

PROTOTIPO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE
MARCADO DE GANADO VACUNO

KELLY MARCELA GUARNIZO SERRANO
VÍCTOR JOSÉ PERTUZ GUTIÉRREZ

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA
GIRARDOT
2009

PROTOTIPO DE SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE
MARCADO DE GANADO VACUNO

KELLY MARCELA GUARNIZO SERRANO
VICTOR JOSE PERTUZ GUTIERREZ

Propuesta de grado para optar al título de:
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA

Presentado a:
Ing. Armando Darío Tovar D.

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA
GIRARDOT
2009

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Jurado

Girardot, 20 de marzo de 2009

A Dios, por darme la vida y ser mi guía espiritual permanente en este proceso de realización personal y profesional; A mi Mamá, Soledad, ese ser único e inigualable a quien debo todo lo que soy, Mamita, para ti con todo mi cariño; a Mi Hermana, Viviana, por su apoyo incondicional y brindarme aliento para vencer todos los obstáculos. A todos ellos, con todo mi amor y cariño.

Kelly Marcela.

A Dios, ser supremo y espiritual, quien fue mi soporte en este arduo camino y trasegar; a mis padres, quienes me brindaron respaldo y confianza total convirtiéndose en mi fortaleza para alcanzar la meta; a mi hermano, por ser mi apoyo constante y motivarme en el logro de esta meta; a todos ellos gracias.

Víctor José.

AGRADECIMIENTOS

Los autores, de manera muy especial, expresa sus más sinceros agradecimientos a todas y cada una de las personas y entidades que contribuyeron en el desarrollo del presente trabajo de grado, en especial a:

- Al Ing. Oscar Díaz, director del proyecto, por sus valiosos aportes y direccionamiento para el desarrollo del prototipo.
- Al Ing. Armando Darío Tovar, coordinador de Tecnología en Electrónica, por su colaboración y asistencia en el desarrollo del proyecto.
- Al señor Álvaro Izquierdo Vargas, propietario de la Hacienda Chucunda Izquierdo, por contribuir en la consecución de los hallazgos en materia del marcaje del ganado.
- Al señor Álvaro Nemecio Izquierdo Cardozo, por su decidida participación en el proceso de recopilación de evidencias visuales para soporte del proyecto.
- A todas y cada uno de los docentes del programa quienes con su conocimiento y experiencia brindaron un aporte en la consecución del proyecto.
- A todas y cada una de las personas que de una u otra forma participaron en el desarrollo del proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	11
INTRODUCCIÓN	14
1 TÍTULO.....	15
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	16
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
3 OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4 JUSTIFICACIÓN	19
5 MARCO DE REFERENCIA	20
5.1 MARCO TEÓRICO.....	20
6 DESARROLLO METODOLÓGICO.....	36
6.1 FASES.....	36
7 ANÁLISIS DEL SISTEMA MANUAL DE MARCACIÓN	37
7.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	37
8 PROTOTIPO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE MARCADO DE GANADO VACUNO.....	42
8.1 BASE TÉCNICA PARA EL DESARROLLO DEL PROTOTIPO.....	42
8.2 ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO	43
8.3 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROTOTIPO.....	49
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXOS.....	53

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Visita Hacienda Chucunda Izquierdo	54
Anexo B. Funcionamiento del Prototipo	56
Anexo C. Data Sheet L293B	57
Anexo D. Data Sheet 2N2222	58
Anexo E. Video	59

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de bloques marcado de ganado manual	26
Figura 2. Cilindro de doble vástago	33
Figura 3. Compresor de pistón o émbolo	33
Figura 4. Circuito del motor con el driver L293B	34
Figura 5. Sistema PWM y Driver L293B	44
Figura 6. Representación gráfica de la activación del sistema de electroválvulas	46

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Funcionamiento del driver	35
Tabla 2. Operación de las electroválvulas	46

LISTA DE FOTOS

	Pág.
Foto 1. Enlazado y sometimiento del animal	37
Foto 2. Preparación del animal	38
Foto 3. Preparación de los hierros	39
Foto 4. Marcación del ganado	40
Foto 5. Sistema automatizado para la marcación del ganado	48

GLOSARIO

- **Componente:** elemento que compone o integra un sistema o subsistema. Cada componente cumple una función específica dentro de un sistema. Si falla, se tiene que sustituir o arreglar para que el sistema continúe funcionando.
- **Compresor:** Aparato que sirve para comprimir un fluido, generalmente aire, a una presión dada. Existen dos categorías, las máquinas volumétricas (aumento de presión por reducción de volumen), y los turbocompresores (el aire arrastrado por una rueda móvil adquiere cierta velocidad, que se traduce en un aumento de presión en la rueda y en el difusor de salida).
- **Conversor análogo/digital:** es un dispositivo que convierte una señal analógica en una señal digital (1 y 0).
- **Conversor digital/análogo:** es un dispositivo que convierte una señal digital en una señal analógica (corriente o voltaje).
- **Chopper:** son circuitos electrónicos usados para convertir la corriente continua a corriente alterna; esencialmente, es un interruptor electrónico que se usa para interrumpir una señal bajo el control de otra. La mayoría de los usos modernos también usa nomenclatura alternativa que ayuda clarificar qué tipo particular de circuito está discutiéndose
- **Error:** es la diferencia entre la señal de referencia y la señal de salida real.
- **Microcontrolador:** es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: CPU, Memoria y Unidades de E/S, es decir, se trata de un computador completo en un solo circuito integrado.
- **Microprocesador:** es un circuito integrado que contiene todos los elementos necesarios para conformar una "unidad central de procesamiento" UCP, también es conocido como CPU (por sus siglas en inglés: Central Process Unit). En la actualidad este componente electrónico está compuesto por millones de transistores, integrados en una misma placa de silicio.

- **Mosfet:** son las siglas de **Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor**. Consiste en un transistor de efecto de campo basado en la estructura MOS.
- **Planta:** es el elemento físico que se desea controlar. Planta puede ser: un motor, un horno, un sistema de disparo, un sistema de navegación, un tanque de combustible, etc.
- **Proceso:** operación que conduce a un resultado determinado.
- **Prototipo:** es una representación limitada del diseño de un producto que permite a las partes responsables de su creación experimentar, probarlo en situaciones reales y explorar su uso.
- **Señal análoga:** es una señal continua en el tiempo.
- **Sensor:** es un dispositivo que convierte el valor de una magnitud física (presión, flujo, temperatura, etc.) en una señal eléctrica codificada ya sea en forma analógica o digital. También es llamado **transductor**. Los sensores, o transductores, analógicos envían, por lo regular, señales normalizadas de 0 a 5 voltios, 0 a 10 voltios o 4 a 20 mA.
- **Señal de control:** es la señal que produce el controlador para modificar la variable controlada de tal forma que se disminuya, o elimine, el error.
- **Señal digital:** es una señal que solo toma valores de 1 y 0. El PC solo envía y/o recibe señales digitales.
- **Señal de referencia:** es el valor que se desea que alcance la señal de salida.
- **Señal de salida:** es la variable que se desea controlar (posición, velocidad, presión, temperatura, etc.). También se denomina **variable controlada**.

- **Servomotor:** es un dispositivo similar a un motor de corriente continua, que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y mantenerse estable en dicha posición. Está conformado por un motor, una caja reductora y un circuito de control.
- **Sistema:** Grupo de elementos o componentes interdependientes que pueden ser identificados y tratados como conjunto. En un sistema se pueden identificar entradas, procesos y salidas, entre los cuales se establecen relaciones de intercambio entre energía y materia.
- **Sistema de control en lazo cerrado:** es aquel en el cual continuamente se está monitoreando la señal de salida para compararla con la señal de referencia y calcular la señal de error, la cual a su vez es aplicada al controlador para generar la señal de control y tratar de llevar la señal de salida al valor deseado. También es llamado **control realimentado**.
- **Sistema de control en lazo abierto:** en estos sistemas de control la señal de salida no es monitoreada para generar una señal de control.
- **Sistema eléctrico:** es un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, que permiten generar, conducir y recibir corriente eléctrica. Dependiendo de cómo estén dispuestos los elementos dentro del o los circuitos, las fallas o daños causados serán variables. Un problema en un componente puede producir una falla general, dañando un área extensa o una falla local, sin interrumpir todo el sistema.
- **Sistema mecánico:** Son dispositivos que se pueden considerar convertidores de movimiento, en tanto transforman el movimiento de una y otra forma. Entre los elementos mecánicos están los mecanismos de barras articuladas, levas, engranes, cremalleras, cadenas, correas de transmisión.
- **Subsistema:** Subconjunto de elementos de un sistema según el criterio que se clasifique o se pida que se haga la separación.

INTRODUCCIÓN

La marcación de ganado es un proceso que permite identificar el animal así como la ganadería o ganadero propietario; hay que tener en cuenta que la marca, que se distingue por letras, se usa para establecer la propiedad del animal y a quién pertenece: los números se utilizan como identificación dentro de la finca.

El procedimiento tradicional para la marcación del ganado se ha caracterizado por el uso de hierros que se calientan al rojo vivo para posteriormente aplicarse sobre la piel del ganado haciendo presión, esto por obvias razones infringe dolor al animal.

En términos generales, la marcación suele ser un evento traumático para el animal ya que éste tiene que ser sometido a la fuerza para posteriormente ser marcado generando, además del dolor, tensión en el ganado lo que puede ocasionar que se torne violento y arremeta contra el personal a cargo del procedimiento.

Toda esta situación en torno a la marcación del ganado ha suscitado el interés de un grupo de estudiantes de la UNIMINUTO del programa de Tecnología en Electrónica quienes dentro de su proceso de aprendizaje se enfocaron en diseñar un prototipo electrónico que desarrolle el proceso de marcación, prototipo que integra elementos de la mecánica como motores, piñones, pistones, entre otros, guiados a través de un dispositivo electrónico (circuito) que se encarga de dirigir el proceso de marcación remplazando el hierro caliente por una marca de hidrógeno líquido.

Este prototipo representa para el ganadero una oportunidad a través de la cual reducirá tiempo en la ejecución del proceso, requerirá de menos personal para la marcación, disminuirá los riesgos de accidentes y, lo más importante, no infringirá dolor al animal, en otras palabras, el prototipo constituye un factor de productividad para la gestión ganadera.

1 TÍTULO

PROTOTIPO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE
MARCADO DE GANADO VACUNO.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Habitualmente el trabajo de marcaje de ganado vacuno requiere de una ardua labor de vaquería en donde, vaqueros y animales, se ven expuestos a incidentes y accidentes que incluso pueden atentar contra la salud física de los vaqueros.

El marcado de ganado vacuno es un trabajo manual; el hombre y el animal se enfrentan en una dinámica de riesgo, donde el vaquero busca someter al ganado para posteriormente efectuar el marcaje con fierros al rojo vivo calentados previamente sobre brasas.

Esta técnica rudimentaria implica grandes esfuerzos físicos por parte del ser humano y hace que una jornada de marcaje sea larga y desgastante para él, además de peligrosa, así mismo, se pone en riesgo el bienestar del animal no solo por el hecho de la predisposición de éste a la marcación sino por el uso de la fuerza física de forma violenta para poder ser sometido el animal y posteriormente marcado, conllevando a que puedan presentar accidentes humanos relacionados con fracturas, desgarres musculares, remarcación por algún movimiento brusco del animal, y en general cualquier tipo de lesión que pueda perjudicar al ganado y que posteriormente conlleve el sacrificio temprano del mismo.

El momento exacto de la marcación del ganado puede revertirse en una situación dramática pues en el evento en que el animal se desenlace o se mueva bruscamente puede ocurrir, por parte, una imprecisión en el marcaje lo que conlleva a que se remarque el animal lo que significa infringir mas dolor al mismo y dejar una huella indeleble que es sinónimo de dolor; por otra parte, el movimiento brusco del animal puede ocasionar un accidente serio en el vaquero bien sea por algún golpe o por que éste se quemé al estar manipulando los fierros al rojo vivo.

Es incuestionable que el desarrollo de esta técnica basada mas en la fuerza y la violencia ha dejado a lo largo de años victimas humanas.

La ciencia y la tecnología han hecho grandes aportaciones en el campo de la ganadería permitiendo automatizar diversos procesos con el fin de obtener mejores resultados y evitar incidentes y accidentes de importancia.

A la luz de estas aportaciones de la ciencia y la tecnología, resulta apropiado trasladarlas al proceso de marcación de ganado con el ánimo de desarrollar un sistema automatizado de marcación que permita reducir las extenuantes y riesgosas jornadas de marcaje así como de minimizar los riesgos de recurrencia de incidentes y accidentes, contribuyendo de esa forma a optimizar los procesos en la ganadería así como de mejorar las condiciones de trabajo y calidad en el manejo de ganado.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta las condiciones en las cuales se desarrolla el proceso de marcado del ganado, puesto que al ser una técnica rudimentaria involucra factores de riesgo como maltrato al animal y accidentes al vaquero, es pertinente pensar en el mejoramiento de dicho proceso. Entonces, ¿Cómo volver eficiente el proceso de marcado del ganado vacuno?

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema automatizado para el mercado eficiente del ganado vacuno.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las fases del proceso de mercado del ganado.
- Definir los parámetros del sistema a implementar en el prototipo.
- Desarrollar un modelo funcional a escala del prototipo integrando los parámetros definidos.
- Establecer los alcances y limitaciones del prototipo.

4 JUSTIFICACIÓN

La competitividad es un factor que marca definitivamente la pauta del éxito o fracaso organizacional; desde esa perspectiva y tomando como atenuante las implicaciones propias de mejorar la capacidad de desempeño del sector ganadero dado el auge de la tecnología y los efectos sobre la productividad y mejoramiento de los procesos, es importante que el empresario ganadero se identifique con esa realidad y se adentre dentro de un proceso industrializado que permita mejorar la infraestructura y así optimizar los procesos de tal modo que se minimicen los tiempos de ejecución y se aumenten los flujos de respuesta.

Hoy por hoy el sector ganadero se ha inclinado hacia la automatización de los procesos ganando de esa forma terreno en el campo de la modernización y la implementación de herramientas tecnológicas en pro de aumentar el nivel de productividad y competitivo lo que redundará en beneficios económicos y a nivel de la producción.

Prácticamente la modernización se torna como una obligación y un compromiso del empresario ganadero para con el desarrollo y éxito del sector lo que en últimas significa que de no ser así se estaría reversando en el tiempo y se entraría en una faceta de obsolescencia y atraso de enormes efectos nocivos para el desarrollo productivo del sector.

Dentro de la variedad de procesos que presenta el sector ganadero, el mercado de ganado constituye uno de los principales dentro del quehacer, por tal motivo es necesario desarrollar un sistema que permita automatizar este proceso con el fin de mejorar los resultados tanto a nivel de tiempo de ejecución de la labor, número de personas que participan en el mismo y las condiciones de salubridad tanto para el personal así como el ganado.

En virtud a esta situación se vislumbra la oportunidad para desarrollar un prototipo de sistema automatizado para perfeccionar el proceso de marcado de ganado por lo que el rol del tecnólogo en electrónica juega un papel determinante en relación al diseño ya que a través de los conocimientos adquiridos se le facilita llevar a cabo este cometido y así contribuir en el propósito de modernizar el sector ganadero.

5 MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO TEÓRICO

El hombre todos los días busca realizar acciones que lo muestren como el ser pensante y racional que es; para mostrar su superioridad ha ido creando formas que permitan por medio de la tecnología seguir dominando estas especies¹.

Entre el hombre y el animal hay una diferencia muy importante y es que éste es totalmente responsable de sus actos; no obstante, en ocasiones tiende a comportarse como animal al tratar de imponer su fuerza ante las demás especies que existen en el mundo, aunque “por alguna oculta razón atribuimos a los animales defectos que sólo tenemos los seres humanos. Tal vez, no se hace malo el hombre cuando se parece a los animales, y se hace malo el animal cuando se asemeja a los hombres...”²

Con el pasar de los años, el ser humano ha logrado toda clase de avances que le apuntan a ampliar la brecha entre el hombre y el animal; cada unos de los inventos que han marcado la historia, tan posicionados en nuestras vidas, nos permiten generar mejores condiciones de vida, ya sea en el ámbito económico, social, personal, profesional y demás; seguramente cada uno de nosotros puede dar certeza de dichos cambios y transformaciones.

Y es precisamente esa capacidad de pensar, de aprender y de actuar proactivamente la que le ha permitido al hombre gestar grandes cambios para el beneficio de la humanidad; la ciencia y la tecnología se encuentran hoy en día en los más altos niveles de productividad alcanzando importantes y trascendentales logros en el campo de la salud, las comunicaciones, la mecánica, la robótica, los circuitos, la investigación, el desarrollo, la innovación, entre otros, que hace alguna décadas resultaba ilógico concebir.

Este nuevo ordenamiento en el contexto de la ciencia y la tecnología de la misma forma ha permitido la automatización de cientos de procesos y procedimientos que se acometían de forma manual en los diferentes campos del quehacer productivo

¹ Artículo El hombre, animal pensante disponible en: <http://168.243.1.4/facultad/chn/c1170/carreira1.pdf>

² Artículo El Hombre y El Animal. Disponible para consulta en: <http://www.actosdeamor.com/hombreakimal.htm>.(Autor anónimo)

y que por ende generaban mayores costos para las empresas, lo que representa una solución integral para el crecimiento y desarrollo empresarial ya que permite la reducción de costos, tiempos y movimientos que redundan en un mayor grado de eficiencia en las operaciones y consecuentemente en una mayor capacidad de respuesta y obtención de resultados en menor tiempo.

Aunque es evidente que el desarrollo de la ciencia y la tecnología pueden llegar a representar una amenaza social y ambiental dada la magnitud de los avances y los efectos nocivos para la estabilidad del entorno y el medio ambiente considerando que éstas pueden privilegiar ciertos sectores de la sociedad que pueden acceder por sus condiciones económicas y además ocasionar daños al ecosistema producto de los múltiples experimentos desarrollados en pro de obtener los resultados esperados, lo cierto es que el desarrollo de éstas ha hecho realidad lo que anteriormente solo se podría contemplar como una ilusión o un acto de magia.

Otro eslabón que se suma a la cadena de éxito de la ciencia y la tecnología es el sector agropecuario, en donde se han gestado importantes cambios en el campo del mejoramiento genético, la explotación lechera y de la carne, entre otros, dejando atrás las prácticas artesanales que no le permitían aumentar el potencial de crecimiento y desarrollo de ese sector.

Como ya se ha tornado una constante, hacer realidad lo inimaginable, no es un despropósito expandir los alcances de la ciencia y la tecnología automatizar el proceso de marcación del ganado, todo un desafío tomando como punto de referencia la tradición y la costumbre que han permeado esta labor convirtiéndola en un proceso totalmente manual.

El marcado se aplicó en la antigüedad a seres humanos, pero tal práctica se limita hoy a la identificación de animales. El marcado se efectúa a menudo con productos químicos, tatuajes, pintura, herretes, criocauterización, o muescas en las orejas. El ganado era marcado ya por los antiguos egipcios en el 2000 a.C. La práctica de marcar los caballos y el ganado vacuno fue introducida en Norteamérica en el siglo XVI por los conquistadores españoles y quedó íntimamente asociada a los cow-boys del 'Salvaje Oeste' americano en el siglo XIX. Utilizado inicialmente como prueba de propiedad, el marcado se emplea hoy para llevar registros de calidad³.

³ Microsoft ® Encarta ® 2007. © 1993-2006 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Antes de proceder a marcar el animal, es necesario precisar que número le corresponde y para ello existen diversos métodos, los más simples corresponden a una serie de tres o cuatro cifras (dependiendo del número de animales que haya en la finca). Los números se asignan de forma consecutiva, a medida que van naciendo los animales, y en algunas explotaciones los números se van reemplazando en el momento en que mueren o se despajan⁴.

Una pequeña variación de lo anterior, consiste en dejar los números pares para las hembras y los impares para los machos o viceversa.

1	2	5	6
NÚMERO CONSECUTIVO			

Otras explotaciones usan serie de cuatro cifras en las que la última es el número final del año de nacimiento (por ejemplo 6 para el 1996) y las tres primeras se asignan de manera consecutiva a medida que nacen los animales.

1	2	5	6
NÚMERO CONSECUTIVO			AÑO

En ciertas fincas se coloca el número correspondiente al año en la parte inferior y el consecutivo en la superior.

1	2	5
NÚMERO CONSECUTIVO		

6
AÑO

Ciertos ganadores utilizan el mismo sistema anterior pero dejan la cifra final para indicar en que bimestre o trimestre nació el animal, y las otras dos cifras se asignan de manera consecutiva.

1	2
CONSECUTIVO	

5
BIMESTRE

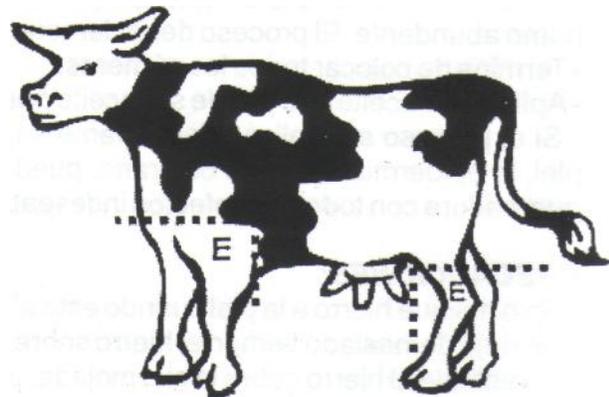
6
AÑO

⁴ CORREDOR ÁLVAREZ, María del Pilar. Técnicas de Manejo Animal. Federación Colombiana de Ganadería – FEDEGAN – Primera escuela de mayordomía del oriente del Tolima, 2005. p 65–66.

Sea cual fuere el tipo de numeración escogido, lo importante es mantenerla y saberla interpretar pues en buena parte la utilidad de la numeración con hierro está en que permite identificar el animal desde lejos, sin tener que cogerlo, como sucede con los tatuajes en la oreja o en ocasiones con las orejeras.

El procedimiento para la identificación con hierro caliente que se debe seguir es el siguiente⁵:

1. **Áreas indicadas para numerar con hierro:** El marcado, sobre todo si no se realiza técnicamente y se corta la piel, le hace perder valor en el momento de curtirla; por esta razón hay que colocar los hierros en zonas en las cuales solo afecte un área pequeña de la piel, dejando intactas las áreas más grandes. Las zonas recomendadas son: la mitad de la pierna, por encima del corvejón y en el brazo, un poco por encima del codo.



2. Características de los hierros quemadores:

- **El tamaño:** Es bueno tener dos juegos de números en la finca, uno para herrar terneros, que tenga como tamaño máximo 7 cm, y otro para adultos, de hasta 9 cm.
- **El tipo de platina:** Del grosor de la platina que se use depende en gran parte la buena calidad del marcado, pues si es muy delgada puede llegar a cortar la piel causando una quemadura, lo que afecta su calidad, o dejar una marca tan

⁵ Ibid

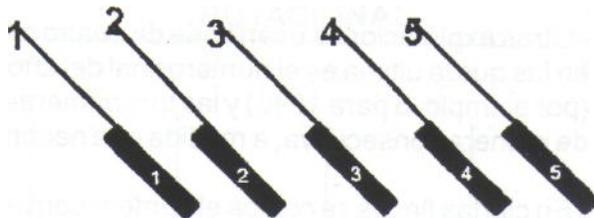
delgada, que con el tiempo no se ve fácilmente. El grosor de la platina debe estar entre 3 y 4 milímetros.

2 2

- **El diseño:** Debe dejar zonas amplias, que permitan una adecuada ventilación y eviten que se quemen las áreas internas, las cuales al cicatrizar, dejan una mancha y desde luego desfiguran el número. Números como el 4, 6, 8 y 9, deben ser abiertos, tal como aparece en la Figura. Cada hierro debe tener claramente impreso en el cabo, el número al que corresponde, puesto que en ocasiones, estando dentro del fuego, no se identifican fácilmente y se pierde mucho tiempo para encontrarlos.

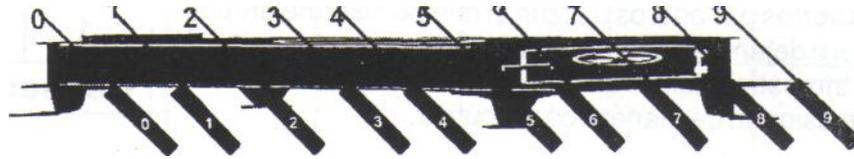
4 6

- **El marcado:** El juego de hierros que se van a utilizar deben haber sido limpiados previamente con un cepillo de cerdas duras (no metálico), y por lo tanto, estar libres de óxidos y otros materiales que los cubran, impidiendo que toda la superficie del hierro entre en contacto con la piel.



Otra medida que ayuda a que se conserven los hierros en buen estado, es aplicar una capa de cebo, luego de la limpieza coloque los hierros dentro del fuego conservando un orden, empezando por el 0 y terminando en el 9; este orden debe mantenerse durante todo el trabajo. De preferencia, hay que utilizar calentadores a

gas que permiten mantener todos los hierros a una temperatura adecuada y tienen un soporte que facilita la manipulación.



El procedimiento es el siguiente⁶:

- Tenga a mano una lista con los números que le corresponden a los animales que se van a marcar.
- Inmovilice al animal adecuadamente.
- Proceda a marcar; si el número tiene alguna cifra repetida, comience por este hierro, lo cual permite volverlo a calentar para aplicarlo nuevamente.
- Cuando el hierro esté al rojo, aplíquelo a la piel con pulso firme. Levántelo tan pronto comience a salir humo abundante. El proceso debe demorar máximo un segundo.
- Termine de colocar todos los números.
- Aplique un aceite que puede ser aceite quemado; esto lubrica la piel y evita las quemaduras.
- Si el proceso se realiza adecuadamente, se consigue cauterizar solamente la parte más externa de la piel, la epidermis. En caso contrario, puede afectarse la dermis, la capa más interna, produciéndose una quemadura con todos sus efectos indeseables.

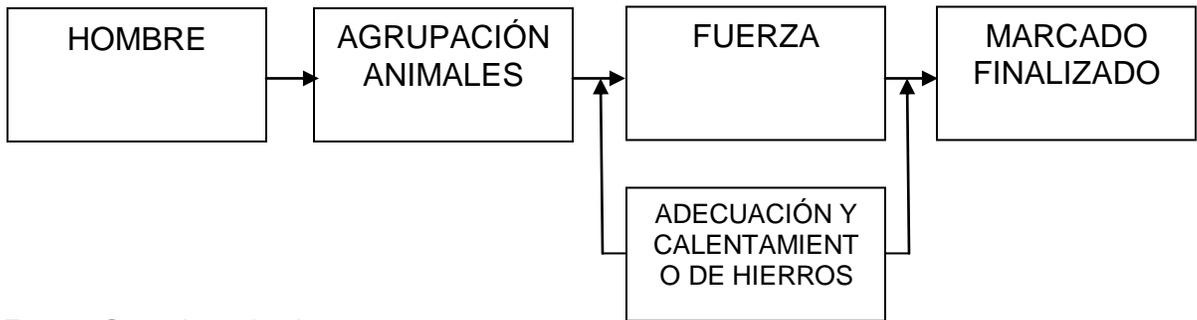
Así mismo, se deben tener en cuenta las siguientes medidas de precaución:

⁶ Ibid.

- Solo aplique hierro a la piel cuando este al rojo vivo.
- No deje demasiado tiempo el hierro sobre la piel.
- No aplique el hierro sobre la piel mojada, pues se enfría antes de producir su efecto.

En síntesis, el proceso de marcación manual de ganado se visualiza en el siguiente diagrama de bloques:

Figura 1. Diagrama de bloques marcado de ganado manual



Fuente: Grupo investigador

Todos y cada uno de los parámetros anteriormente descritos en torno al proceso de marcación constituyen la base para el desarrollo del prototipo; a la luz del propósito establecido es necesario tener en cuenta que la palabra prototipo tiene varias acepciones⁷:

- Un **prototipo** es un ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa.
- Un **prototipo** puede ser un ejemplar perfecto y modelo de una virtud, vicio o cualidad.

⁷ Documento: El Prototipo. Disponible para consulta en <http://es.wikipedia.org/wiki/Prototipo>. Copyright 2008.

- Un **prototipo** también se puede referir a cualquier tipo de máquina en pruebas, o un objeto diseñado para una demostración de cualquier tipo.
- Un **prototipo** o prototipado puede ser un modelo del ciclo de vida del Software, tal como el desarrollo en espiral o el desarrollo en cascada

La función básica del prototipo es la de testar el objeto antes de que entre en producción con el propósito de detectar errores, deficiencias, etc; cuando el prototipo está suficientemente perfeccionado en todos los sentidos requeridos y alcanza las metas para las que fue pensado, el objeto puede empezar a producirse.

Un prototipo es también un modelo a escala o facsímil de lo real, pero no tan funcional como para que equivalga a un producto final, ya que no lleva a cabo la totalidad de las funciones necesarias del sistema final, proporcionando una retroalimentación temprana por parte de los usuarios acerca del sistema.

El prototipo se usa para obtener los requerimientos del usuario. Su principal propósito es obtener y validar los requerimientos esenciales, manteniendo abiertas las opciones de implementación. Esto implica que se deben tomar los comentarios de los usuarios, pero también se debe volver a los objetivos para no perder la atención.

En la fase de Análisis de un proyecto, su principal propósito es obtener y validar los requerimientos esenciales, manteniendo abiertas, las opciones de implementación. Esto implica que se debe tomar los comentarios de los usuarios, pero debemos regresar a sus objetivos para no perder la atención⁸.

En la fase de Diseño, su propósito, basándose en los requerimientos previamente obtenidos, es mostrar las ventanas, su navegación, interacción, controles y botones al usuario y obtener una retroalimentación que nos permite mejorar el Diseño de Interfaz.

Hay tres clases genéricas de métodos y herramientas para el desarrollo de prototipos:

⁸ Monografía El uso del prototipo en el ciclo de desarrollo de sistema elaborada por el Ingeniero Germán Pereyra y disponible para consulta en: <http://www.monografias.com/trabajos12/proto/proto.shtml>

1. Técnicas de cuarta generación: permite generar código ejecutable rápidamente, son ideales para la creación rápida de prototipos.
2. Generadores de programas, código reutilizable, paquetes de aplicación y computadores personales, entre otros.
3. Generadores de informes, pantallas.

El proceso de desarrollo y empleo de prototipos tiene las siguientes características:

- El prototipo es una aplicación que funciona
- Los prototipos se crean con rapidez
- Los prototipos evolucionan a través de un proceso iterativo
- Los prototipos tienen un costo bajo de desarrollo

En un contexto más específico, el prototipo a implementar en el proceso de marcación del ganado estará definido por un sistema mecánico; un sistema mecánico es un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, que permiten producir, transmitir, regular o modificar movimiento. Cada operador cumple una función específica dentro del sistema⁹.

Uno de los problemas principales de los sistemas mecánicos es la transmisión de movimiento, entre un conjunto motor y máquinas conducidas. Desde épocas muy remotas se han utilizado cuerdas y elementos fabricados de madera para solucionar los problemas de transporte, impulsión, elevación y movimiento.

La forma más básica de un engrane es una pareja de ruedas, una de ellas provistas de barras cilíndricas y la otra formada por dos ruedas unidas por barras cilíndricas, otros elementos mecánicos son los mecanismos de barras articuladas, levas, engranes, cremalleras, cadenas, correas de transmisión

Los sistemas antiguos de mecánica con el paso del tiempo están siendo desplazados por los sistemas electrónicos. Pero bien algunos sistemas mecánicos son más factibles de utilizar como:

⁹ GONZÁLEZ V., Marisol. Guía de Componentes de Sistemas Mecánicos y Eléctricos. Educar, Chile. p 2.

- Amplificación de fuerzas
- Cambio de velocidad
- Transferencia de rotación de un eje a otro
- Determinantes tipos de movimiento

Para poder describir el movimiento rotacional y de traslación en la mecánica se representan mediante tres ejes (X, Y, Z), pero para poder comprender los movimientos dentro del lenguaje de la ingeniería mecánica de una actividad tan simple como levantar un lápiz que esta sobre la mesa, resulta un tanto complicado porque se debe de tener en cuenta todos los movimientos de rotación y desplazamiento de se realizan.

Por otra parte, uno de los aspectos importantes de la mecánica en el diseño de los elementos es la orientación y disposición de elementos y partes. Los grados de libertad es la cantidad necesaria de componentes de movimiento para producir el movimiento correspondiente.

Un problema del diseño es reducir los grados de libertad, para eso se deben de tener en cuenta las restricciones, se pueden tener hasta 6 grados de libertad si no se tienen ninguna restricción.

La carga es un aspecto importante dentro del diseño mecánico porque de aquí parte de que dimensiones debe ser la pieza y una serie de elementos los cuales se deben de tener en cuenta dentro del diseño.

Las articulaciones son mecanismos a los cuales no se le toman en cuenta la fuerza. Esta no tiene que ser un cuerpo rígido, basta que sea un cuerpo resistente capaz de transmitir la fuerza requerida sufriendo una deformación despreciable.

Los pistones, la biela, correas y poleas son ejemplos de articulaciones. La cadena cinemática es el conjunto de piezas de eslabonamiento y de articulaciones una articulación debe de ser fija.

Otros elementos de los sistemas mecánicos son los Trenes de engrane que son mecanismos utilizados para transferir y transformar el movimiento rotacional. Se emplean cuando es necesario obtener un cambio en la velocidad, o el par de rotación de un dispositivo que esta girando.

La fuerza de fricción en un elemento muy importante dentro de los engranes. Para poder evitar que existan derrapes o desplazamientos se le agrega a los dos cuerpos cilíndricos una serie de dientes de engrane.

El piñón y la cremallera es un conjunto de dos partes una un engrane cilíndrico y un engrane lineal el cual hace un movimiento de rotacional a lineal y lineal a rotacional.

Cuando se tienen dos engranes conectados sirven para transferir la velocidad de rotación a una velocidad deseada todo esto depende del tamaño de los engranes y de la cantidad de dientes con la que cuenta cada engrane.

Adicionalmente, se tiene la rueda dentada y el trinquete que se utilizan para trabar un mecanismo cuando sostiene una carga. El mecanismo cuenta con una rueda dentada con dientes de forma de sierra que se enganchan con un sierre denominado trinquete. Está sujeto a un pivote y se mueve hacia arriba y hacia abajo para trabar la rueda. La forma de los dientes permite la rotación hacia un solo sentido. El trinque impide la rotación de la rueda dentada en el sentido de las manecillas del reloj y solo puede hacerlo levantando el trinquete, el cual casi siempre se acciona con el resorte para garantizar que de manera automática quede trabado en los dientes de la rueda dentada.

Para efectos electrónicos del sistema mecánico, se tendrá en cuenta la modulación por ancho de pulsos (MAP) que constituye una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (por ejemplo sinusoidal o cuadrada)¹⁰.

El ciclo de trabajo de una señal periódica es el ancho relativo de su parte positiva en relación al período. Matemáticamente:

$$D = \frac{\tau}{T}$$

D = es el ciclo de trabajo

τ = es el tiempo en que la función es positiva (ancho del pulso)

T = es el período de la función

¹⁰ Artículo: Articulación por Ancho de Pulsos disponible para consulta en: www.wikipedia.com

La construcción típica de un circuito MAP se lleva a cabo mediante un comparador con dos entradas y una salida. Una de las entradas se conecta a un oscilador de onda triangular, mientras que la otra queda disponible para la señal moduladora. En la salida la frecuencia es generalmente igual a la de la señal triangular y el ciclo de trabajo esta en función de la portadora.

Algunos parámetros importantes de un MAP son:

- La relación de amplitudes entre la señal portadora y la moduladora, siendo recomendable que la última no supere el valor pico de la portadora y esté centrada en el valor medio de ésta.
- La relación de frecuencias, donde en general se recomienda que la relación entre la frecuencia de la portadora y la de señal sea de 10 a 1.

En actualidad, existen muchos circuitos integrados que integran la función MAP, además de otros muy particulares para lograr circuitos funcionales que puedan controlar fuentes conmutadas, controles de motores, controles de elementos termoelectricos, choppers para sensores en ambientes ruidosos y algunas otras aplicaciones.

En cuanto a los motores eléctricos, la modulación por ancho de pulsos (MAP en castellano, PWM o *Pulse Width Modulation* en inglés) es una técnica utilizada para regular la velocidad de giro de los motores eléctricos de inducción o asincronos. Mantiene el par motor constante y no supone un desaprovechamiento de la energía eléctrica. Se utiliza tanto en corriente continua como en alterna, como su nombre lo indica, al controlar: un momento alto (encendido o alimentado) y un momento bajo (apagado o desconectado), controlado normalmente por relevadores (baja frecuencia) o MOSFET o tiristores (alta frecuencia).

Otros sistemas para regular la velocidad modifican la tensión eléctrica, con lo que disminuye el par motor; o interponen una resistencia eléctrica, con lo que se pierde energía en forma de calor en esta resistencia.

Otra forma de regular el giro del motor es variando el tiempo entre pulsos modulación por frecuencia de pulsos de duración constante.

En los motores de corriente alterna también se puede utilizar la variación de frecuencia.

La modulación por ancho de pulsos también se usa para controlar servo motores, los cuales modifican su posición de acuerdo al ancho del pulso enviado cada un cierto período que depende de cada servo motor. Esta información puede ser enviada utilizando un microprocesador como el Z80, o un microcontrolador (por ejemplo, un PIC 16F877A de la empresa Microchip).

Otro de los componentes del sistema automatizado es el cilindro neumático de doble efecto con vástago;

El cilindro de doble efecto mostrado en la figura 2 constituye la conformación más corriente de los cilindros hidráulicos y neumáticos, sin embargo para aplicaciones especiales existen variaciones cuyo principio de funcionamiento es idéntico al que hemos descrito¹¹.

La figura 2 ilustra un cilindro de doble vástago. Esta configuración es deseable cuando se necesita que el desplazamiento volumétrico o la fuerza sean iguales en ambos sentidos. En muchos trabajos la producción puede incrementarse mediante el uso de estaciones de trabajo operadas alternativamente por un cilindro de doble vástago.

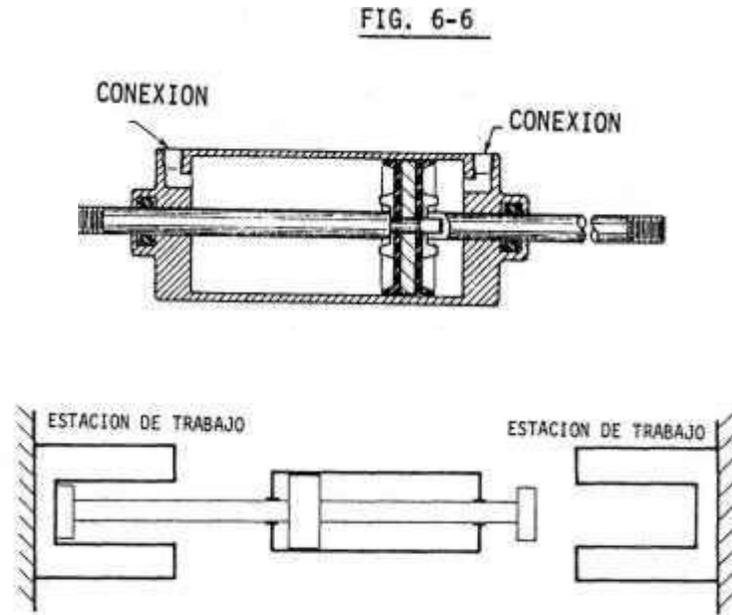
Cada estación puede realizar el mismo trabajo, o dos operaciones diferentes en una secuencia progresiva por ejemplo, diferentes operaciones en una misma pieza. Una de los vástagos puede ser empleado para actuar sobre microcontactos o microválvulas para establecer una secuencia.

Este cilindro de doble efecto se impulsa con el flujo de aire que produce un compresor; El compresor de pistón o de émbolo (figura 3) es el más antiguo y extendido, se emplea exclusivamente para presiones elevadas.

En la primera carrera del émbolo, el aire es aspirado a una presión p_1 y el volumen aspirado varía de 0 a V_1 . Al retroceder el émbolo, este aire es comprimido pasando de la presión p_1 a la presión p_2 , y su volumen varía de V_1 a V_2 .

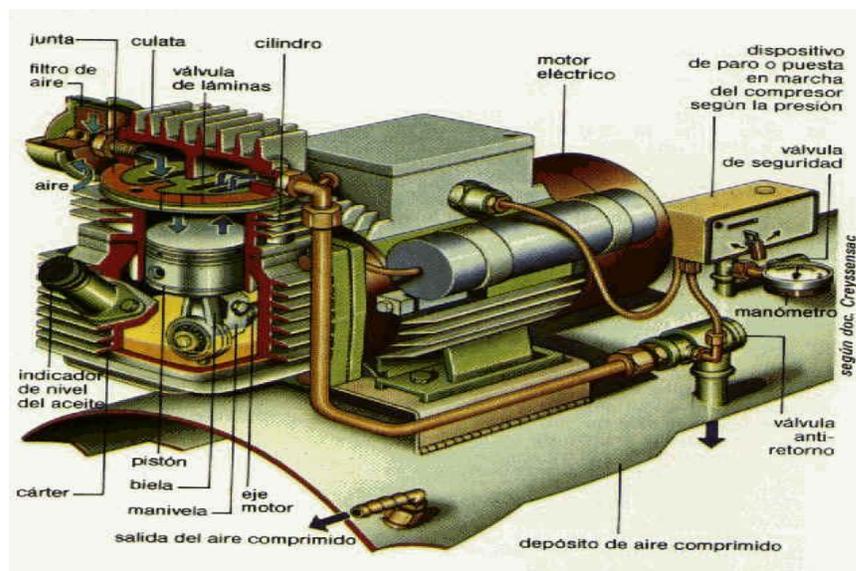
¹¹ Documento: Cilindros Hidráulicos y Neumáticos disponible para consulta en: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm

Figura 2. Cilindro de doble vástago



Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm

Figura 3. Compresor de pistón o émbolo



Fuente: <http://www.euskalnet.net/j.m.f.b./neumatica.htm>

En la segunda parte o fase de la carrera el aire es expelido a presión p_2 . Debido al trabajo de compresión, que desprende gran cantidad de calor, debe refrigerarse.

Para presiones muy elevadas, se procede en varias fases, realizándose en cada una un coeficiente de compresión del orden de 6 a 7.

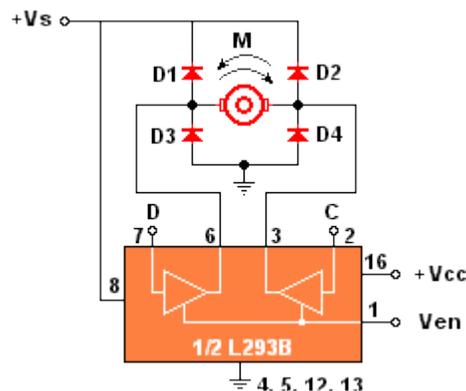
El compresor a émbolos libres del sistema Pescara comprende un motor diesel de dos tiempos, con dos émbolos opuestos, cada uno de los cuales está unido rígidamente a un pistón compresor. Por una de sus caras, este último impele el aire comprimido útil. El volumen de aire comprimido que queda en el cilindro, al final de la carrera forma un colchón neumático y provoca el retroceso.

Por su otra cara, el pistón compresor, durante la carrera motriz, aspira aire atmosférico que, en el retroceso, y merced al empuje del colchón neumático citado, impele hacia el motor; es el aire de barrido y el aire comburente del motor.

Finalmente, para reversar el desplazamiento horizontal de la superficie donde se localiza el pistón se requirió de un circuito para el control de giro del motor con el driver L293B.

Este requiere dos de los 4 driver del integrado y la forma de conexión sería como sigue:

Figura 4. Circuito del motor con el driver L293B



Fuente: Grupo investigador

Tabla 1. Funcionamiento del driver

Ven	C	D	Función del Motor
H	H	L	Giro a Derecha
H	L	H	Giro a Izquierda
H	C=D		Detención
L	X	X	Motor Libre

Fuente: Grupo investigador

Esta tabla indica claramente como se controla el motor, en un sentido o en otro, detenerlo o dejarlo libre, esto último de dejarlo libre se refiere a que cualquier señal en los terminales de control A, B, C y D no tendrán efecto alguno sobre el motor, es decir que ha quedado liberado totalmente.

Como se puede apreciar se tienen muchas posibilidades para comandar estos motores usando el integrado L293B.

6 DESARROLLO METODOLÓGICO

6.1 FASES

Las fases que se fijaron para el desarrollo de este proyecto correspondieron al cumplimiento de cada uno de los objetivos establecidos, por lo que se encontraban directamente relacionadas y definidas de la siguiente manera:

- 1. Diseño del prototipo:** durante esta fase se definieron los parámetros del sistema a implementar con base en las fases identificadas en el proceso de marcado tradicional, lo que permitió establecer los puntos clave en la construcción del prototipo.
- 2. Elaboración y montaje del sistema automatizado:** se dará concreción al tercer objetivo específico del proyecto: Desarrollar un modelo funcional a escala del prototipo integrando los parámetros definidos. En esta fase se implementará el montaje de la parte eléctrica, mecánica y electrónica del proyecto.
- 3. Verificación de funcionalidad del prototipo:** con el fin de someter a revisión y evaluación el prototipo construido se determinarán los aspectos que requieren de mayor atención entre los que se tienen: verificación del voltaje, adecuación de los tiempos, efectividad y calidad del marcado.

7 ANÁLISIS DEL SISTEMA MANUAL DE MARCACIÓN

7.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Fase 1. Enlazado y sometimiento del animal

Foto 1. Enlazado y sometimiento del animal



Los animales susceptibles del marcaje son aquellos que han superado la etapa de destete y se encuentran entre los 10 y 11 meses de edad; una vez seleccionados, se procede a enlazarlos y someterlos contra un tronco con el fin de inmovilizarlos y doblegarlos.

Fase 2. Preparación del animal

Foto 2. Preparación del animal



Una vez derribado el animal, se procede a asegurarlo con lazos que sujetan sus extremidades posteriores para que éste quede inmobilizado y así no ofrezca resistencia o pueda ocasionar daño a su integridad física o la de los vaqueros.

Fase 3. Preparación de los hierros

Foto 3. Preparación de los hierros



Una vez el animal se encuentra neutralizado debidamente, se procede a hacer una hoguera en donde se pondrán los hierros para que tomen la temperatura ideal para la marcación (al rojo vivo).



Fase 4. Marcación del ganado

Foto 4. Marcación del ganado



Para efectos de la marcación del ganado, se tiene en cuenta el consecutivo de acuerdo al histórico de nacimientos; una vez se tiene este número y los hierros se encuentran al rojo vivo se procede a estamparlos en la pierna derecha.



Una vez concluido este procedimiento, se procede a estampar la marca de la ganadería en el brazo derecho del animal como se observa en las siguientes imágenes:



8 PROTOTIPO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE MARCADO DE GANADO VACUNO

8.1 BASE TÉCNICA PARA EL DESARROLLO DEL PROTOTIPO

Para el diseño del prototipo se implementaron principios de las siguientes ciencias:

- Electrónica

Dentro del campo de la electrónica se diseñaron dos circuitos:

- PWM con driver L293B
- Accionamiento de electroválvulas mediante sistema de relevos

- Neumática

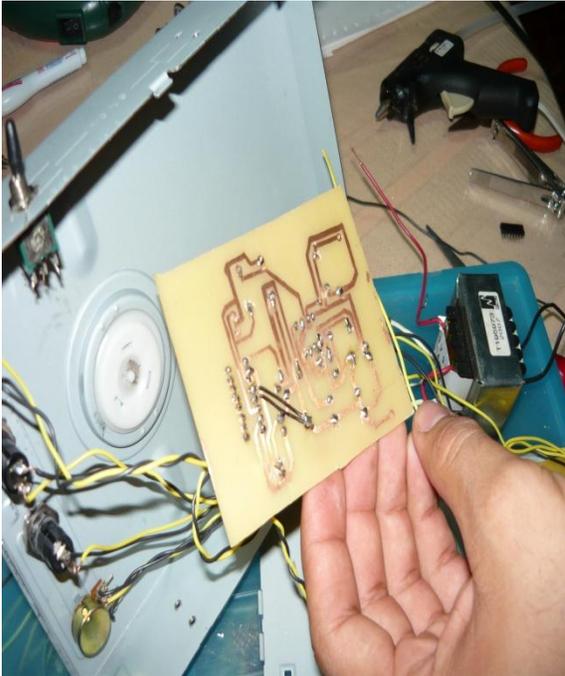
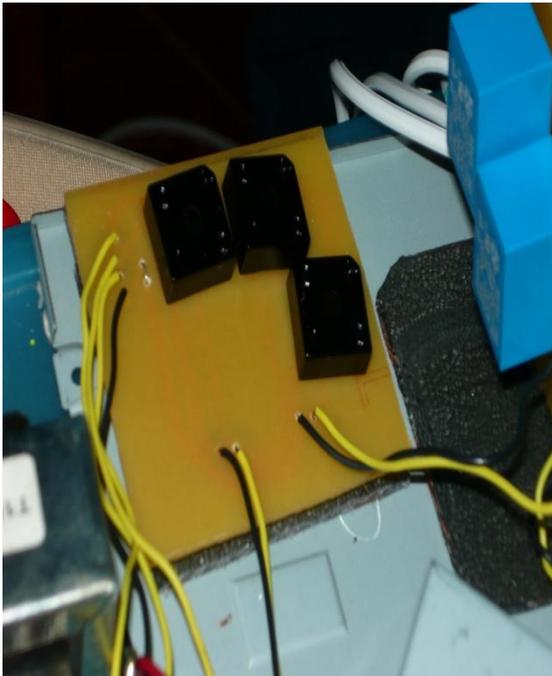
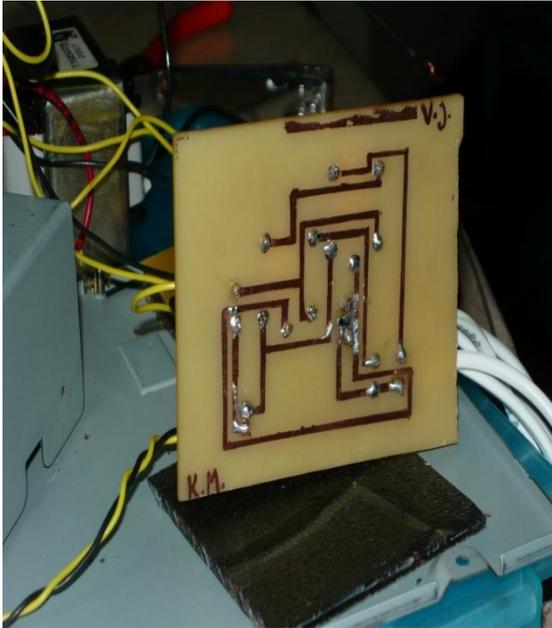
En función a la neumática se implementó un sistema de electroválvulas que se accionan con aire comprimido generado por un compresor y que fluye a través de un sistema de mangueras hasta llegar al pistón de doble efecto con vástago que se activa para dar el efecto de la marcación.

- Mecánica

En lo concerniente a la mecánica se desarrolló un sistema conformado por un motor a 24 vdc en cuyo eje se encuentra situado un piñón y en el otro extremo se sitúa un rodillo que en conjunto conforman el sistema de tracción y que gira mediante una correa dentada.

8.2 ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO

- Sistema Electrónico

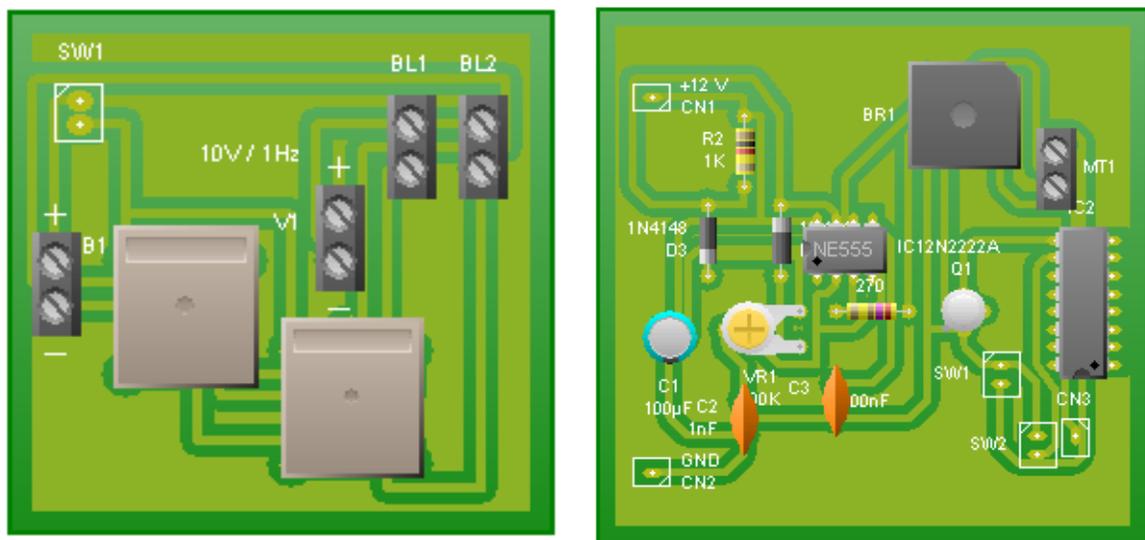


El sistema electrónico está compuesto por un sistema de relés que son los que por medio de un pulso activan el sistema neumático; adicionalmente, este sistema cuenta con un circuito del PWM y del driver L293B que interactúan entre si para realizar la función de desplazamiento y posición del pistón.

El PWM se encarga de regular el ancho de pulso para así reducir o aumentar la velocidad de posicionamiento de la superficie donde se encuentra ubicado el dispositivo del pistón y numerador integrado.

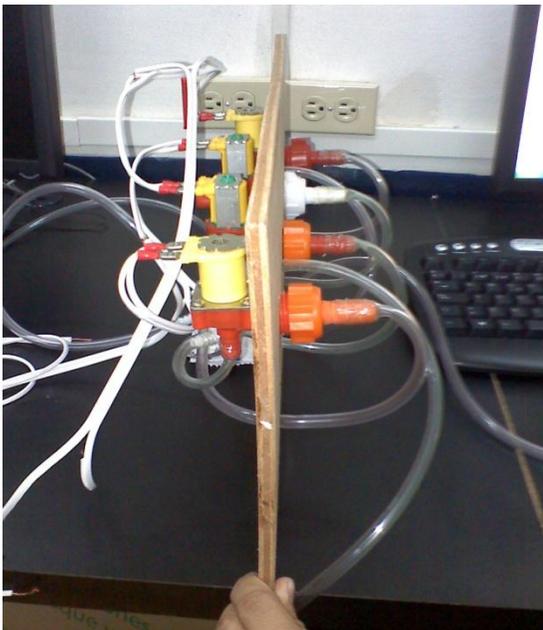
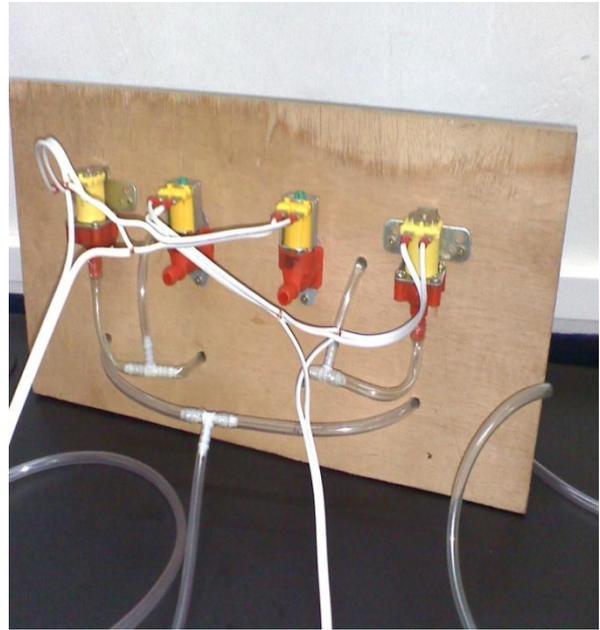
El driver L293B permite el cambio de giro del motor para permitir el movimiento de avance o retroceso según la posición requerida para la marcación.

Figura 5. Sistema PWM y Driver L293B



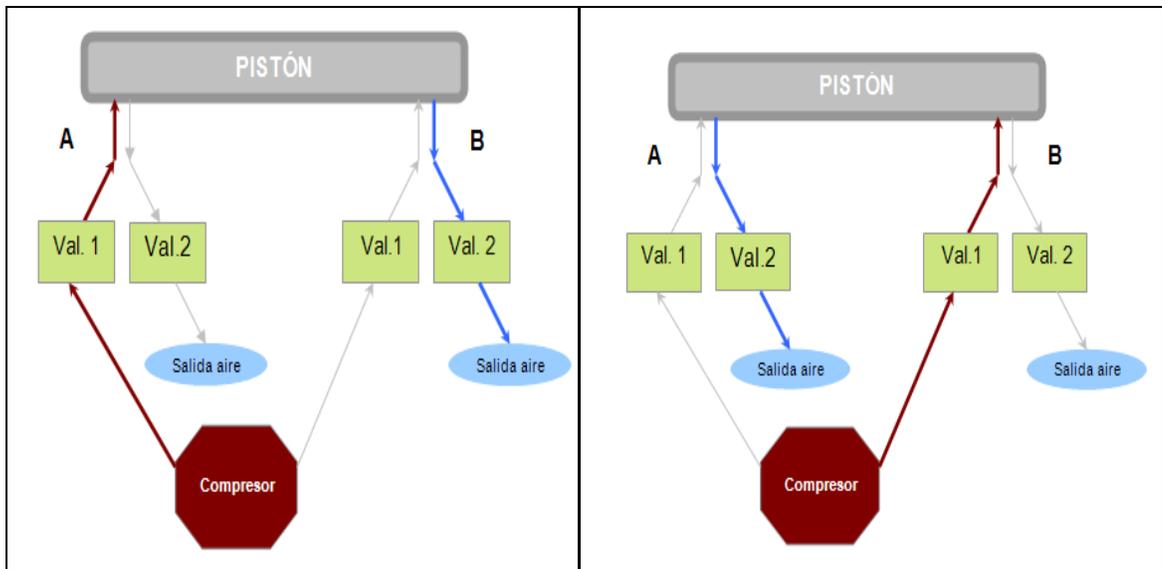
Fuente: Grupo investigador

- Sistema Neumático



El pistón que es utilizado en el prototipo es de doble efecto: éste requiere, para ser accionado, un sistema neumático; este sistema consta de cuatro electroválvulas de las cuales dos de ellas se conectan por medio de una “T” y se dirigen a una de las entradas del pistón; estas electroválvulas manejan la entrada y salida de aire.

Figura 6. Representación gráfica de la activación del sistema de electroválvulas



Fuente: Grupo investigador

La entrada del aire desde el compresor se realiza por la electroválvula 1 del B y libera el aire por la electroválvula 2 del A; es decir que estas dos electroválvulas se encuentran activas mientras las otras inactivas.

Tabla 2. Operación de las electroválvulas

A		B		Salida
Electroválvula 1	Electroválvula 2	Electroválvula 1	Electroválvula 2	Numerador
Inactiva	Inactiva	Inactiva	Inactiva	Retorno
Activa	Inactiva	Inactiva	Activa	Expulsión
Inactiva	Activa	Activa	Inactiva	Retorno

Fuente: Grupo investigador

- Sistema Mecánico

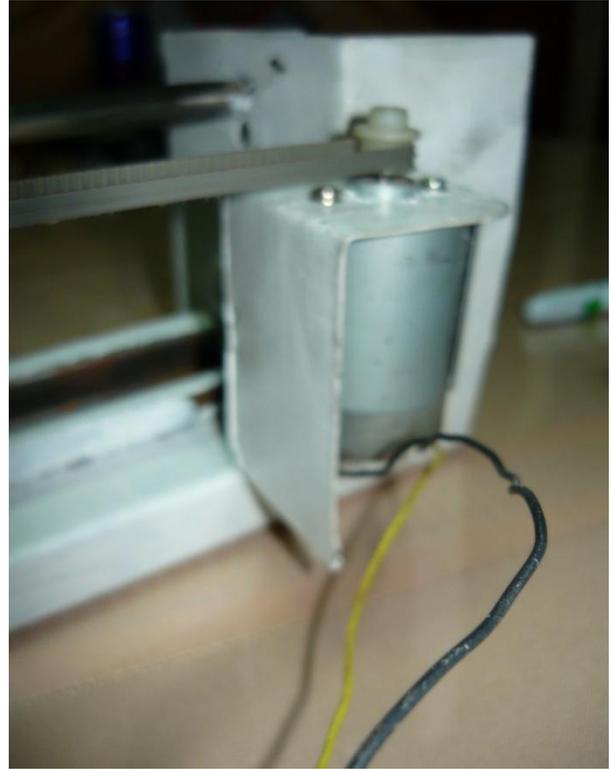


Foto 5. Sistema automatizado para la marcación del ganado



Fuente: Grupo investigador

El sistema automatizado está basado en un cilindro o pistón de doble efecto con vástago que se desplaza mediante la activación de las electroválvulas; el pistón está adherido a una superficie sólida que se desplaza horizontal y verticalmente a través del PWM; las electroválvulas se activan mediante el flujo de aire expulsado por el compresor a través del sistema de conductos o mangueras en un movimiento sistemático y coordinado de entrada y salida de aire. El motor reductor permite graduar la superficie donde se encuentra adherido el pistón al punto requerido para la marcación del animal, es decir, a través de este motor se sitúa el pistón en la altura adecuada efectuar el marcaje. Cuando el sistema automatizado se encuentra posicionado en la altura, el PWM permite desplazar la superficie de izquierda a derecha y con el driver se realiza la función de corregir el desfase de la posición deseada para la marcación y/o volver a la posición de inicio.

La numeración se realiza en un orden consecutivo teniendo en cuenta el último número registrado en el más reciente inventario, para partir desde el siguiente número y en forma consecutiva según el orden de nacimientos.

8.3 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROTOTIPO

Tabla 3. Alcances y limitaciones del prototipo

ALCANCES	LIMITACIONES
Reduce tiempo	Falta cultura de la innovación y desarrollo tecnológico
Reduce costos de operación	Desplazamiento mano de obra
Aumenta la eficiencia	Oposición ganaderos
Disminuye riesgo de accidente humano	Costos de fabricación
No hay maltrato animal	Capital para la inversión
Transferencia tecnológica	

Fuente: Grupo investigador

En términos generales, el prototipo constituye un gran avance científico y tecnológico en el campo de la ganadería, específicamente en la marcación del ganado considerando el hecho de que permite mejorar el proceso reduciendo tiempos, aumentando la eficiencia en el mercado y disminuyendo el riesgo de ocurrencia de accidentes tanto para el animal como para el recurso humano.

CONCLUSIONES

- Los avances en la tecnología permiten desarrollar dispositivos que brindan la oportunidad de mejorar los procesos en cualquier área del quehacer, como es el caso de la marcación del ganado, que a través de un prototipo de un sistema automatizado que combina la electrónica, neumática y electromecánica, permite efectuar este proceso en un menor tiempo reduciendo los riesgos para el personal involucrado así como el trato que se le da al ganado.
- La efectividad del prototipo está determinada por la rápida operación del sistema que en aproximadamente dos segundos se activa y efectúa el marcaje sin que implique mayores esfuerzos logrando con el dispositivo numerador una marcación impecable, legible e indeleble.
- Para efectos del impulso del dispositivo de marcado, se requiere de la inyección de aire en un rango entre 35 y 40 libras de presión siendo esto necesario para efectuar un marcaje preciso y en el tiempo estimado de dos segundos.
- El nivel de desarrollo del dispositivo requiere de un alto estándar de innovación teniendo en cuenta que integra principios fundamentales de la electrónica, la neumática y la electromecánica para efectos de alcanzar una alta productividad en términos de marcación, haciendo práctico y fácil su uso disminuyendo así costos de fabricación y operación.
- El sistema automatizado es portátil lo que facilita el proceso de marcación teniendo en cuenta que el animal se puede ubicar en diversos puntos como breteles o básculas para efectos de ser inmovilizado sin causarle daño.

RECOMENDACIONES

- Brindar al estudiante una mayor asistencia dentro del proceso de desarrollo de este tipo de sistemas automatizados con el fin de ampliar las oportunidades de éxito a partir de la reducción de los tiempos en el diseño, planificación y desarrollo.
- Buscar alternativas para proveer a los alumnos de los elementos requeridos para el desarrollo realizando acuerdos con negocios dedicados a la comercialización de este tipo de productos para que de esa forma se pueda alcanzar el diseño planeado en un menor tiempo de trabajo.
- Sensibilizar a la comunidad respecto de la importancia del programa tecnología en electrónica cambiando la imagen de futuros técnicos de electrodomésticos y potencializándolos como verdaderos agente de desarrollo e innovación tecnológica.
- La electrónica ofrece alternativas para el mejoramiento del quehacer empresarial dentro del marco de los diferentes sectores productivos, mejorando los procesos a partir de la automatización.

BIBLIOGRAFÍA

- Artículo El hombre, animal pensante disponible en: <http://168.243.1.4/facultad/chn/c1170/carreira1.pdf>
- Artículo El Hombre y El Animal. Disponible para consulta en: <http://www.actosdeamor.com/hombreakanimal.htm>.(Autor anónimo)
- CORREDOR ÁLVAREZ, María del Pilar. Técnicas de Manejo Animal. Federación Colombiana de Ganadería – FEDEGAN – Primera escuela de mayordomía del oriente del Tolima, 2005. p 65–66.
- Documento: El Prototipo. Disponible para consulta en <http://es.wikipedia.org/wiki/Prototipo>. Copyright 2008.
- Documento: ROBOTICS, elaborado por Julio Douglas Antonio Ruiz González de la ATLANTIC INTERNATIONAL UNIVERSITY, Miami (Florida), Marzo de 2006. p 12–23.
- Microsoft ® Encarta ® 2007. © 1993-2006 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- Monografía El uso del prototipo en el ciclo de desarrollo de sistema elaborada por el Ingeniero Germán Pereyra y disponible para consulta en: <http://www.monografias.com/trabajos12/proto/proto.shtml>
- Proyecto: Diseño de un brazo mecánico. Elaborado por: TodoRobot. Disponible para consulta en: <http://www.todorobot.com.ar/proyectos/brazo/brazo.htm>. Copyright 2000.

ANEXOS

Anexo A. Visita Hacienda Chucunda Izquierdo



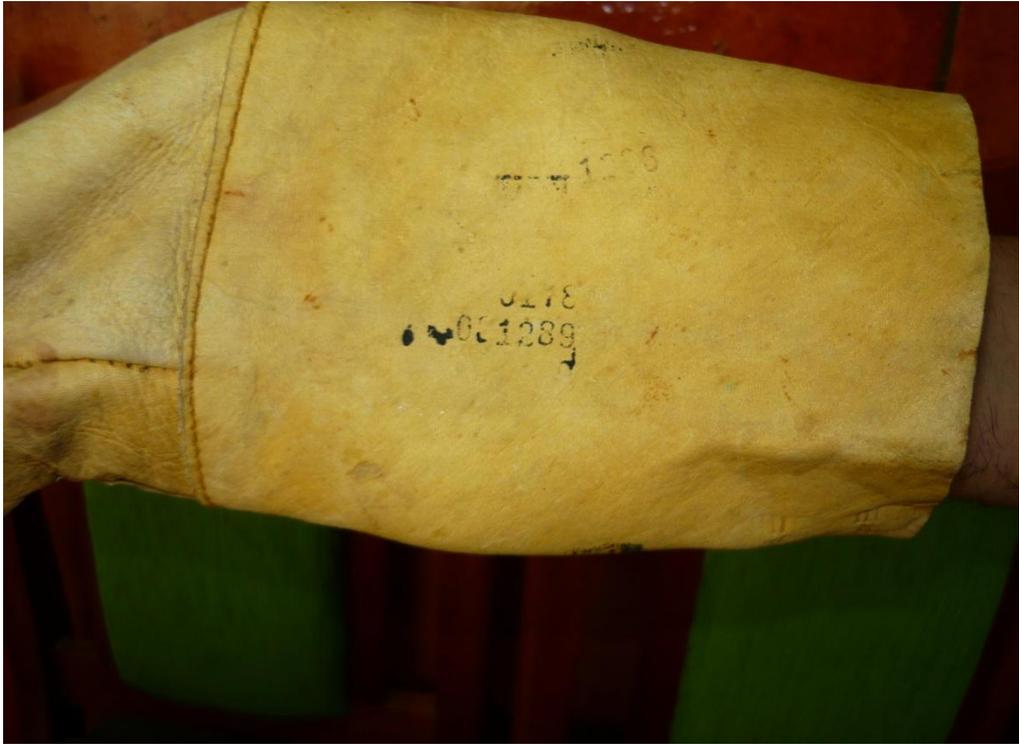


15-Nov-08 11:00 a.m.



15-Nov-08 12:40 p.m.

Anexo B. Funcionamiento del Prototipo



Anexo C.
Data Sheet L293B

Anexo D.
Data Sheet 2N2222

Anexo E.

Video