

# INCINERADOR ELÉCTRICO PORTÁTIL DE AGUJAS HIPODÉRMICAS PARA CASAS DE SALUD

Joseph Morán, Gustavo Mosquera

*Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería en Mecatrónica  
Av 17 de Julio 5-21, Ibarra, Ecuador*

[jhmorana@utn.edu.ec](mailto:jhmorana@utn.edu.ec)

[wgmosquera@utn.edu.ec](mailto:wgmosquera@utn.edu.ec)

## 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.

### **Introducción**

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.

La construcción del prototipo incinerador eléctrico de agujas se realizó en base a los principios de inducción magnética directa que usa un transformador, para esto se realizaron los cálculos pertinentes y se procedió a la construcción del mismo con esta información.

### **Material y Método**

A continuación, 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.

#### Requerimiento de los usuarios

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

#### Requerimientos de ingeniería

- Bajo consumo de potencia/ Eficiencia energética
- Protecciones de circuitos eléctricos y electrónicos

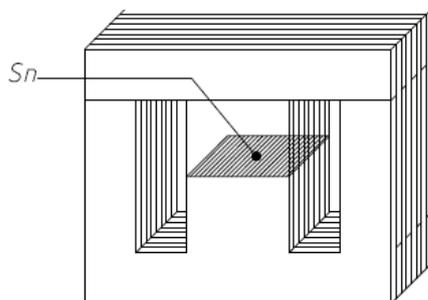
#### Diseño del Transformador

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

#### Coefficientes K dependiendo de la Potencia

| Valores del coeficiente del hierro (k) para chapa magnética de buena calidad (chapa de grano orientado) |                  |
|---|------------------|
| Potencia Del Transformador  | Coefficiente (k) |
| 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)



Sección por donde circula el flujo magnético

S<sub>n</sub>= 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:

$$N_1 = \frac{V_1}{f * S_n * B * 4.4 * 10^{-8}}$$

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)

$$N_1 = \frac{120}{60 * 6 * 14000 * 4.4 * 10^{-8}}$$

$$N_1 = 541.12 \text{ vueltas}$$

$$N_2 = \frac{5}{60 * 6 * 14000 * 4.4 * 10^{-8}}$$

$$N_2 = 22.54 \text{ vueltas}$$

Determinación de la sección transversal del cable

*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)

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

$$S1 = 0.13mm^2 \quad S2 = 3.33mm^2$$

*Tamaño de alambre normalizado comercial*

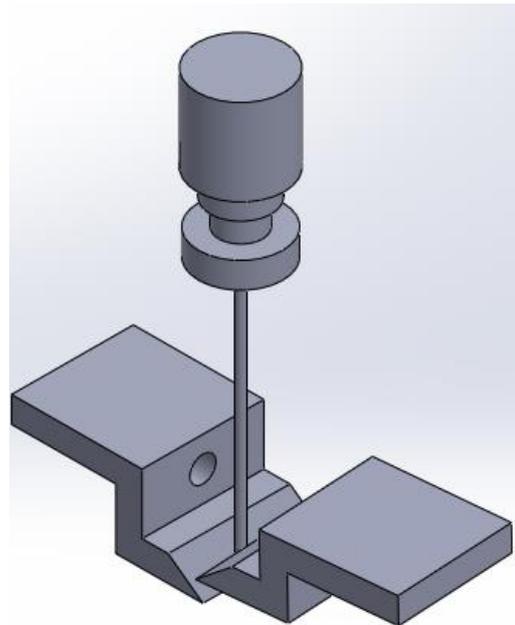
|                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| $S1 = 0.13mm^2$          | $S2 = 3.3mm^2$  |
| AWG= cable de cobre # 26 | AWG= cable # 12 |
| D1= 0.40 mm              | D2= 2.053 mm    |

**Fuente:** (Rivas, 2005)

En base a los datos calculados se realizó la construcción del transformador.

**Diseño de Electrodo**

La figura 2 muestra el tipo de contacto que existe entre la aguja hipodérmica y los electrodos, este tipo de contacto se lo diseñó con una parte inclinada en la punta de los electrodos para que el material que se incinera caiga a la bandeja de residuos.



*Diseño de contacto entre los electrodos y aguja hipodérmica*

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

**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

*Comparación de materiales para construcción de carcasa*

| Material                    | Acrílico | Vidrio | ABS  | Madera |
|-----------------------------|----------|--------|------|--------|
| Resistente al Impacto       | Si       | No     | Si   | Si     |
| Peso                        | Bajo     | Alto   | Bajo | Medio  |
| Resistencia a la intemperie | Si       | Si     | Si   | No     |

|                         |      |      |       |       |
|-------------------------|------|------|-------|-------|
| Conductividad Eléctrica | No   | No   | No    | No    |
| Costo                   | Bajo | Alto | Medio | Medio |
| Maquinable              | Si   | No   | Si    | Si    |

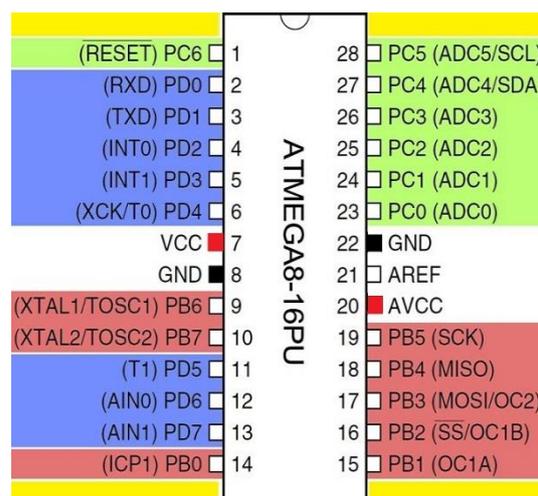
Al comparar las diferentes características de los materiales se optó por elegir el acrílico, ya que se ajusta más a las necesidades de construcción de la carcasa del dispositivo.

### 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

Tras comparar las diferentes características de los microcontroladores y tarjeta electrónica que se encuentran en el medio 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.



Pines de conexión de Atmega8

Fuente: (Electro Schematics, 2017)

### IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

se muestran los resultados que se obtuvieron en el proceso de incineración de la aguja hipodérmica y una temperatura aproximada a la cual se produce la destrucción.

| Voltaje (V) | Corriente (A) | Destrucción (s) | Temperatura (°C) |
|-------------|---------------|-----------------|------------------|
| 3           | 23.2          | 10              | 2477             |
| 5           | 31.8          | 5               | 2477             |
| 7           | 33.1          | 3               | 2477             |

| Pruebas En Vacío |             |            | Pruebas En Carga |             |                |
|------------------|-------------|------------|------------------|-------------|----------------|
| Voltaje VA C     | Corriente A | Potencia W | Voltaje VA C     | Corriente A | Potencia (P) W |
| 5                | 0.61        | 3.05       | 5                | 31.8        | 159            |

### 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.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Butler, W. F. (1992). Estados Unidos Patente nº 5091621.
- Cesar, V.-B. G. (1993). España Patente nº U 9300632.
- Ch'ing-Lung, H. (1986). Estados Unidos Patente nº 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 nº 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 nº U 8702222.
- Haines, R. (1996). Estados Unidos Patente nº 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.btcctb.org: http://www.btcctb.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/productos/producto/catalogo/registros-oficiales/2015/enero/code/RegistroOficialNo422-Jueves22Enero2015Suplemento/registro-oficial-no-422---jueves-22-de-enero-de-2015-suplemento#CALVAS>
- Moran C. 2013. Descripción, Selección y Aplicación de los Transformadores Eléctricos.

Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlan Izcalli.

19. Organización Mundial de la Salud. (2006). Eliminación de los residuos generados por la aplicación de inyecciones en los distritos sanitarios. Ginebra, Suiza: WHO Press.
20. Organización Mundial de la Salud. (Noviembre de 2015). who.int. Obtenido de who.int: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs253/es/>
21. 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>
22. Salud Sin Daño. (2006). Residuos Hospitalarios-Guía Para Reducir Su Impacto Sobre La Salud Y El Ambiente. Buenos Aires.
23. 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: http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf)
24. Universidad Politécnica de Madrid. (2010). Inducción Electromagnética. En D. Á. González, Apoyo para la preparación de los estudios de ingeniería y arquitectura. Madrid.
25. Varela, A. (27 de diciembre de 2012). Reciclan 8,000 millones de jeringas en EEUU.