual se produce una variación de la resistencia eléctrica, en corriente alterna en un conductor debido a la frecuencia que circula por éste (Flores, 2009, p. 26).

La profundidad de penetración es aproximadamente 1/3 del valor en la superficie y disminuye si aumenta la frecuencia, matemáticamente se expresa:

$$d_0 = \sqrt{\frac{2\rho}{\mu\omega}}$$

*Ecuación 3. Profundidad de penetración o de piel*

*Fuente: (Flores, 2009, p. 26)*

Donde:

$\rho$  = Resistividad [ $\Omega$ .m]

$\mu$  = Permealbilidad magnetica del material

$\omega$  = Frecuencia de la corriente que fluye por el material [Hertz]

$d_0$  = Constante determinada por la frecuencia de la corriente (Profundidad de penetracion o grosor de piel)

En funcion del tipo de pieza que se vaya a utilizar se tiene la frecuencias como se muestra en la tabla 1:

Tabla 1  
*Rango de frecuencia en función del tipo de pieza*

Frecuencia [kHz]	Tipo de pieza
5-30	Materiales gruesos
100-400	Piezas Pequeñas o penetración superficial
480 en adelante	Piezas microscópicas

*Fuente:* (Flores, 2009, p. 27)

### **1.9 Destrucción por induccion**

Existen diversas aplicaciones para la inducción electromagnética entre una de las principales la destrucción de metales, fundición, procesos de soldadura entre otras que se producen por la corriente eléctrica que fluye a través de un conductor eléctrico el cual produce calor por el efecto Joule. Se utiliza la inducción electromagnética para calentar materiales para forja y dar uniformidad, tratamiento a superficie de metales, además de fabricación de semiconductores (Flores, 2009, p. 30).

La fundición de una pieza metálica se la puede realizar directamente cuando se pasa una corriente eléctrica por sus extremos, esto es posible debido a que por la pieza a fundir pasa un gran amperaje a un bajo voltaje lo que lo hace más eficiente y seguro a la hora de realizar este proceso (Uniovi, 2005,p. 2).

En la figura 11 se muestran dos tipos de equipos de calentamiento por resistencia directa. La pieza se somete a una corriente eléctrica de baja tensión, tomada del secundario de un transformador (Uniovi, 2005,p. 2).

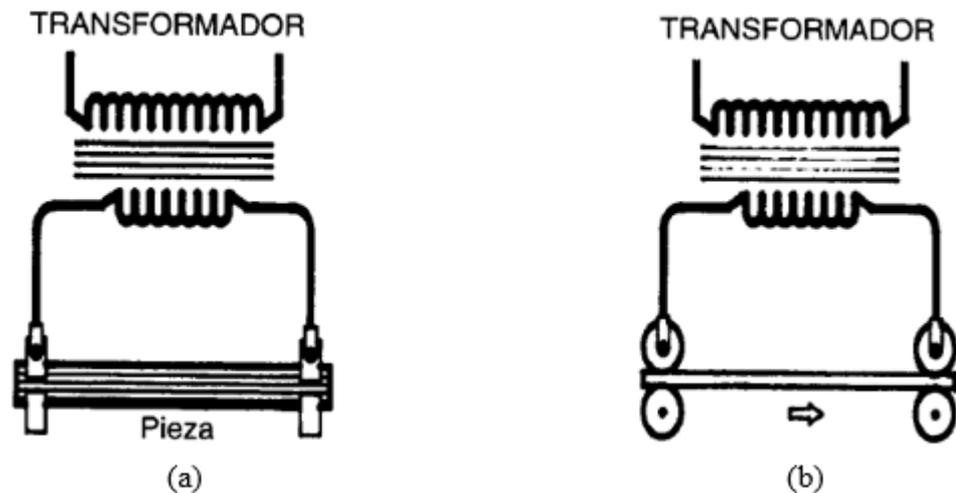


Figura 10. Calentamiento por inducción directa

Fuente: (Uniovi, 2005,p. 3)

En la figura 10 (a) se muestra un sistema de funcionamiento intermitente, en el cual se aplica corriente eléctrica a los electrodos que sujetan a la pieza como mordaza. La figura 10 (b) es de funcionamiento continuo para calentamiento de varillas, alambres, etc., aplicándose sobre la pieza unas roldanas de cobre, para evitar su excesivo calentamiento estas son refrigeradas por agua por ser de bajo coste y fácil de conseguir, estas conducen la corriente eléctrica a la pieza e, incluso, pueden servir de elemento de arrastre continuo del material (Uniovi, 2005,p. 2).

El calentamiento por resistencia directa es el más adecuado cuando se quiere fundir piezas metálicas de sección pequeña y de gran longitud uniformes, tales como palanquillas, varillas, barras, pletinas y alambres. Este tipo de calentamiento se puede lograr en tiempos muy cortos (Uniovi, 2005,p. 2).

Inducción indirecta cuando las piezas se calientan por radiación, convección o una combinación de ambas, procedente de las resistencias propias de cada pieza (Uniovi, 2005,p. 2).

### 1.10 Ventajas y desventajas del calentamiento por inducción frente a métodos tradicionales

En la tabla 2 se muestra las ventajas del calentamiento por inducción frente a los métodos tradicionales, donde se comparan las características de los principales métodos de calentamiento a nivel industrial (Flores, 2009, p. 33).

Tabla 2

*Evaluación de métodos de calentamiento a nivel industrial*

<b>Criterios de comparación</b>	<b>Flama</b>	<b>Horno</b>	<b>Resistencia</b>	<b>Inducción</b>
<b>Velocidad de calentamiento</b>	Regular	Malo	Regular	Excelente
<b>Capacidad de calentamiento selectivo</b>	Regular	Malo	Regular	Excelente
<b>Aprovechamiento de energía</b>	Malo	Malo	Malo	Excelente
<b>Repetitividad del proceso</b>	Regular	Excelente	Regular	Excelente
<b>Emisiones de contaminantes</b>	Alto	Regular	Nula	Nula
<b>Manejo de altas temperaturas</b>	Bueno	Bueno	Malo	Excelente
<b>Riesgo de Trabajo</b>	Alto	Medio	Medio	Bajo

*Fuente:* (Flores, 2009, p. 33)

Las características analizadas son las siguientes:

Velocidad de Calentamiento: como el calor se produce directa e instantáneamente sobre la pieza, la velocidad de calentamiento es mayor que la de los métodos tradicionales (Flores, 2009, p. 33).

Capacidad de calentamiento selectivo: Con la inducción magnética existe la posibilidad de concentrar el calor en un modo selectivo, con base a la frecuencia y potencia correcta para el proceso y el desarrollo de una bobina, es posible aislar o marcar zonas específicas de calentamiento, reduciendo los posibles cambios físicos y químicos (Flores, 2009, p. 34).

Repetitividad en el proceso: debido a que la bobina de inducción no tiene contacto con la pieza a calentar y esta se coloca en forma regular y aplicándose las mismas condiciones de frecuencia, tiempo y potencia (Flores, 2009, p. 34).

Aprovechamiento de Energía: el consumo de potencia para crear la potencia de salida es mínimo y siento que solo es aplicable en el momento de usar el proceso, el consumo de potencia se reduce mucho en comparación de los métodos tradicionales que requieren estar siempre activos y durante toda la preparación que necesitan ante de ser utilizados (Flores, 2009, p. 34).

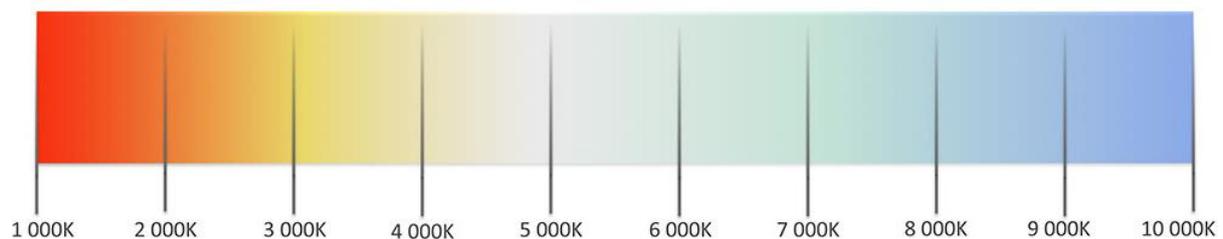
Limpieza y seguridad: ya que ofrece un proceso muy limpio pues no produce emisiones contaminantes o dañinas, no calienta el medio ambiente o el área fuera de la bobina de calentamiento reduciendo así los riesgos de trabajo (Flores, 2009, p. 34).

El calentamiento por inducción ofrece grandes ventajas sobre los métodos de calentamiento a nivel industrial, pero también tiene algunas desventajas que pueden ser peligrosas para el operador si no se tiene la debida precaución, las cuales se detallan a continuación:

- Descargas eléctricas, el tocar partes con carga eléctrica viva puede causar un toque fatal.
- Se pueden desprender humo y gases peligrosos en los procesos.
- Peligro de incendio o explosión.
- Puede causar quemaduras.
- Los campos magnéticos pueden afectar aparatos médicos implantados.
- Puede causar interferencias.
- El sobre uso puede causar sobrecalentamiento del equipo.

### 1.11 Escala de Temperatura de Color

La temperatura de color relaciona a los colores predominantes que integran a la luz blanca con las radiaciones emitidas por el cuerpo negro, a continuación, en la figura 11 se muestra la escala en grados °K (3M Instalaciones, s.f.).



*Figura 11. Escala de Temperatura en grados Kelvin (K)*

**Fuente:** <http://www.3minstalaciones.com/la-temperatura-de-color-en-la-iluminacion/>

### 1.12 Electrodo

Para los sistemas eléctricos que utilizan corriente eléctrica alterna, se designa como electrodo a las conexiones del circuito que van hacia el objeto que actuará bajo la corriente eléctrica (EcuRed, 2016).

## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGÍA

En este capítulo se expone los procesos para la construcción del prototipo incinerador de agujas hipodérmicas que está basado en los requerimientos de los futuros usuarios del dispositivo, además que se tomó como base la información de productos que se comercializan, patentes que se expusieron anteriormente en los antecedentes y en base a la información de la tabla 2.

#### 2.1 Requerimientos

##### 2.1.1 Requerimiento de los usuarios

- Ligero
- Fácil de transportar
- Seguro
- Rápido acción de incineración
- Pequeño
- Alimentación 120V/60Hz
- Fácil limpieza de la bandeja de desechos

##### 2.1.2 Requerimientos de ingeniería

- Bajo consumo de potencia
- Sistema de enfriamiento para la tarjeta electrónica y secundario del transformador.
- Protecciones de circuitos eléctricos y electrónicos
- Bajo voltaje en el secundario para protección del usuario.

En base a los requerimientos del usuario, de ingeniería y la tabla 2 se optó por elegir el método de incineración directa que se muestra en la figura 10 (b).

## 2.2 Diseño del Transformador

El diseño del transformador fue realizado con valores similares de voltajes y potencia que utilizan los dispositivos comercializados actualmente.

En la tabla 3 se muestra el voltaje y consumo de diferentes destructores de agujas comercializados en la actualidad.

Tabla 3  
*Voltajes de trabajo de destructores comercializados actualmente*

<b>Producto</b>	<b>Voltaje Primario (V)</b>	<b>Volteje Secundario (V)</b>	<b>Potencia (W)</b>
<b>DAG 7</b>	220/50 Hz o 110/60 Hz	5	Vacío: 20
<b>Pun Zafe SD-301</b>	110/60 Hz	6-12	Vacío: 60
<b>DAC 3000</b>	220/50 Hz, o 110/60 Hz	2,4	Vacío: 25 Carga: 330

En base a la información de la tabla 3, se optó por valores similares y acordes al voltaje que se tiene a disposición en la red principal que es de 120V/60Hz y se realizaron los cálculos pertinentes.

Datos:

$$V_1=120 \text{ v} \quad V_2= 5\text{v} \quad P= 50 \text{ W}$$

$$P = V1 * I1$$

$$P = V2 * I2$$

*Ecuación 4. Principio de conservación de Energía*

*Fuente:* (Rivas, 2005)

$$I1 = \frac{50}{120}$$

$$I2 = \frac{50}{5}$$

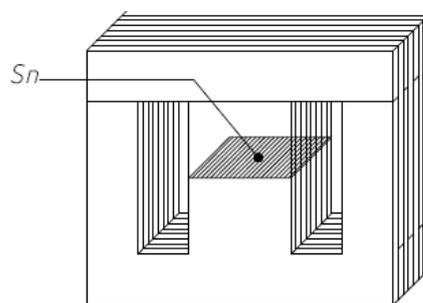
$$I1 = 0.41 \text{ A}$$

$$I2 = 10 \text{ A}$$

Tabla 4  
*Coefficientes K dependiendo de la Potencia*

Valores del coeficiente del hierro ( <i>k</i> ) para chapa magnética de buena calidad (chapa de grano orientado)	
Potencia Del Transformador	Coefficiente ( <i>k</i> )
25 a 100 VA	Entre 0.7 y 0.85
100 a 500 VA	Entre 0.85 y 1
500 a 1000 VA	Entre 1 y 1.1
1000 VA	Entre 1.1 y 1.2

*Fuente:* (Rivas, 2005)



*Figura 12. Sección por donde circula el flujo magnético*

$S_n$  = Es la sección por donde circula el flujo magnético

Para obtener la sección nominal se calcula por medio de la ecuación experimental

$$S_n = k\sqrt{P}$$

*Ecuación 5. Cálculo de sección del núcleo del transformador*

**Fuente:** (Rivas, 2005)

Donde K se obtiene de la tabla 2, ya que se diseñó un transformador de 50VA se utilizó un constante K=0.75.

$$S_n = 0.75\sqrt{50}$$

$$S_n = 5.3 \text{ cm}^2 \cong 6\text{cm}^2$$

L es la longitud de un lado de la sección

$$L = \sqrt{S_n}$$

*Ecuación 6. Longitud de sección*

**Fuente:** (Rivas, 2005)

$$L = \sqrt{6\text{cm}^2}$$

$$L = 2.45 \text{ cm}$$

Cálculos de espiras del primario:

$$N1 = \frac{V1}{f * S_n * B * 4.4 * 10^{-8}}$$

*Ecuación 7. Espiras por voltios*

**Fuente:** (Rivas, 2005)

Dónde:

f= frecuencia de la red eléctrica

S<sub>n</sub>= sección del núcleo

B= Inducción Magnética 14000 (Fe-Si)

$$N1 = \frac{120}{60 * 6 * 14000 * 4.4 * 10^{-8}}$$

$$N1 = 541.12 \text{ vueltas}$$

$$N2 = \frac{5}{60 * 6 * 14000 * 4.4 * 10^{-8}}$$

$$N2 = 22.54 \text{ vueltas}$$

Determinación de la sección transversal del cable

Tabla 5

*Densidad de alambre en función de la corriente*

Corriente (Amper)	Densidad (A/mm <sup>2</sup> )
0.005	2.5
0.007-319	3

**Fuente:** (Rivas, 2005)

Para el cálculo de la sección transversal tanto del cable del primario como del secundario se utilizó la ecuación

$$S = \frac{I}{D}$$

*Ecuación 8. Sección de conductores*

**Fuente:** (Rivas, 2005)

$$S1 = \frac{0.41}{3} \quad S2 = \frac{10}{3}$$

$$S1 = 0.13\text{mm}^2 \quad S2 = 3.33\text{mm}^2$$

De anexos 1 se obtiene el cable comercial AWG para cada sección de cable

Tabla 6  
*Tamaño de alambre normalizado comercial*

$S1 = 0.13\text{mm}^2$	$S2 = 3.3\text{mm}^2$
AWG= cable de cobre # 26	AWG= cable # 12
D1= 0.40 mm	D2= 2.053 mm

*Fuente:* (Rivas, 2005)

En base a los datos calculados se realizó la construcción del transformador, y con las corrientes calculadas se eligió un fusible comercial para la protección del circuito en caso de sobrecarga o cualquier imprevisto que ponga en riesgo el circuito de incineración.

Para el cálculo del fusible se utilizó

$$I_p = I_c + (I_c * 80\%)$$

*Ecuación 9. Corriente de protección de fusible*

*Fuente:* (Andrei, 2013)

Donde:

$I_p$ : Corriente de Protección del Fusible

$I_c$ : Corriente calculada

$$I_p = 10 + (10 * 80\%)$$

$$I_p = 18 \text{ A}$$

**Fusible de 25 A para el secundario.**

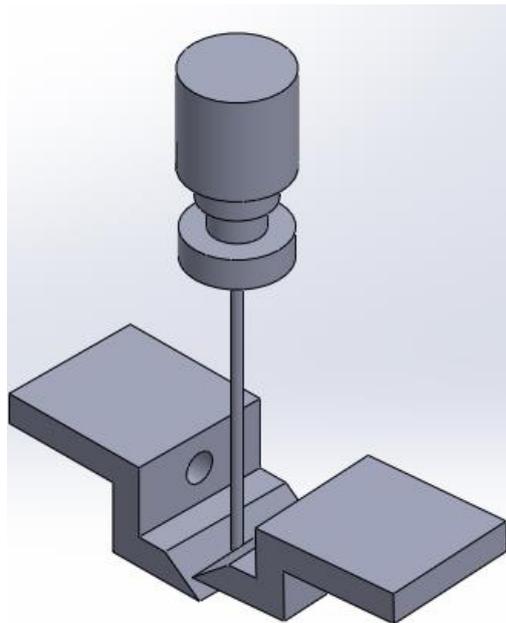
$$I_p = 0.41 + (0.41 * 80\%)$$

$$I_p = 0.738 A$$

**Fusible de 1 A para el primario.**

### 2.3 Selección de material para construcción de electrodos

La figura 13 muestra el tipo de contacto que existe entre la aguja hipodérmica y los electrodos, este tipo de contacto se lo diseño con una parte inclinada en la punta de los electrodos para que el material que se incinera caiga a la bandeja de residuos.



*Figura 13. Diseño de contacto entre los electrodos y aguja hipodérmica*

En la tabla 7 se detallan diferentes tipos de electrodos que son utilizados en destructores de agujas que se comercializan.

Tabla 7  
Tipos de Electrodo que se utilizan en destructores de agujas

Producto/Patente	Tipo de Electrodo Material	Accesibilidad	Precio
<b>Destructor de Agujas DAC-3000</b>	Aleación de plata y oxido de cadmio	Difícil	Alto
<b>Guilera Poch, Carles, Aparato destructor de agujas hipodérmicas (1988)</b>	Metal precioso como oro o plata	Difícil	Alto
<b>Electro incinerador de Agujas DAG-7</b>	Cobre	Fácil	Bajo
<b>Hsieh Ch'ing-Lung, Mini</b>	Platino recubierto de una aleación de oro y cobre fundido	Difícil	Alto

Se eligió al cobre por su bajo costo, fácil acceso, además de que ofrece grandes propiedades como conductor eléctrico.

#### 2.4 Material de construcción de carcasa

La selección del material para la construcción de la carcasa del dispositivo se realizó en base a materiales que se encuentran con facilidad en el medio y que cumplan las siguientes características: bajo costo, maquinable, resistente al impacto, no sea conductor eléctrico, resistencia a la intemperie y peso, en la tabla 8 se muestra una comparación de materiales

Tabla 8  
*Comparación de materiales para construcción de carcasa*

<b>Material</b>	<b>Acrílico</b>	<b>Vidrio</b>	<b>ABS</b>	<b>Madera</b>
<b>Resistente al Impacto</b>	Si	No	Si	Si
<b>Peso</b>	Bajo	Alto	Bajo	Medio
<b>Resistencia a la intemperie</b>	Si	Si	Si	No
<b>Conductividad Eléctrica</b>	No	No	No	No
<b>Costo</b>	Bajo	Alto	Medio	Medio
<b>Maquinable</b>	Si	No	Si	Si

Al comparar las diferentes características de los materiales se optó por elegir el acrílico, ya que se ajusta más a las necesidades de construcción de la carcasa del dispositivo.

### **2.5 Selección de Micro-Controlador**

Para realizar el circuito electrónico que permitirá el control del prototipo incinerador de agujas se comparó las diferentes características de microcontroladores que se pueden encontrar con facilidad en el mercado y cumplen los requerimientos necesarios para el circuito de control los cuales son:

- Un puerto convertidor análogo-digital, para sensor de temperatura
- 3 puertos de salida para leds indicadores

- Un puerto de salida para activación de relé
- 12 puertos para conexión de LCD 16X2
- Un puerto de interrupción para encendido del sistema
- Alimentación 5VDC

En la tabla 9 se realizó una comparación de diferentes microcontroladores.

Tabla 9

*Características de microcontroladores y tarjeta electrónica*

Micro controlador	Memoria/ Velocidad	Puertos de E/S	Interrupciones	Puerto analógico	Voltaje /Consumo de energía	Precio
<b>Atmega 8</b>	512 bytes de EEPROM 1Kb de RAM 16 MHz	23	2	6	2.7-5.5V Activo 3.25mA	Bajo
<b>PIC16F882</b>	256 bytes de EEPROM. 368 bytes de RAM 20 MHz	24	13	2	2-5.5V Activo 2mA	Medio
<b>Tarjeta Arduino uno</b>	1Kb de EEPROM 2Kb de RAM 16 MHz	14	2	6	7-12V Activo 40mA	Alto

Tras comparar las diferentes características de los microcontroladores y tarjeta electrónica que se presentan en la tabla 8 se optó por el microcontrolador ATMEGA 8, ya que

cuenta con los puertos necesarios de entrada y salida, el número de interrupciones adecuado, cuenta con puertos de conversión analógica útil para el sensor de temperatura, memoria necesaria para las instrucciones y velocidad de respuesta rápida, además del precio y teniendo en cuenta también que se trabajara con una fuente de 5VDC.

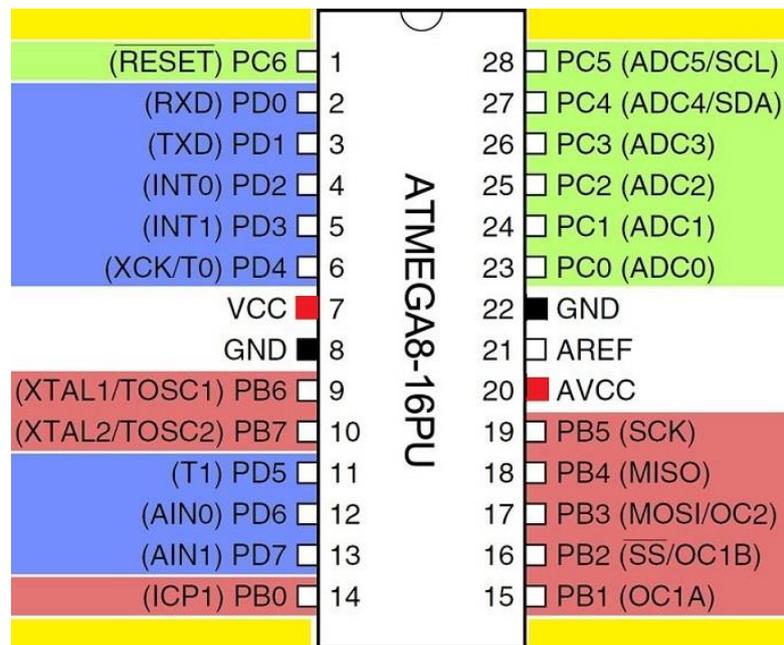
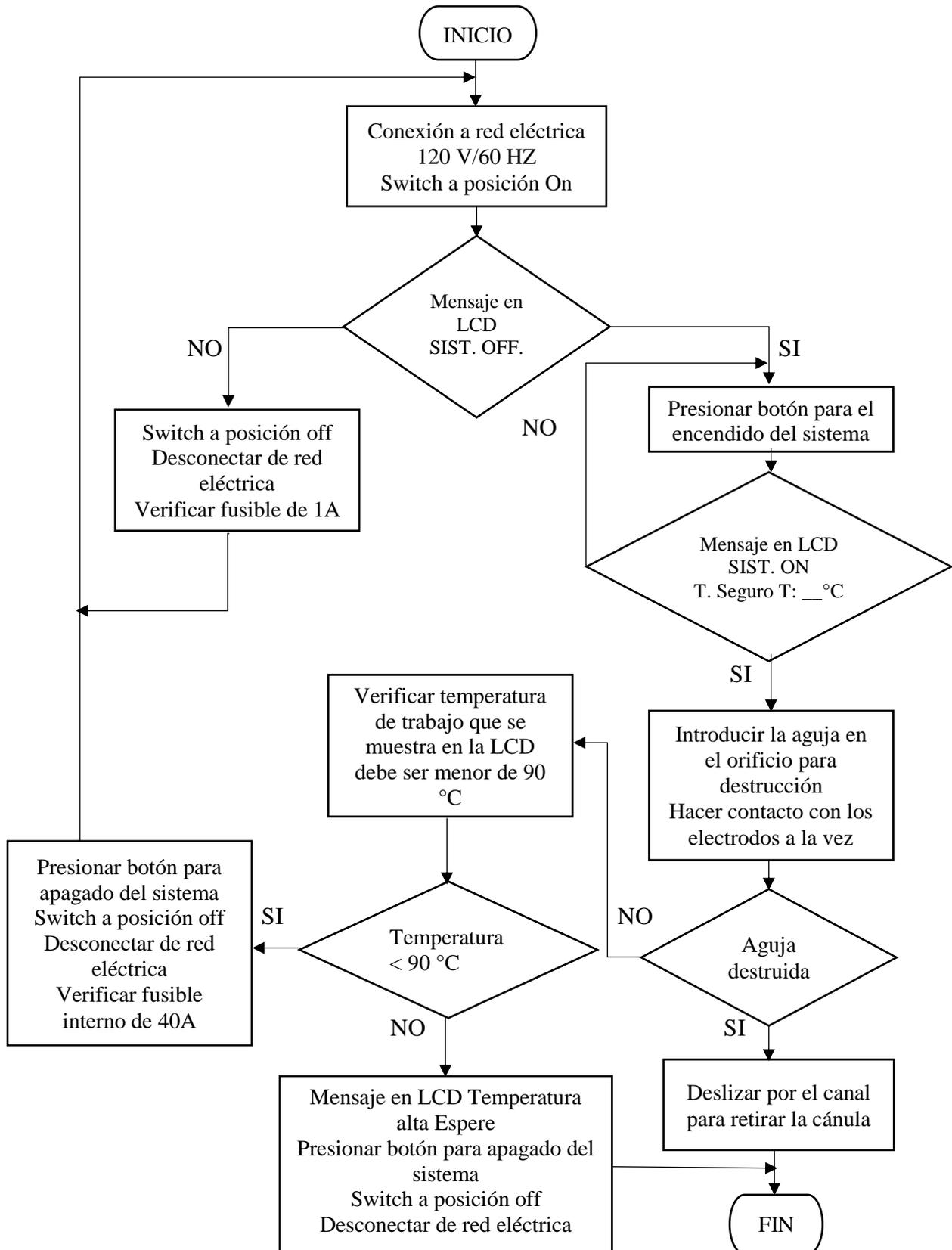


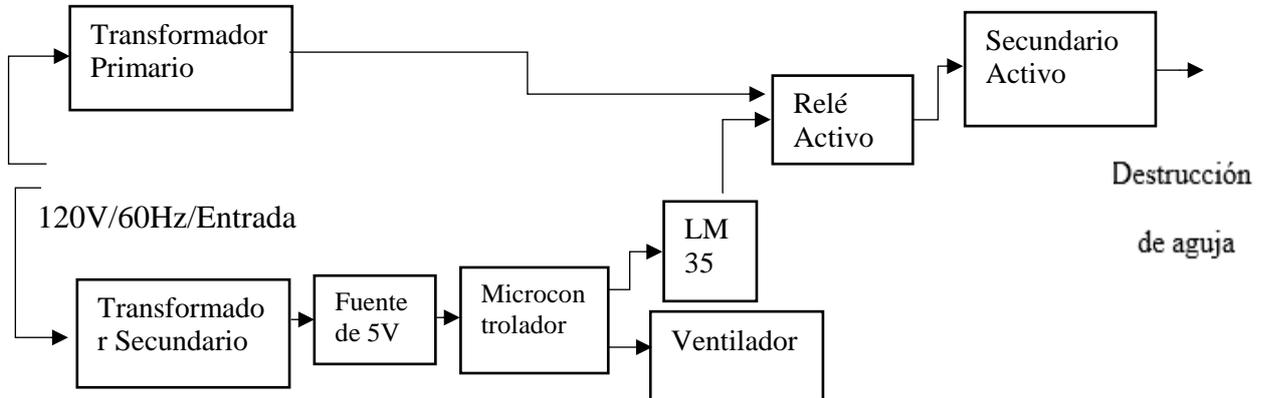
Figura 14. Pines de conexión de Atmega8

**Fuente:** (Electro Schematics, 2017)

## 2.6 Diagrama de Flujo del Proceso de incineración



### 2.7 Diagrama de bloques



### 2.8 Diagrama Simulado

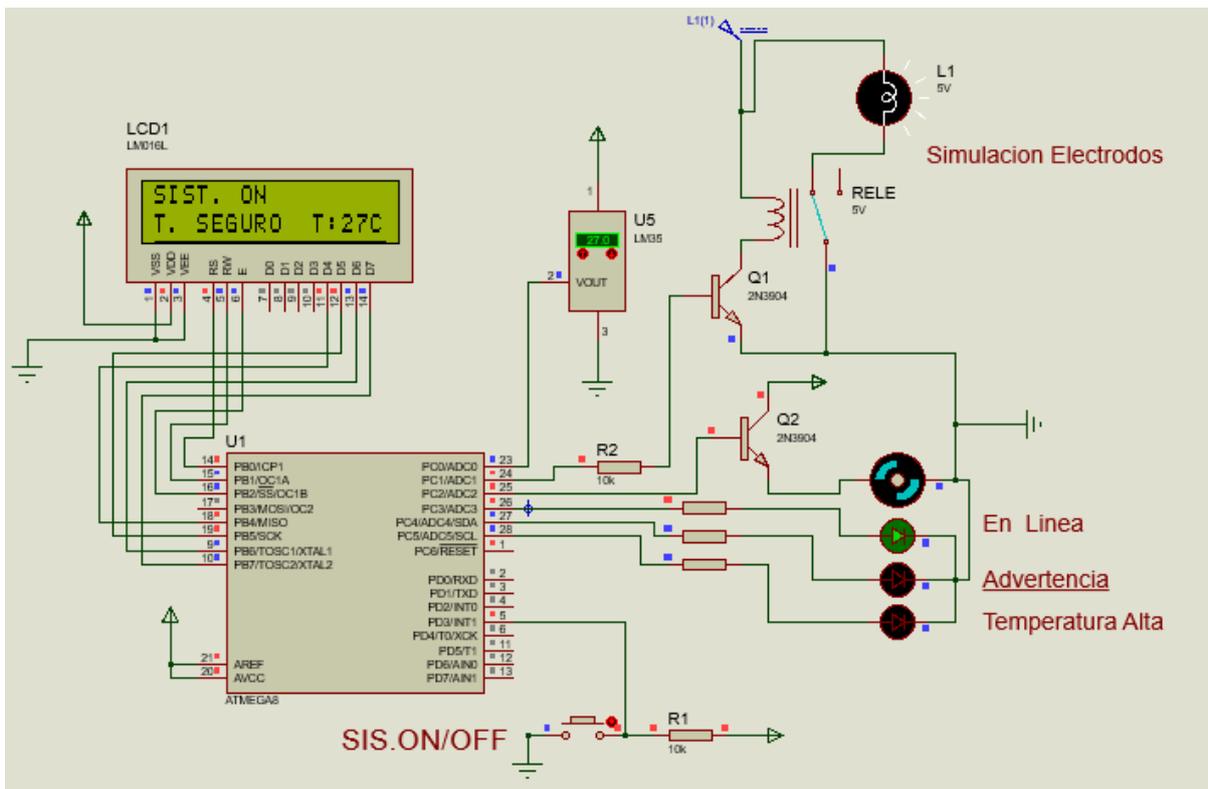


Figura 15. Conexión del circuito electrónico simulado

## CAPÍTULO III

### 3. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

En este capítulo se detallan los materiales utilizados y pasos para la construcción del prototipo incinerador de agujas hipodérmicas, el prototipo cuenta con dos transformadores el principal que sirve para la incineración de la aguja y el secundario utilizado para realizar la fuente de 5VDC que alimenta a la tarjeta electrónica usada para el control del dispositivo.

#### 3.1 Materiales Electrónicos Utilizados

Materiales utilizados para la construcción de la tarjeta electrónica de la maquina incinerador de agujas hipodérmicas.

Tabla 10  
*Componentes Electrónicos utilizados*

<b>Materiales Electrónicos</b>		
<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (Unidades)</b>
	330 $\Omega$	4
Resistencias	10K $\Omega$	2
	10 K $\Omega$ variable de precisión	1
Transistores de media potencia	2n3904	2
	2200uF	1
Capacitores electrónicos	10uF	1
	1000uF	1

---

Regulador de Voltaje	lm7805	1
Diodo rectificador de 3A	1N5408	4
	Verde	2
Leds indicadores	Rojo	1
	Amarillo	1
Bocina	Chichara	1
Sensor final de carrera	Sensor de dos posiciones MS 2	1
Relé	Relé de 5V	1
Microcontrolador	Atmega 8	1
Display LCD	LCD 16X2	1
Sensor de temperatura	LM 35	1
Placa Electrónica	Placa de Cobre 100X100 mm	1
Botón	Pulsador grande	1
Transformador	Electrónico de 50W	1
Ventilador	Ventilador de 5V	1
Espadines	Espadines machos regleta	1
Cables de conexión	Paquete de 40 unidades de cable conexión hembra-hembra	1
Acido para baquelita	Acido de hierro	1

---

### 3.2 Etapa de construcción de la tarjeta

- a. Diseño del circuito en un software adecuado para realizar placas electrónicas.
- b. Impresión del diseño de la placa en papel termotransferible.
- c. Adquirir los materiales que se mencionan anteriormente en la tabla
- d. Recortar la baquelita de acuerdo al tamaño de la impresión del diseño de la placa y limpiar la baquelita de cualquier impureza con esponja de hierro, para eliminar las huellas de dedos o cualquier rastro de grasa que provocarían una mala transferencia del circuito impreso.
- e. Realizar el proceso de planchado para transferir las pistas a la baquelita.
- f. Verificar que toda la pista se haya transferido correctamente y proceder a sumergirla en ácido para eliminar el excedente de cobre y queden las pistas libres.
- g. Verificar que no existan puentes entre pistas que no correspondan y proceder a realizar los orificios en los lugares correspondientes para montar los elementos.
- h. Eliminar el excedente de soldadura y limpiar de cualquier impura.
- i. Probar la placa electrónica para verificar su correcto funcionamiento.

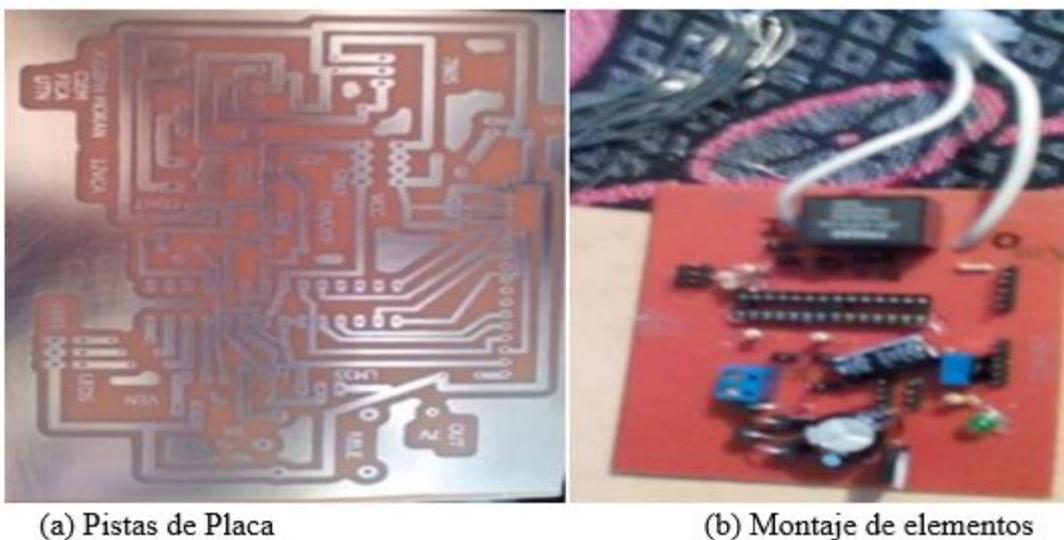


Figura 16. Pistas de Placa y montaje de elemento

### 3.3 Materiales eléctricos utilizado

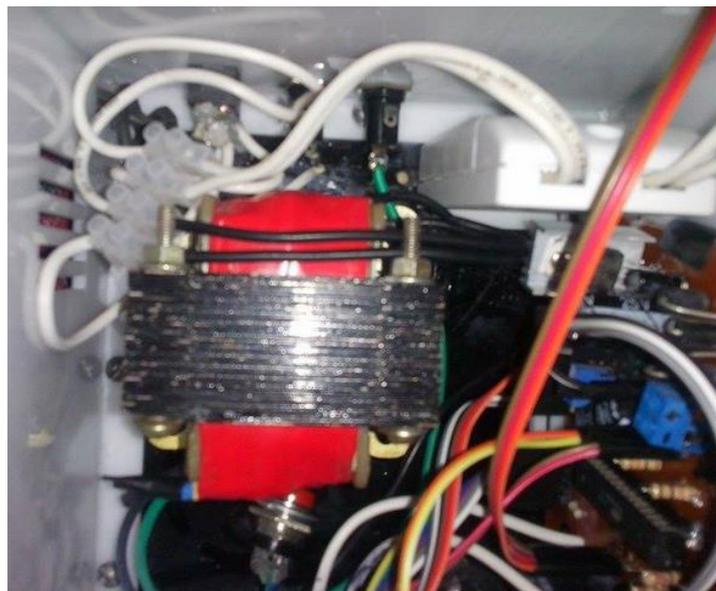
Materiales eléctricos utilizados para la construcción de la maquina Incinerador de agujas hipodérmicas.

Tabla 11  
*Componentes Eléctricos utilizados*

<b>Materiales Eléctricos</b>		
<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (Unidades)</b>
Fusibles	Fusible 40 A	1
	Fusible 1 A	1
Interruptor	Interruptor de dos posiciones	1
Cable AWG	Cable # 12	0.5 Kg
	Cable # 26	1 Kg.
	Cable # 20 gemelo	4 metros
Transformador	Transformador de Chapas De Fe-Si de 50W diseñado	1
Portafusiles	Tipo pinza	1
Electrodos	Electrodos de cobre	2
Enchufe	Enchufe de 2 patas	1

### 3.4 Montaje de los elementos eléctricos

- a. Adquirir los materiales necesarios.
- b. Realizar el corte del cable gemelo a la medida necesaria para realizar la conexión del encendido mediante el interruptor.
- c. Realizar las conexiones a los fusibles de protección adecuadamente.
- d. Realizar la conexión adecuada a los transformadores, uno al transformador de láminas diseñado y al transformador electrónico que servirá para alimentar la tarjeta electrónica.
- e. Verificar las conexiones realizadas y realizar las pruebas de funcionamiento con precaución de los elementos conectados.



*Figura 17. Conexiones Eléctricas*

### 3.5 Materiales de la estructura

Materiales utilizados para realizar la construcción de la estructura de la maquina Incinerador de agujas hipodérmicas.

Tabla 12  
*Componentes Mecánicos utilizados*

<b>Materiales Mecánicos</b>		
<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (Unidad)</b>
Tornillos	Tornillos de ½" y su respectiva tuerca	12
Acrílico	Placa de acrílico, corte dependiendo del diseño	1
Impresión	Impresión 3D de Parte superior de la carcasa	1
Pegamento	Pegamento Loctite	1

### **3.6 Etapa de montaje de la estructura**

La construcción de la estructura se realizó de la siguiente manera:

- a. Diseño de las piezas que conformaran las estructura.
- b. Realizar los cortes de la estructura previamente diseñado en un centro especializado para obtener los cortes adecuados de la estructura.
- c. Verificación de las medidas de los cortes con las medidas del diseño.
- d. Pegar las piezas de los materiales que correspondan entre sí con pegamento especializado para acrílico y tener una buena sujeción de las partes.
- e. Atornillar las partes previamente pegadas para formar la estructura.



(a) Montaje placas de acrílico

(b) Impresión 3D Tapa de Dispositivo

*Figura 18. Montaje de Estructura**Figura 19. Dispositivo Final*

### 3.7 Pruebas y Resultados

Para las pruebas de destrucción se utilizaron las jeringuillas de 10ml y 20ml por poseer la aguja de mayor longitud y grosor que se encuentran en las farmacias, además se realizó pruebas con diferentes transformadores y se eligió el adecuado.

### 3.7.1 Pruebas Transformador Diseñado de 20W, Salida 3VAC



Figura 20. Pruebas y resultados Transformador de 20W

Tabla 13  
Pruebas y resultados Transformador de 20W construido

Transformador de 20 W construido				
Voltaje	Corriente	Tiempo de	Temperatura	Resultados
(V)	(A)	destrucción	(°C)	
3	19.5	No la destruye	369	No se produce la destrucción, el amperaje producido es muy bajo por lo cual no alcanza la temperatura necesaria para producir la incineración

3.7.2 Pruebas Transformador Electrónico SYLVANIA modelo ET60W(P92062) de 50W



Figura 21. Pruebas y resultados Transformador modelo ET60W(P92062)

Tabla 14

Pruebas y resultados Transformador modelo ET60W(P92062)

**Transformador SYLVANIA modelo ET60W(P92062)**

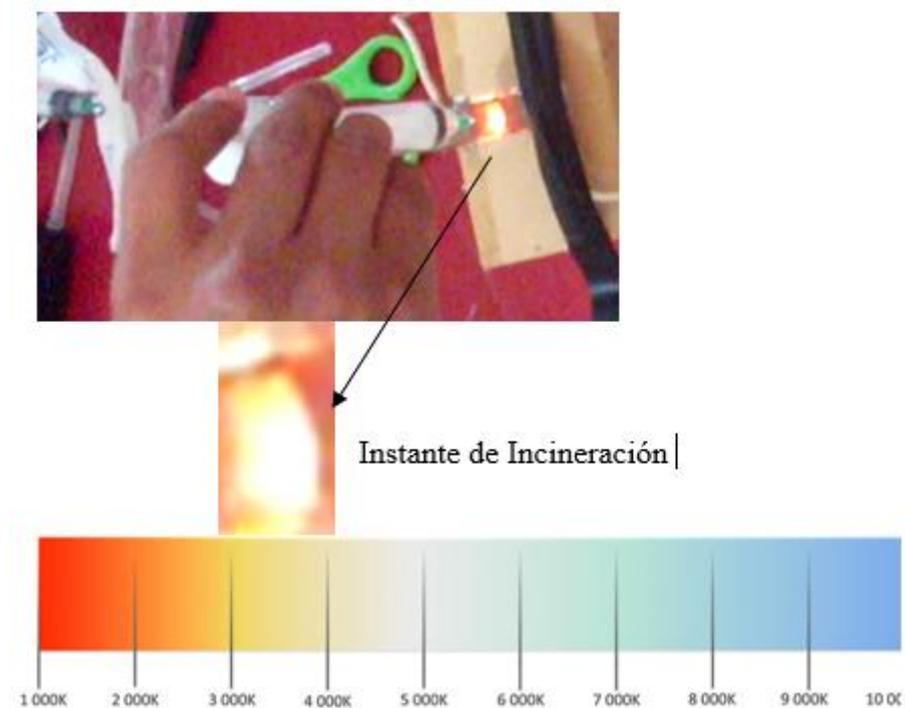
Voltaje (V)	Corriente (A)	Tiempo de destrucción	Temperatura (°C)	Resultados
11.5	0.98	No la destruye	79	No destruye la aguja hipodérmica, debido a las protecciones internas que posee el transformador electrónico y al tener una elevada corriente los circuitos de protección se abren y haciendo imposible el proceso de destrucción

### 3.7.3 Transformador Diseñado de 50W, salida de voltajes 3, 5, 7 VAC



*Figura 22. Transformador de 50W*

Al no poseer un dispositivo adecuado para medir la alta temperatura que se produce la incineración de la aguja se realizó una comparación entre el color de incineración y la tabla de colores respecto a la temperatura de la figura 12. En la figura 24 se aprecia la comparación.



*Figura 23 Comparación entre Escala de temperatura de la figura 12 e instante en el que se produce la incineración*

Para el cálculo de la energía calorífica producida se usó la ecuación 2 y se utilizaron los siguientes datos que se obtuvieron de la medición en las pruebas, siendo:

$$Q = I^2 * R * t$$

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

$\rho$ =Resistividad del material L=Longitud de material S=Sección del material

Datos medidos:

Para V=7 I=33.1 A R= 0.06 $\Omega$  y t= 3seg

$$Q = 33.1^2 * 0.06 * 3$$

$$Q = 197.2 J$$

Para V=7 I=31.8 A R= 0.06 $\Omega$  y t= 5seg

$$Q = 31.8^2 * 0.06 * 5$$

$$Q = 303.37 J$$

Para V=3 I=23.2 A R= 0.06 $\Omega$  y t= 10seg

$$Q = 23.2^2 * 0.06 * 10$$

$$Q = 322.9 J$$

En la tabla 14 se muestran los resultados que se obtuvieron en el proceso de incineración de la aguja hipodérmica, además la energía calorífica producida y una temperatura aproximada a la cual se produce la destrucción.

Tabla 15  
*Pruebas y resultados Transformador de 50W construido*

<b>Transformador de 50W construido</b>					
Voltaje (V)	Corriente (A)	Tiempo de destrucción (s)	Energía calorífica producida (J)	Temperatura Aproximada (°C)	Resultados
3	23.2	10	197.2	2477	La destrucción de la aguja toma mucho tiempo, además de que no es destruida totalmente quedando como resultado final una forma enroscada.
5	31.8	5	303.37	2477	La destrucción de la aguja se produce uniformemente quedando como residuo un aproximado de 2mm de agujas realizada en las diferentes pruebas.
7	33.1	3	322.9	2477	La destrucción de la aguja se produce en menor tiempo, pero existe el inconveniente que el residuo de la aguja es mayor siendo un aproximado de 6mm y terminándose un poco enroscada.

En base a los resultados obtenidos luego de realizar diversas pruebas con los transformadores que se tuvo a disposición, se tomó como mejor opción a las obtenidos por el transformador diseñado de 50 W y 5V de salida ya que ofrece un tiempo de destrucción adecuado y el residuo de la aguja es menor que con las otras pruebas realizadas, las medidas realizadas se pueden observar en los anexos 7.



Figura 24. Residuos de la incineración

Flujo magnético generado por el transformador diseñado en el devanado primario:

$$B = \frac{\mu_0 * i}{2\pi * d}$$

*Ecuación 10. Campo Magnético*

**Fuente:** (Vaxa Software, 2016)

Donde:

$\mu_0$  = Permeabilidad del vacío (constante) =  $4\pi \cdot 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$

$i$  = Intensidad de Corriente en A

$d$  = Distancia del hilo conductor en m

$$B = \frac{4\pi 10^{-7} * 0.5}{2\pi * 1.6}$$

$$B = 6.25 \cdot 10^{-8} \text{ T}$$

Utilizando la ecuación 1 tenemos el flujo magnético generado

$$\Phi = B * s$$

$$\Phi = 6.25^{-8} * 1.3^{-7}$$

$$\Phi = 8.125^{-15} \text{ Wb}$$

### 3.8 Perdidas en el núcleo del transformador construido

El diseño se realizó en base a condiciones ideales, pero en la realidad esto no ocurre de esta manera, se tienen perdidas por hierro y cobre en el núcleo de transformador.

Perdidas por corrientes de Foucault  $P_F$

$$P_F = \frac{2.2 * f^2 * B_m^2 * \Delta^2}{10^{11}}$$

*Ecuación 11. Perdidas de Corriente de Foucault*

**Fuente:** (Moran, 2013, p.23)

Donde:

$P_F$  = Pérdidas de corriente de Foucault en W/kg

f= frecuencia en Hz

$B_m$ =Inducción máxima en Gauss

$\Delta$ =espesor de la chapa

$$P_F = \frac{2.2 * 60^2 * 14000^2 * 0.5^2}{10^{11}}$$

$$P_F = 3.88W/kg$$

Perdidas por Histéresis

$$P_H = K_h * f * B_{max}^n$$

*Ecuación 12. Perdidas por Histéresis*

**Fuente:** (Moran,2013, p.23)

Donde:

$P_H$  = Pérdidas por Histéresis W/kg

f= frecuencia en Hz

$B_{max}$ =Inducción máxima en Teslas

n=depende del valor de B, B < 10000 n=1.6; B>10000 n=2

$$P_H = 0.001 * 60 * 1.4^2$$

$$P_H = 0.11W/kg$$

$$P_{Fe} = (P_h + P_F) * P_{eso_{transf}}$$

El peso del transformador es 1.3Kg

$$P_{Fe} = (3.88 + 0.11) * 1.3$$

$$P_{Fe} = 5.1 W$$

Tabla 16

Consumo del transformador seleccionado

Consumo de potencia del Transformador construido de 50W					
Pruebas En Vacío			Pruebas En Carga		
Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (W)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (W)
5	0.61	3.05	5	31.8	159

Perdidas por el cobre;  $R_{cu} = 7.2\Omega$ :

$$P_{cu} = I_{cu}^2 * R_{cu}$$

*Ecuación 13. Pérdidas por el Cobre*

$$P_{cu} = 0.61^2 * 7.2 \quad P_{cu} = 2.6W$$

Pérdidas totales:

$$P_T = P_{Fe} + P_{cu} \quad P_T = 7.7 W$$

### 3.9 Eficiencia del transformador

$$n = \frac{P}{P + P_T} * 100\%$$

$$n = \frac{159}{159+7.7} * 100\% \quad n = 95\%$$

## CAPITULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

La información de la tabla 2 permitió establecer un modelo a seguir para el prototipo incinerador de agujas, en base a los resultados obtenidos y que cumplió los requerimientos del usuario se pudo concluir que, para realizar el proceso de eliminación de la aguja, el método de inducción magnética es el adecuado.

Los electrodos de cobre han sido utilizados en diferentes destructores de agujas que ya son comercializados, además de su bajo precio, accesibilidad y ser un gran conductor eléctrico fue una buena alternativa que se utilizó como electrodo en el prototipo construido.

La implementación de un circuito de control garantizó la seguridad del operario, ya que, si una de estas seguridades no funcionaba, el dispositivo no realizaba el proceso.

El funcionamiento y efectividad del prototipo se vio reflejada en las pruebas que se realizaron al incinerar agujas hipodérmicas de diferentes calibres, destruyendo la misma en tiempos aceptables y eliminando el peligro que existe de un pinchazo o corte accidental con la aguja.

#### 4.2 Recomendaciones

Para lograr una correcta incineración de la aguja hipodérmica es recomendable realizar movimientos semicirculares en ambos sentidos mientras exista el contacto de la aguja con los electrodos para asegurar una incineración adecuada y los residuos caigan en forma de gotas en el recipiente de desechos.

Al momento de la construcción del transformador si no se encuentra el # de cable que se calculó siempre escoger uno de mayor sección, ya que de escoger uno de menor sección la corriente que se genera no es la suficiente para producir la incineración.

Es recomendable colocar los electrodos lo más cerca posible uno de otro al momento de la construcción para asegurar una mayor destrucción de la aguja.

Se recomienda seguir con el desarrollo del tema para poder producirlo de forma masiva ya que en el Ecuador no existe ninguna empresa que se dedique a la fabricación de estos dispositivos, además que existe una ordenanza por parte del Ministerio de Salud Pública para eliminar la aguja hipodérmica de forma segura y el dispositivo desarrollado puede realizar dicho proceso.

**BIBLIOGRAFÍA**

Butler, W. F. (1992). *Estados Unidos Patente n° 5091621*.

Cesar, V.-B. G. (1993). *España Patente n° U 9300632*.

Ch'ing-Lung, H. (1986). *Estados Unidos Patente n° 4628169*.

EcuRed. (7 de 10 de 2016). *EcuRed Conocimiento con todo y para todos*. Obtenido de EcuRed Conocimiento con todo y para todos: <https://www.ecured.cu/Electrodo>

Electronic Components Datasheet Search. (s.f.). *AllDatasheet.com*. Obtenido de AllDatasheet.com: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/80247/ATMEL/ATMEGA8.html>

Electronics, B. (2009).

EU-OSHEA. (17 de 10 de 2008). *Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo*. Obtenido de <https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/publications/e-facts/efact40>

Flores A. 2009. Sistema De calentamiento por inducción en un inversor medio puente de carga resonante. Instituto Tecnológico de Sonora. Sonora México

Gercons. (2012). *Colombia Patente n° 57(1)6837087*.

GoodFellow Cambridge Limited. (10 de 1 de 2017). *GoodFellow*. Obtenido de <http://www.goodfellow.com/sp/acerca-de-nosotros/>

Guilera Poch, C. (1988). *España Patente n° U 8702222*.

Haines, R. (1996). *Estados Unidos Patente n° 55531355*.

Inductotherm. (2016). *Inductotherm Group*. Obtenido de Inductotherm Group:

<http://inductothermmexico.com/what-is-induction/#>

Ministerio de Salud Pública. (2010). *Control y Mejoramiento de la Salud Pública Salud Ambiental*. Quito.

Ministerio de Salud Pública. (2011). *Manual de Normas de Bioseguridad para la Red de Servicios de Salud en Ecuador*. Quito.

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2009). *Manejo Integral de Desechos*

*Hospitalarios*. Esmeraldas: El chasqui. Obtenido de <http://www.btctb.org>:

<http://www.btctb.org/files/web/publication/Manejo%20Integral%20de%20Desechos%20Hospitalarios.pdf>

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (22 de Enero de 2015).

<http://www.derechoecuador.com/>. Obtenido de <http://www.derechoecuador.com/>:

<http://www.derechoecuador.com/productos/producto/catalogo/registros-oficiales/2015/enero/code/RegistroOficialNo422->

[Jueves22Enerode2015Suplemento/registro-oficial-no-422---jueves-22-de-enero-de-2015-suplemento#CALVAS](http://www.derechoecuador.com/productos/producto/catalogo/registros-oficiales/2015/enero/code/RegistroOficialNo422-)

Moran C. 2013. Descripción, Selección y Aplicación de los Transformadores Eléctricos. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlan Izcalli.

Organización Mundial de la Salud. (2006). *Eliminación de los residuos generados por la aplicación de inyecciones en los distritos sanitarios*. Ginebra, Suiza: WHO Press.

Organización Mundial de la Salud. (Noviembre de 2015). *who.int*. Obtenido de *who.int*:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs253/es/>

Rivas. (4 de Mayo de 2005). *Calculo Simplificado de transformadores*. Obtenido de

<http://www.electronica2000.com/colaboraciones/rolandorivas/instrucciones.pdf#page=4&zoom=auto,-106,144>

Salud Sin Daño. (2006). *Residuos Hospitalarios-Guía Para Reducir Su Impacto Sobre La Salud Y El Ambiente*. Buenos Aires.

Secretaria Nacional De Planificación y Desarrollo. (2012). <http://www.planificacion.gob.ec>.

Obtenido de <http://www.planificacion.gob.ec>: [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz\\_productiva\\_WEBtodo.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf)

Universidad Politécnica de Madrid. (2010). Inducción Electromagnética. En D. Á. González, *Apoyo para la preparación de los estudios de ingeniería y arquitectura*. Madrid.

Varela, A. (27 de Diciembre de 2012). *Reciclan 8,000 millones de jeringas en EEUU*.

Vaxa Software. (24 de 5 de 2016). Obtenido de

[http://www.vaxasoftware.com/doc\\_edu/fis/magnet.pdf#page=1&zoom=auto,-106,555](http://www.vaxasoftware.com/doc_edu/fis/magnet.pdf#page=1&zoom=auto,-106,555)

Uniovi. (20 de Abril de 2005). *Francisco.uniovi.es*. Obtenido de

<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion11.HornosResistencia.RESISTENCIAS.CALENTAMIENTO.pdf>

## ANEXOS 1. Características para el cálculo de transformadores

Calibre	Diámetro del alambre en mm			Área de la sección transversal mm <sup>2</sup>	Diámetro del alambre en in			Área de la sección transversal		Calibre
	AWG	mínimo	nominal		máximo	mínimo	nominal	máximo	circular mils	
4	5.138	5.189	5.225	21.15	0.2023	0.2043	0.2057	41735	0.03278	4
5	4.575	4.620	4.666	16.76	0.1801	0.1819	0.1832	33084	0.02599	5
6	4.074	4.115	4.155	13.30	0.1604	0.1620	0.1631	26246	0.02061	6
7	3.630	3.665	3.701	10.55	0.1429	0.1443	0.1453	20820	0.01635	7
8	3.231	3.264	3.297	8.367	0.1272	0.1285	0.1294	16513	0.01297	8
9	2.878	2.906	2.929	6.633	0.1133	0.1144	0.1153	13089	0.01028	9
10	2.563	2.588	2.609	5.260	0.1009	0.1019	0.1027	10381	0.00816	10
11	2.281	2.304	2.322	4.169	0.0898	0.0907	0.0914	8228	0.00646	11
12	2.032	2.052	2.069	3.307	0.0800	0.0808	0.0814	6527	0.00513	12
13	1.811	1.829	1.843	2.627	0.0713	0.0720	0.0726	5185	0.00407	13
14	1.613	1.628	1.643	2.082	0.0635	0.0641	0.0647	4108	0.00323	14
15	1.435	1.450	1.466	1.651	0.0565	0.0571	0.0577	3259	0.00256	15
16	1.278	1.290	1.303	1.307	0.0503	0.0508	0.0513	2578	0.00203	16
17	1.138	1.151	1.163	1.040	0.0448	0.0453	0.0458	2053	0.00161	17
18	1.013	1.024	1.034	0.8236	0.0390	0.0403	0.0407	1625	0.00128	18
19	0.902	0.912	0.922	0.6533	0.0355	0.0359	0.0363	1289	0.00101	19
20	0.805	0.813	0.820	0.5191	0.0317	0.0320	0.0323	1024	0.000804	20
21	0.716	0.724	0.732	0.4117	0.0282	0.0285	0.0288	812	0.000638	21
22	0.635	0.643	0.650	0.3247	0.0250	0.0253	0.0256	641	0.000503	22
23	0.569	0.574	0.579	0.2588	0.0224	0.0226	0.0228	511	0.000401	23
24	0.505	0.511	0.516	0.2051	0.0199	0.0201	0.0203	405	0.000317	24
25	0.450	0.455	0.460	0.1626	0.0177	0.0179	0.0181	321	0.000252	25
26	0.399	0.404	0.409	0.1282	0.0157	0.0159	0.0161	253	0.000199	26

## ANEXOS 2. Código De Programa

En el desarrollo del programa se utilizaron diferentes variables las cuales fueron utilizadas de la siguiente manera:

valor 1: variable utilizada para mostrar de manera string el valor de la Temperatura.

i: variable utilizada para almacenar el valor del ADC del sensor LM35.

k: variable utilizada para transformación de temperatura que recibe el ADC.

q: variable utilizada para almacenar el valor de la temperatura.

b: variable utilizada para realizar el Encendido/Apagado del sistema.

```

/*****
Date   : 1/12/2016
Author : Joseph Moran
Clock frequency: 8,000000 MHz
Memory model      : Small
External RAM size : 0
Data Stack size   : 256
*****/

#include <io.h>
#include <delay.h>
#include <mega8.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
unsigned char* valor1;
// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>
// Declare your global variables here
int i;
int q;
int k=12;
int b=0;
// External Interrupt 1 service routine
interrupt [EXT_INT1] void ext_int1_isr(void)
{
    delay_ms(500);
    b=1-b; // Encendido de Sistema
}

#define ADC_VREF_TYPE 0x00

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);

```

```

ADCSRA|=0x10;
return ADCW;
}
// ADC interrupt service routine
interrupt [ADC_INT] void adc_isr(void)
{
  unsigned int adc_data;
  // Read the AD conversion result
  adc_data=ADCW;
  // Temperatura que analiza LM 35 *****
  if(adc_data>=0&&adc_data<250)
  {
    i=adc_data; // Variable a guardar dato Conversión analógica/digital
  }

  ADCSRA=ADCSRA|0x40; // para reiniciar conversor
}
// Declare your global variables here

void main(void)
{
  // Declare your local variables here

  // Port B initialization
  // Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In Bit0=In
  DDRB=(0<<DDB7) | (0<<DDB6) | (0<<DDB5) | (0<<DDB4) | (0<<DDB3) |
(0<<DDB2) | (0<<DDB1) | (0<<DDB0);
  // State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T
  PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) | (0<<PORTB4) |
(0<<PORTB3) | (0<<PORTB2) | (0<<PORTB1) | (0<<PORTB0);
  // Port C initialization
  // Function: Bit6=In Bit5=Out Bit4=Out Bit3=Out Bit2=Out Bit1=Out Bit0=In
  DDRC=(0<<DDC6) | (1<<DDC5) | (1<<DDC4) | (1<<DDC3) | (1<<DDC2) |
(1<<DDC1) | (0<<DDC0);
  // State: Bit6=T Bit5=0 Bit4=0 Bit3=0 Bit2=0 Bit1=0 Bit0=T
  PORTC=(0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) | (0<<PORTC4) | (0<<PORTC3) |
(0<<PORTC2) | (0<<PORTC1) | (0<<PORTC0);
  // Port D initialization
  // Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In Bit0=In
  DDRD=(0<<DDD7) | (0<<DDD6) | (0<<DDD5) | (0<<DDD4) | (0<<DDD3) |
(0<<DDD2) | (0<<DDD1) | (0<<DDD0);
  // State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T
  PORTD=(0<<PORTD7) | (0<<PORTD6) | (0<<PORTD5) | (0<<PORTD4) |
(0<<PORTD3) | (0<<PORTD2) | (0<<PORTD1) | (0<<PORTD0);
  // INT1: On
  // INT1 Mode: Low level
  GICR|=(1<<INT1) | (1<<INT0);
  MCUCR=(0<<ISC11) | (0<<ISC10) | (0<<ISC01) | (0<<ISC00);
  GIFR=(1<<INTF1) | (1<<INTF0);
  // ADC initialization

```

```

// ADC Clock frequency: 1000,000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
ADMUX=0x0; // seleccionar el canal de entrada
ADCSRA=0xCE; // inicializar el conversor
// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;
// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=(0<<SPIE) | (0<<SPE) | (0<<DORD) | (0<<MSTR) | (0<<CPOL) |
(0<<CPHA) | (0<<SPR1) | (0<<SPR0);

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=(0<<TWEA) | (0<<TWSTA) | (0<<TWSTO) | (0<<TWEN) | (0<<TWIE);

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD menu:
// RS - PORTB Bit 0
// RD - PORTB Bit 1
// EN - PORTB Bit 2
// D4 - PORTB Bit 4
// D5 - PORTB Bit 5
// D6 - PORTB Bit 6
// D7 - PORTB Bit 7
// Characters/line: 8
lcd_init(8);
// Globally enable interrupts
#asm("sei")
// Mensaje De Inicio
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_puts("SISTEMA ");
  lcd_gotoxy(0,2);
lcd_puts("EN LINEA");
delay_ms(1000);
  lcd_gotoxy(0,0);
lcd_puts("INCINERA");
  lcd_gotoxy(0,2);
lcd_puts("DOR DE  ");
  lcd_gotoxy(0,1);
lcd_puts("AGUJAS H");
  lcd_gotoxy(0,3);
lcd_puts("IPODERMI");
delay_ms(1000);
  lcd_gotoxy(0,0);
lcd_puts("JOSEPH ");
  lcd_gotoxy(0,2);
lcd_puts("MORAN  ");
  lcd_gotoxy(0,1);

```

```

lcd_puts(" ");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_puts(" ");
delay_ms(1000);
  lcd_gotoxy(0,0);
lcd_puts("UTN-FICA");
  lcd_gotoxy(0,2);
lcd_puts("-CIME ");
  lcd_gotoxy(0,1);
lcd_puts(" ");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_puts(" ");
delay_ms(1000);
lcd_clear();
//***** código
while (1)
{
  if(b==1) // Encendido de Sistema ****
  {
    PORTC.3=1; // Activación Led Verde
    PORTC.2=1; // ventilador
    // Temperatura En Pantalla *****
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts("SIST. ON");
    lcd_gotoxy(3,3);
    lcd_puts("T:");
    lcd_gotoxy(5,3);
    itoa(q,valor1); // Cambio de valor string a entero
    lcd_puts(valor1);
    lcd_gotoxy(7,3);
    lcd_puts("C");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_puts("T. SEGUR");
    lcd_gotoxy(0,3);
    lcd_puts("O ");
    PORTC.1=1; // Activación de Relé*****
    if(i!=k)
    {
      q=(i/2)-1;// Formula Linealizacion de temperatura a mostrar en LCD
      if(q>=80 && q<90) // advertencia de elevación de temperatura
      {
        lcd_gotoxy(0,1);
        lcd_puts("PRECAUCI");
        lcd_gotoxy(0,3);
        lcd_puts("ON");
        PORTC.4=1;
        delay_ms(500);
        PORTC.4=0;
        delay_ms(500);
      }
    }
  }
}

```

```

if(q>=90) // Condición Exceso de Temperatura
{
  lcd_clear();
  PORTC.1=0;
  PORTC.5=1;
  PORTC.4=0;
  PORTC.3=0;
  lcd_gotoxy(0,0);
  lcd_puts("T. ALTA ");
  lcd_gotoxy(0,2);
  lcd_puts("ESPERE");
  delay_ms(1000);
  lcd_gotoxy(0,0);
  lcd_puts("DESCONEC");
  lcd_gotoxy(0,2);
  lcd_puts("TE EL ");
  lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_puts("EQUIPO");
  delay_ms(2000);
}
else
{
  lcd_gotoxy(0,2);
  lcd_puts(" ");
  PORTC.5=0;
}
}
}
else
if(b==0) // Apagado Sistema *****
{
  lcd_clear();
  PORTC.5=0; //Des-Activación Led Rojo
  PORTC.4=0; //Des-Activación Led Amarillo
  PORTC.3=0; //Des-Activación Led Verde
  PORTC.2=0; //Des-Activación Ventilador
  PORTC.1=0; //Des-Activación Relé
  lcd_gotoxy(0,0);
  lcd_puts("SIST.OFF");
  delay_ms(1000);
}
}
}

```

## ANEXOS 3. Características Principales de Atmega8

### Features

- High-performance, Low-power AVR<sup>®</sup> 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- Nonvolatile Program and Data Memories
  - 8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash  
Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits  
In-System Programming by On-chip Boot Program  
True Read-While-Write Operation
  - 512 Bytes EEPROM  
Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
  - 1K Byte Internal SRAM
  - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Three PWM Channels
  - 8-channel ADC in TQFP and MLF package  
Six Channels 10-bit Accuracy  
Two Channels 8-bit Accuracy
  - 6-channel ADC in PDIP package  
Four Channels 10-bit Accuracy  
Two Channels 8-bit Accuracy
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Programmable Serial USART
    - Master/Slave SPI Serial Interface
    - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
    - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby
- I/O and Packages
  - 23 Programmable I/O Lines
  - 28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad MLF
- Operating Voltages
  - 2.7 - 5.5V (ATmega8L)
  - 4.5 - 5.5V (ATmega8)
- Speed Grades
  - 0 - 8 MHz (ATmega8L)
  - 0 - 16 MHz (ATmega8)
- Power Consumption at 4 Mhz, 3V, 25°C
  - Active: 3.6 mA
  - Idle Mode: 1.0 mA
  - Power-down Mode: 0.5 µA



8-bit AVR<sup>®</sup>  
with 8K Bytes  
In-System  
Programmable  
Flash

ATmega8  
ATmega8L

Summary

## ANEXOS 4. Características Principales de Im 35



LM35

SNIS159G – AUGUST 1999 – REVISED AUGUST 2016

## LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

## 1 Features

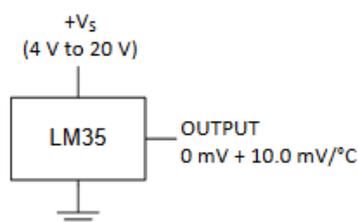
- Calibrated Directly in Celsius (Centigrade)
- Linear + 10-mV/°C Scale Factor
- 0.5°C Ensured Accuracy (at 25°C)
- Rated for Full -55°C to 150°C Range
- Suitable for Remote Applications
- Low-Cost Due to Wafer-Level Trimming
- Operates from 4 V to 30 V
- Less than 60-μA Current Drain
- Low Self-Heating, 0.08°C in Still Air
- Non-Linearity Only ±¼°C Typical
- Low-Impedance Output, 0.1 Ω for 1-mA Load

## 2 Applications

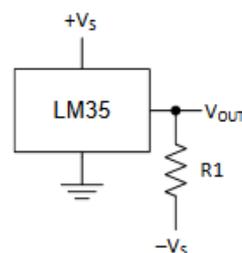
- Power Supplies
- Battery Management
- HVAC
- Appliances

## 3 Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature devices with an output voltage linearly-proportional to the Centigrade temperature. The LM35 device has an advantage over linear temperature sensors calibrated in Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from the output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 device does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of ±¼°C at room temperature and ±¾°C over a full -55°C to 150°C temperature range. Lower cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The low-output impedance, linear output, and precise inherent calibration of the LM35 device makes interfacing to readout or control circuitry especially easy. The device is used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As the LM35 device draws only 60 μA from the supply, it has very low self-heating of less than 0.1°C in still air. The LM35 device is rated to operate over a -55°C to 150°C temperature range, while the LM35C device is rated for a -40°C to 110°C range (-10° with improved accuracy). The LM35-series devices are available packaged in hermetic TO transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D devices are available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D device is available in an 8-lead surface-mount small-outline package and a plastic TO-220 package.

Basic Centigrade Temperature Sensor  
(2°C to 150°C)

## Full-Range Centigrade Temperature Sensor



Choose  $R_1 = -V_S / 50 \mu\text{A}$   
 $V_{OUT} = 1500 \text{ mV at } 150^\circ\text{C}$   
 $V_{OUT} = 250 \text{ mV at } 25^\circ\text{C}$   
 $V_{OUT} = -550 \text{ mV at } -55^\circ\text{C}$

## ANEXOS 5. Características principales de sensor final de carrera MS 2



Velocidad de funcionamiento	0.1mm~1m/s (Related con las formas del actuador)	
Frecuencia de funcionamiento	60 ciclos mecánicos/minuto; 30 ciclos eléctricos/minuto	
Resistencia de aislante	$\geq 100 \text{ M}\Omega$ (500VDC)	
Resistencia de contacto	OF> 0.5N: $\leq 30\text{m}\Omega$ (véase la nota) OF $\leq$ 0.5N: $\text{m}\Omega$ del $\leq 50$ (véase la nota)	
Probar el voltaje	Entre las terminales iguales polarirty	AC1000V, 50/60Hz, 1min
	Entre el metal actual-que lleva Y molió (caso), y en medio Cada terminal y no-llevar piezas de metal	AC1500V, 50/60Hz, 1min
Resistencia de la vibración	10-55Hz, amplitud de 1.5m m Double	
Resistencia de Shork	Destrucción: OF> 0.5N: $\approx 1000\text{m/s}$ (aproximadamente 100G) máximo OF< =0.5N: $\approx 500\text{m/s}$ (aproximadamente 50G) máximo Malfuncionamiento: OF> 0.5N: $\approx 300\text{m/s}$ (aproximadamente 30G) máximo OF< =0.5N: $\approx 200\text{m/s}$ (aproximadamente 20G) máximo	
Esperanza de vida	Ciclos de Mechanical> =1000000 Ciclos de Electrical> =50000	
Grado de protección	IEC IP40	
Grado de protección contra descarga eléctrica	Clase I	
PTI (que sigue resistencia)	175	
Temperatura del aire ambiente	-25~+85Degree60%RH debajo (ninguñ hiel y rocío)	
Humedad del aire ambiente	EI 85% RHbelow (cerca de +5~+35 Degree)	
Peso	Aproximadamente 1.6g (ninguna palanca)	

## ANEXOS 6. Características principales de transistor 2N3904

**2N3904****SMALL SIGNAL NPN TRANSISTOR**

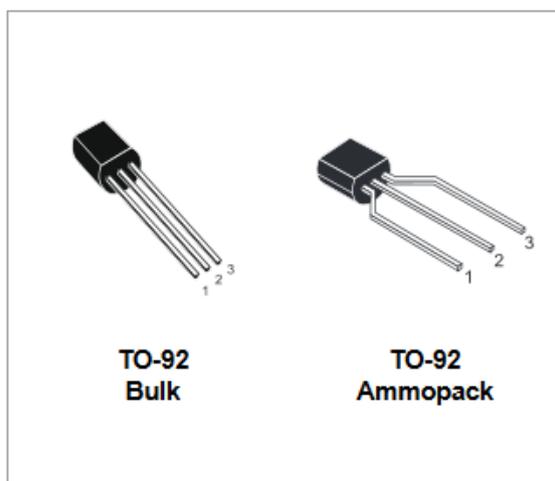
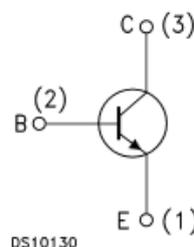
PRELIMINARY DATA

Ordering Code	Marking	Package / Shipment
2N3904	2N3904	TO-92 / Bulk
2N3904-AP	2N3904	TO-92 / Ammopack

- SILICON EPITAXIAL PLANAR NPN TRANSISTOR
- TO-92 PACKAGE SUITABLE FOR THROUGH-HOLE PCB ASSEMBLY
- THE PNP COMPLEMENTARY TYPE IS 2N3906

**APPLICATIONS**

- WELL SUITABLE FOR TV AND HOME APPLIANCE EQUIPMENT
- SMALL LOAD SWITCH TRANSISTOR WITH HIGH GAIN AND LOW SATURATION VOLTAGE

**INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM****ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage ( $I_E = 0$ )	60	V
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage ( $I_B = 0$ )	40	V
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage ( $I_C = 0$ )	6	V
$I_C$	Collector Current	200	mA
$P_{tot}$	Total Dissipation at $T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$	625	mW
$T_{stg}$	Storage Temperature	-65 to 150	$^\circ\text{C}$
$T_j$	Max. Operating Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$

$R_{thj-amb}$	Thermal Resistance Junction-Ambient	Max	200	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-Case	Max	83.3	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_{case} = 25^{\circ}\text{C}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$I_{CEX}$	Collector Cut-off Current ( $V_{BE} = -3\text{ V}$ )	$V_{CE} = 30\text{ V}$			50	nA
$I_{BEX}$	Base Cut-off Current ( $V_{BE} = -3\text{ V}$ )	$V_{CE} = 30\text{ V}$			50	nA
$V_{(BR)CEO}^*$	Collector-Emitter Breakdown Voltage ( $I_B = 0$ )	$I_C = 1\text{ mA}$	40			V
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage ( $I_E = 0$ )	$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}$	60			V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage ( $I_C = 0$ )	$I_E = 10\text{ }\mu\text{A}$	6			V
$V_{CE(sat)}^*$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}$ $I_B = 1\text{ mA}$ $I_C = 50\text{ mA}$ $I_B = 5\text{ mA}$			0.2 0.2	V V
$V_{BE(sat)}^*$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}$ $I_B = 1\text{ mA}$ $I_C = 50\text{ mA}$ $I_B = 5\text{ mA}$	0.65		0.85 0.95	V V
$h_{FE}^*$	DC Current Gain	$I_C = 0.1\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 1\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 10\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 50\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 100\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$	60 80 100 60 30		300	
$f_T$	Transition Frequency	$I_C = 10\text{ mA}$ $V_{CE} = 20\text{ V}$ $f = 100\text{ MHz}$	250	270		MHz
$C_{CBO}$	Collector-Base Capacitance	$I_E = 0$ $V_{CB} = 10\text{ V}$ $f = 1\text{ MHz}$		4		pF
$C_{EBO}$	Emitter-Base Capacitance	$I_C = 0$ $V_{EB} = 0.5\text{ V}$ $f = 1\text{ MHz}$		18		pF
NF	Noise Figure	$V_{CE} = 5\text{ V}$ $I_C = 0.1\text{ mA}$ $f = 10\text{ Hz}$ to 15.7 KHz $R_G = 1\text{ K}\Omega$		5		dB
$t_d$	Delay Time	$I_C = 10\text{ mA}$ $I_B = 1\text{ mA}$			35	ns
$t_r$	Rise Time	$V_{CC} = 30\text{ V}$			35	ns
$t_s$	Storage Time	$I_C = 10\text{ mA}$ $I_{B1} = -I_{B2} = 1\text{ mA}$			200	ns
$t_f$	Fall Time	$V_{CC} = 30\text{ V}$			50	ns

**ANEXOS 7. Medidas de Corriente con Transformador de 50 W**

## ANEXOS 8. MANUAL DE USUARIO



### Del encendido:

El incinerador de agujas hipodérmicas está diseñado para ser utilizado por cualquier usuario ya que no se necesita una capacitación especializada para su uso, para su utilización seguir las siguientes instrucciones:



1. Antes del encendido Asegúrese de que el interruptor está en la posición de Off.
2. Verifique que el fusible sea acorde al de la etiqueta.

3. Verificar que la caja de desechos se encuentra en su posición correcta.
4. Conecte a la red de 120V/60 Hz.
5. Cambie de posición el interruptor de Off a On para alimentar a los circuitos.
6. Pulse el botón de encendido para poder utilizarlo.



Encendido/Apagado

### De la destrucción:

1. Una vez que el sistema se encuentre en línea introducir la aguja hipodérmica en el orificio en donde se muestra la etiqueta



Introduzca la aguja hasta que exista el contacto con los electrodos, proceder a realizar movimientos semicirculares en ambos sentidos para que la aguja sea destruida.

2. Una vez terminada la incineración deslizar la cánula a través del canal en el sentido que muestra la etiqueta para poder desprenderla.
3. Una vez desenroscada la cánula de la jeringa proceder a retirar.
4. Repetir el proceso para las demás agujas.

### **De las seguridades**

Antes de realizar el proceso de incineración asegurarse que se cumplan todas las seguridades.

1. El fusible sea el correcto y esté funcionando.
2. La caja de desechos este en la posición correcta, de no estarlo el sistema no encenderá y la alarma no se apagará.
3. Verificar los mensajes de la LCD, si el mensaje es “T. seguro” el trabajo se puede realizar sin ningún problema, si el mensaje es “precaución” tener en cuenta que el equipo está por sobre pasar los rangos de temperatura segura de trabajo, si el mensaje es “Temperatura Alta desconecte el equipo” la temperatura ha sobrepasado la temperatura de trabajo, para protección del equipo apague todo el equipo y dejarlo reposar hasta que regrese a los rangos de temperatura de T. Seguro que se es de  $<80^{\circ}\text{C}$  .

### **Del Apagado**

Una vez terminado con el proceso de incineración de las agujas seguir los siguientes pasos para asegurar la protección del dispositivo.

1. Pulsar el botón de Apagado.
2. Cambiar de posición el interruptor de on a off.
3. De ser necesario desconectar de la red de 120V/60Hz.

Nota: No encender y apagar el dispositivo repetidamente, reduciría el tiempo de vida del dispositivo. Mantenerlo encendido el tiempo que se lo vaya a utilizar.

## Del Mantenimiento

Para asegurar un correcto funcionamiento del dispositivo seguir con el siguiente plan de mantenimiento:

Acción	Código	Duración
Inspeccion	Insp	2 min
Limpieza	Limp	10 min
Esterilización	Est	3 (días)
Cambio	Camb	60 min

Tabla de mantenimiento del incinerado eléctrico de agujas hipodérmicas.

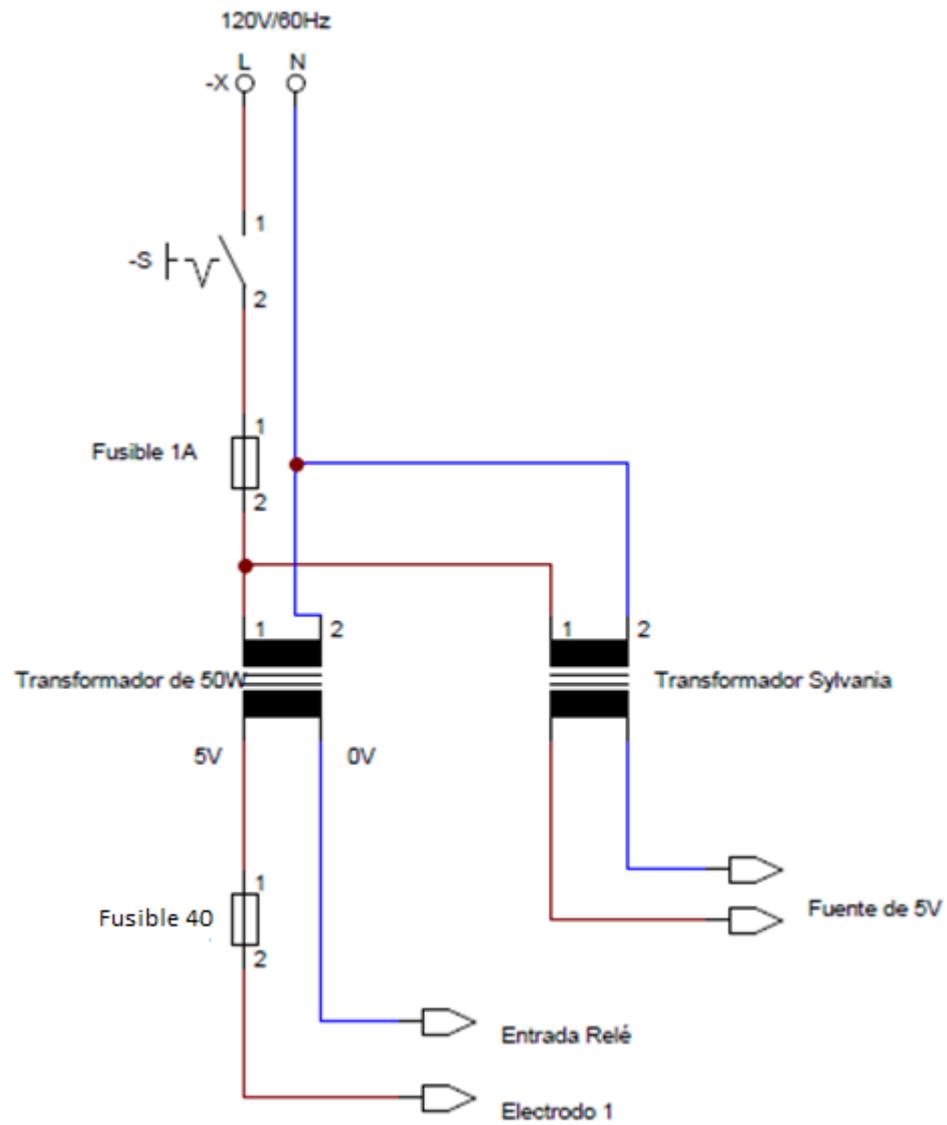
Componente	Cantidad	Año			
		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Electrodos	2	Limp	Cambio	Limp	Cambio
Ledes	4		Insp		Insp
Lcd	1	Limp	Limp	Limp	Limp
Fusibles	2	Insp	Insp	Insp	Insp
Ventilador	1	Limp	Limp	Limp	Limp
Relé	1	En caso de daño cambiarlo			
Microcontrolador	1	En caso de daño cambiarlo			
Sensor Lm 35	1	En caso de daño cambiarlo			
Transistores 2n3904	2	En caso de daño cambiarlo			
Equipo completo	1	Esterilizarlo cada mes			
Final de carrera	2	En caso de daño cambiarlo			

Para realizar el proceso de mantenimiento es necesario que el dispositivo este desconectado de la red eléctrica.

Para acceder a los elementos internos se debe retirar la tapa superior la cual es móvil, realizar este proceso de remoción entre dos personas.

Para la esterilización realizarla con formalina ya que este químico no dañara los componentes eléctricos ni electrónicos.

## ANEXOS 9. Diagrama Eléctrico





**ANEXOS 11. Planos de Carcasa**

# Planos