

Calentador electromagnético para el herrado de ganado

Jarillo Carranza Jesús Eduardo, tercer semestre de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica¹; Sánchez Corrales Luis Miguel, tercer semestre de la licenciatura en Ingeniería Industrial²; Cervantes Nava Ximena, segundo semestre de la licenciatura en Ingeniería en Logística³; María Paula Durán Pérez, quinto semestre de la licenciatura en Ingeniería de Negocios⁴

Formulación de Proyectos, Mtra. Nora Morúa, nora.morua@iberopuebla.mx

¹Universidad Iberoamericana Puebla, México, jarilloj22@hotmail.com; ²Universidad Iberoamericana Puebla, México, Mike_luis.22@hotmail.com; ³Universidad Iberoamericana Puebla, México, xime_10_02@hotmail.com; ⁴Universidad Iberoamericana Puebla, México, pauduran_0605@hotmail.com

Abstract

El marcado de bovinos es una actividad indispensable en la ganadería pues nos permite identificar la propiedad de las reses. Uno de los inconvenientes de esta actividad es el tiempo que tardan en calentarse los fierros expuestos a una fogata o quemador a gas, que fluctúa entre 10 y 15 minutos por cada animal. El objetivo de este proyecto fue diseñar un calentador electromagnético para el herrado de ganado. Se determinaron las características de un calentador por inducción magnética que fuera seguro para el operario y alcanzara la temperatura óptima de marcado en menos tiempo que el método tradicional. El calentador se compone de una bobina de cobre con un diámetro de 10 cm que crea un voltaje inducido el cual, gracias a las propiedades del hierro provoca el cambio de la temperatura. mediante un modelo matemático se calculó el número de espirales en la bobina para obtener el voltaje inducido y así obtener una temperatura en determinado lapso. La bobina resultó en 20 espirales para incrementar 2.77° C por segundo, el hierro de marcado tardó 4.9 min en alcanzar la temperatura ideal de marcado que es 800 °C. De esta forma se reduce el tiempo de calentado respecto a los métodos tradicionales en 60%.

Palabras clave: Inducción magnética, herrado de bovinos, ganadería, calentador.

Introducción

El marcado de bovinos es una actividad sumamente importante para la ganadería, pues es la principal herramienta para identificar a los animales y así evitar el robo de estos asimismo es la forma más fácil de lograr la rastreabilidad de las cabezas durante toda su vida, da bases sólidas para la administración del ganado; por ello es un tema de gran relevancia tomando en cuenta todos los elementos para enfocarnos en mejorar las herramientas incluidas en ese proceso es una iniciativa que puede ayudar en gran medida a esta rama de la economía (la ganadería). Este proceso tiene muchas variantes en cuanto a la forma de llevarlo a cabo, por ejemplo, existen marcas de propiedad las cuales son de por vida, como lo son las marcas a fuego o las marcas en frío y marcas de trazabilidad las cuales son aretes o bolos subcutáneos. En este trabajo nos enfocaremos específicamente en las herramientas utilizadas para realizar las marcas a fuego, en este proceso se utiliza un calentador ya sea por leña o gas y un hierro que contiene en su punta una marca (signo o número); para que este

proceso se lleve a cabo es necesario calentar la punta del hierro que contiene la marca hasta alcanzar los 800°C, para ello se utiliza el calentador. Para mejorar dicho proceso de calentado se propone un calentador por inducción magnética; este proceso consiste en una bobina que al administrarle corriente alterna crea un campo magnético en su interior y con ello al introducir el hierro de marcado en la bobina en este se crean corrientes eléctricas y gracias a efecto Joule estas corrientes crean calor al hacer que lo electrones choquen entre sí.

Objetivo general

Diseñar un calentador electromagnético para herrado de ganado que reduzca el tiempo empleado en calentar los hierros en este proceso.

Objetivos específicos

- Caracterizar los requerimientos de un calentador electromagnético creando las bases del diseño.
- Establecer una descripción de los componentes a utilizar eligiendo los que mejor se adapten.
- Proponer un diseño de calentador electromagnético.

Justificación

Se sabe que el tiempo estimado para calentar el hierro de temperatura ambiente hasta alcanzar los 800°C es de 10 a 15 minutos y el tiempo de recalentado consta de 1 a 2 minutos, este proyecto está calculado para que el proceso de calentado del hierro sea en un máximo de 5 min reduciendo así un 50% el tiempo de calentado; al no tener la necesidad de buscar combustible, madera o gas o iniciar la fuente de calor, prender una fogata o una hornilla de gas, para el calentado se reduce la mano de obra necesaria para el proceso, con ello el costo también se reduce; al no necesitar una fuente de calor como una fogata o una hornilla el riesgo por quemadura disminuye considerablemente, sin considerar que este proceso es libre de generar emisiones.

Alcances

Conociendo las características a cubrir para un calentador por inducción magnética para hierros de marcado de bovinos, se diseñará

buscando el cumplimiento de sus características; logrando así que el tiempo utilizado para esta actividad disminuya.

Limitaciones

La obtención del modelo matemático para calcular las espirales se obtuvo gracias a la ayuda de profesores externos, pues se necesitaban conocimientos superiores a los poseídos por el equipo.

Marco teórico

En la actualidad el marcado de bovinos es una actividad sumamente importante para la ganadería, pues es la principal herramienta para la identificación de los animales asimismo ayudando la rastreabilidad de las cabezas durante toda su vida y da bases sólidas para la administración del ganado.

Este proceso tiene muchas variantes en cuanto a la forma de llevarlo a cabo por ejemplo existen marcas de propiedades, las cuales son de por vida (marcas a fuego o las marcas a frío), por eso en este proyecto nos enfocaremos específicamente en las herramientas utilizadas para la realización de las marcas de fuego en la cual se utiliza un calentador ya sea por leña o gas y un hierro de marcaje que contiene en su punta una marca (signo o número) ; para que este proceso se lleve a cabo dicho hierro necesita alcanzar el rojo cereza, esta práctica tiene como bases conocimientos empíricos ya que demasiado caliente (rojo anaranjado) provoca una quemadura en el animal por lo que tenemos que buscar la temperatura ideal que oscila entre los 750°C y 850°C [1].

Según un estudio de López & Guillaument [2] se concluyó que los métodos más comunes donde existen tiempo de calentado son: El herrado a fuego en donde el periodo de aplicación del hierro caliente hacia el animal debe de ser por un tiempo breve, entre 5 y 7 segundos ya que, si sobre pasa este tiempo, el tejido de la piel del bovino se dañará. El herrado en frío es otro de los métodos más comunes en el cual es necesario el nitrógeno líquido o dióxido de carbono en alcohol. El tiempo estimado va a depender según la edad del bovino pues entre menor sea el bovino tardará entre 40 segundos con el alcohol con hielo seco mientras que en los adultos tardará 60 segundos y en el caso del nitrógeno líquido en animales jóvenes tarda de 10 a 15 segundos y en animales adultos tarda de 20 a 30 segundos.

Metodología

Para empezar con esta investigación como primer paso tuvimos que caracterizar los requerimientos de un marcador electromagnético, de igual manera identificar que es un calentador por inducción magnética y su funcionamiento, de este modo la investigación se obtuvo en diferentes fuentes como libros, internet y expertos en el tema sobre los requerimientos para dicho calentador los cuales nos explicaron sus características y si es útil para el calentamiento de herrado.

Posteriormente propusimos dos modelos matemáticos, el primero que calculara el voltaje inducido respecto a las espirales en la bobina y el segundo el cambio de la temperatura con respecto al tiempo gracias al voltaje inducido para así poder demostrar que el calentamiento por medio de inducción magnética reduce hasta en un 60% el tiempo de espera del calentado del hierro con el que se marca al bovino.

Después de hacer esto establecimos una descripción de los componentes que teníamos que utilizar para poder ejecutar nuestro proyecto y posteriormente tener una idea del diseño y hacerlo.

Finalmente propusimos un diseño de calentador electromagnético para el marcado de ganado de manera que sea más eficiente, reduciendo el tiempo de calentado y facilitando su uso, basándonos en los estudios de investigaciones previamente realizados y así poder diseñar el prototipo que nos ayudará con el problema del calentamiento de herrado tradicional, pues es momento de cambiar y abrirle el paso a nuevas tecnologías y técnicas para este proceso que puede ser de poco interés para muchos pero es demasiado útil y es más común de lo que nos imaginamos.

Resultados y discusión

Para la obtención de las espirales de la bobina se utilizó este modelo matemático, el cual expresa que el voltaje inducido es directamente proporcional al cuadrado del número de espirales en la bobina e inverso a la longitud que presenta esta.

$$\delta = \frac{\mu_0 * N^2}{L}$$

δ = voltaje inducido

N = vueltas en la bobina (20)

L = largo de la bobina (30 cm)

$\mu_0 = 4 \times 10^{-4}$

Este segundo modelo matemático nos permitió conocer la diferencia de temperatura con respecto al tiempo, enlazando dos variables sumamente importantes, el voltaje inducido y las propiedades del hierro como lo son la resistencia, la masa y su calor específico.

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\delta^2}{R_{Fe} * M_{Fe} * C_{eFe}}$$

$\frac{dT}{dt}$ = diferencia temperatura respecto a tiempo

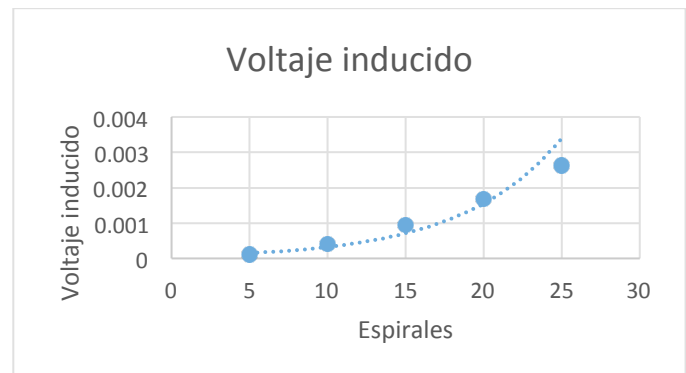
δ = voltaje inducido

R_{Fe} = Resistencia del hierro

M_{Fe} = Masa del hierro

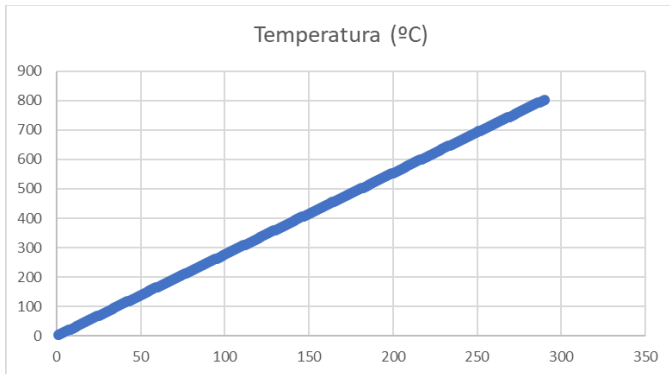
C_{eFe} = Calor específico del hierro

Para la obtención de la siguiente tabla es importante entender que entre más espirales mayor el voltaje inducido y entre mayor voltaje inducido el tiempo necesario para llegar a la temperatura óptima es menor.



Gráfica 1. Gráfica de espirales vs voltaje inducido (Elaboración propia)

A continuación, se presenta una gráfica en la cual se puede apreciar que el tiempo de calentado que deseamos alcanzar con el calentador de fierros por inducción magnética es de 289 segundos que equivaldría a un tiempo de 4.49 minutos



Gráfica 2. Obtención de tiempo para el calentado del fierro. (Elaboración propia)

El diseño propuesto es el que se presenta en la siguiente figura; para llegar a él se contempló cubrir los requerimientos de los ganaderos, en especial la seguridad de los operarios, es por ello que la carcasa es el elemento que sobresalta.

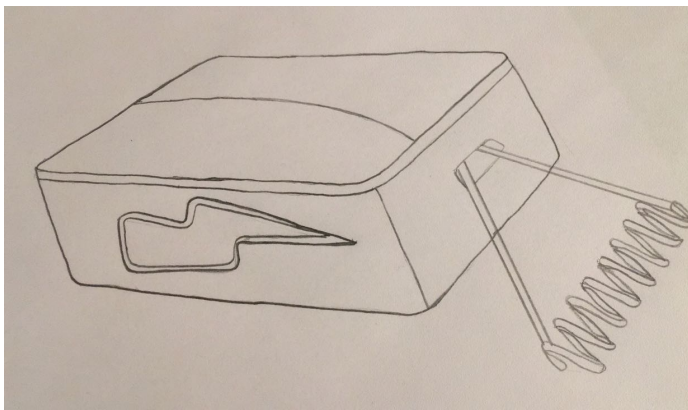


Figura 1. (Elaboración propia)

A continuación, se presenta una tabla en la que se muestran los materiales que se requerirán para la elaboración del calentador de fierros por inducción magnética

Materiales	descripción
Resistencia de 470	Limita la corriente inicial
Resistencias de 10K	Protege de cualquier voltaje para no dañar el equipo.
Diodos	Protege de cualquier voltaje para no dañar el equipo.
2 Mosfet (transistor)	Produce la carga y descarga de

	los capacitores.
Capacitor	Da la energía para la bobina y genera la frecuencia de las oscilaciones.
Bobina (alambre de cobre)	Genera el campo magnético

Tabla 1. Materiales para la realización de un calentador magnético por inducción magnética. (Elaboración propia)

En la segunda tabla podemos observar las comparaciones de materiales para la elaboración de una carcasa para el circuito.

Material	Aislante de agua	Peso	Dureza	Costo
Plástico	Alta	Bajo	Media	\$300
Madera	Baja	Bajo	Baja	\$100
Metal	Alta	Medio	Alta	\$1000

Tabla 2. Comparación de materiales para la realización de carcasa. (Elaboración propia)

Como se observa en la tabla anterior el material que presenta más ventajas es el plástico.

Para el diseño del calentador primero se realizó la base fundamental para que este funcione, un circuito que se usará en el ensamblado tal y como se muestra en la imagen.

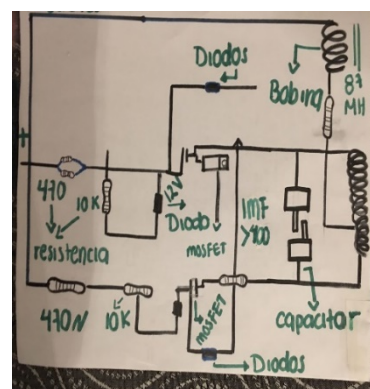


Figura 2. Materiales a utilizar en el circuito. (Elaboración propia).

Conclusiones

El marcado de ganado es una actividad importante como lo pudimos observar, por eso para nosotros era importante buscar nuevas técnicas para el calentamiento del herrado, y la técnica de un calentador electromagnético fue la mejor opción, pues es más eficiente que las técnicas convencionales.

Por consiguiente nos dimos a la tarea de diseñar un prototipo para el calentamiento del fierro que fuera a través de inducción magnética e hiciera más fácil esta actividad ganadera.

Por lo que diseñamos un prototipo para el calentado, que fuera más funcional para el ganadero y el tiempo de calentado del fierro disminuyera hasta un 60% con respecto a los sistemas tradicionales de calentado.

Recomendaciones

- Incrementar el número de espirales para reducir el tiempo de calentado.
- Realizar experimento para probar el tiempo.

Referencias

1. Araneo, R., Dughiero, F., Fabbri, M., Forzan, M., Geri, A., Morandi, A., ... & Veca, G. (2008). Electromagnetic and thermal analysis of the induction heating of aluminum billets rotating in DC magnetic field. *COMPEL-The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering*, 27(2), 467-479.
2. Castillo, M. E. (2009). Calentamiento por Inducción.
3. CONtexto Ganadero. (2015). 3 pasos que usted debe seguir para registrar hierros. 01/04/2018, de FEDEGAN Sitio web: <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/3-pasos-que-usted-debe-seguir-para-registrar-hierros>
4. Cuenca, M. Preestudio para el desarrollo de un equipo de calentamiento por inducción. Universidad autónoma de Madrid, http://www.uam.es/personal_pas/mcuenca/mifiles/Desarrollodeunequipodecalentamientooporinduccion.pdf.
5. Dimas L. A., Barroso B.B. (2015). Implementación de un sistema de identificación ganadero de bajo costo para el control de eventos productivos en el sector pecuario, Mediante dispositivos móviles. Lórica, Córdoba: Universidad de Córdoba Facultad de Ingenierías programa ingeniería de sistemas.
6. HERRAJES, E. (2008). Forja: Color y temperaturas. 01/04/2018, de EKI HERRAJES Sitio web: <http://www.eki.es/blog/forja-58-color-y-temperaturas/>
7. Elmer, R., Chávez, R., Catrileo, A., & Rojas, C. (2006). Tecnologías actuales y emergentes para la identificación animal y su aplicación en la trazabilidad. *Archivos de medicina veterinaria*, 38(3), 197-206.
8. Estupiñan, J. (2011). LEY DE JOULE. 11/04/2018, de Fantástico, S.A. Sitio web: <http://mantenimientoelectricojep.blogspot.mx/2011/11/ley-de-joule.html>

- 9.
10. FAO/WHO. (2004). Draft code of hygienic practice for meat. In Report of the 10th Session of the Codex Committee on Meat Hygiene. Alinorm 20/04/18. Rome (available at ftp://ftp.fao.org/codex/Alinorm04/AL04_16e.pdf).
11. Felmer, R., Chávez, R., Catrileo, A., & Rojas, C. (2006). Tecnologías actuales y emergentes para la identificación animal y su aplicación en la trazabilidad animal. *Archivos de medicina veterinaria*, 38(3), 197-206.
12. Garavito, E. (2014). Marcado de bovinos.
13. GHElectrotermia. (2011). Calentamiento por inducción. 11/04/2018, de GHE Sitio web: <http://www.ghinduction.com/sobre-calentamiento-por-induccion/?lang=es>.
14. Hincapié, J. N., Trejos, A., Moncada, M. E., & Escobar, A. (2013). Electrónica de potencia para el calentamiento por inducción doméstico: revisión del estado del arte. *Ingeniería y ciencia*, 9(18).
15. López, G. C., & Guillaumet, J. (2001). La raza ovina Ripollés: Características productivas y organización de la mejora de la raza. *Ganadería*, (7), 47-54.
16. Martínez Golletti, L. E. (2005). Marcas y señales, propiedad del ganado y la Constitución Nacional. *Academia Nacional de Derecho y Ciencias Sociales de Córdoba, Doctrina T. XLIV* (<http://www.acaderc.org.ar/doctrina/articulos/artpropiedaddelganado>).
17. Picon, A. A., Pérez, J. B., & Figueredo, J. A. G. (2007). Calentamiento por inducción electromagnética: diseño y construcción de un prototipo. *Revista UIS Ingenierías*, 6(1), 69-76.v
18. Sánchez Álvarez, M. S. (2009). Modelación y control de un sistema piloto de calentamiento de fluidos por inducción magnética.
19. Williams, M.(2011). *Identificación del ganado bovino*. 18 de Febrero de 2018 de