

**Universidad Nacional de Ingeniería**  
**Facultad de Electrotecnia Y Computación.**  
**Ingeniería Electrónica.**



Diseño e Implementación de un sistema electrónico para Pastoreo y Trazabilidad Bovina, utilizando identificación por radiofrecuencia (RFID) para la finca Rancho el Urraco en Jalapa Nueva Segovia.

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
ELECTRÓNICO.**

**Presentado Por:**

Br. Geasmany Saúl Salgado Garrido

**Carnet:** 2014-1245U

**Tutor:**

Ing. Juan Mairena

Managua, 31 de marzo del 2023

## **DEDICATORIA**

Dedicado este trabajo monográfico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fortaleza, sabiduría, perseverancia, y habilidades intelectuales para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más grandes de mi vida.

A mis padres, en especial a mi madre Sayda Elvira Garrido Cruz, por trabajar duro para lograr sacarme adelante y guiarme en la senda de la rectitud, a Mi segunda madre María Verónica Cruz López y a mi segundo padre Facundo Esteban Marchena Corea por enseñarme a ser humilde, honesto, disciplinado, perseverante y de muy buenos principios morales, por brindarme todo su amor y comprensión, por corregirme para lograr ser una buena persona y ayudar a quien me necesite, por el apoyo brindado en los momentos adversos en mi vida y por creer en mí para poder lograr mis objetivos como finalizar mis estudios universitarios.

Agradezco especialmente a mi esposa Mildred Anabell García López, por estar siempre apoyándome en las buenas y en las malas, por ser mi motivación y confiar en mí, respecto a la finalización de este trabajo monográfico.

De manera muy especial al tutor Juan Mairena por depositar su confianza, por ser paciente, tolerante, proveer conocimientos y experiencia que fueron las herramientas del éxito de este trabajo monográfico.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, le agradezco a nuestro Dios por darme la vida, sabiduría,

Fuerza de voluntad y gracia para culminar esta carrera, también por permitirme lograr un peldaño más en mi ámbito como profesional.

Agradezco de sobremanera a mis padres, por su apoyo y comprensión a lo largo de toda esta jornada. Gracias por todos sus consejos, enseñanzas, valores morales y espirituales que me permitieron llegar hasta aquí con suma alegría, no ha sido fácil, pero gracias a ustedes ha sido más llevadero.

Le doy gracias al tutor Ing. Juan Mairena, por su asesoría y apoyo durante esta larga jornada. En especial agradezco por todo su tiempo invertido en mí y espero este trabajo refleje mi agrado.

Agradezco al propietario de la finca Rancho el Urraco, por dar un voto de confianza y permitir la ejecución de este proyecto en sus instalaciones, además de brindarme apoyo con los equipos y herramientas necesarias para la realización de este proyecto.

## RESUMEN

Este trabajo monográfico tiene el propósito de brindar una alternativa de solución al problema planteado por el propietario de la finca Rancho el Urraco, la cual está ubicada al norte del país, en el municipio de Jalapa departamento de Nueva Segovia. El problema radica en la técnica de registro del ganado y el cuidado que se le da de forma tradicional. De las opciones evaluadas para dar solución al problema se optó por diseñar e implementar un sistema electrónico de pastoreo y trazabilidad bovina utilizando tecnología RFID.

El sistema de trazabilidad bovina es capaz de mejorar la seguridad y producción del hato bovino, usando un método de trazabilidad que consiste en llevar el registro de crecimiento, vacunación del hato desde que nace hasta que muere, almacenando los datos en una SD-Card y su posterior visualización en una computadora a través de un archivo en Excel.

Consta de tres etapas fundamentales como lo son la etapa de Lectura, procesamiento de datos y almacenamiento, cada una de ellas con un propósito específico en el diseño, para el procesamiento de datos se utilizó una placa Arduino Uno R3. El pastoreo electrónico denominado también cerca eléctrica ayuda a mantener la seguridad y tranquilidad del hato bovino manteniéndolo alejado de los roedores y de personas sin escrúpulos que se dedican al abigeato del mismo todo esto lo hace con sus pulsos de electroshock. Este cuenta con 4 etapas fundamentales como son el área de periféricos, área de rectificación, área de oscilación y área de impacto.

Se presenta el diseño de cada uno de los subsistemas que conforman el proyecto, esto incluye el desarrollo de hardware y software necesario en Arduino. De igual forma se presenta el desarrollo de cálculo del sistema de trazabilidad bovina y de la cerca eléctrica.

El sistema es de fácil manejo puesto que, con el simple encendido de cada uno por separado, el proceso de lectura de datos del sistema de trazabilidad y transmisión de pulsos de electroshock del pastoreo electrónico comenzará a ejecutarse. Esto es posible gracias a todos los componentes electrónicos que se usaron para realizar dicho proyecto.

## Tabla de contenido

I. INTRODUCCION .....	1
II. ANTECEDENTES .....	4
III. JUSTIFICACIÓN .....	6
IV. OBJETIVOS.....	8
1. OBJETIVO GENERAL: .....	8
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	8
V. MARCO TEORICO .....	9
5.1 Fundamento teórico .....	9
5.2 Trazabilidad .....	9
5.2.1 Origen de la Trazabilidad.....	9
5.2.2 ¿Qué es la trazabilidad? .....	10
5.2.3 ¿Por qué es importante la implementación de sistemas de trazabilidad?11	
5.2.4 ¿Porque la trazabilidad está relacionada con la electrónica? .....	11
5.2.5 ¿Qué es la trazabilidad bovina? .....	13
5.3 Sistema Identificador RFID.....	13
5.3.1 Breve reseña histórica del sistema RFID.....	13
5.3.2 ¿Qué es RFID? .....	16
5.3.3 Qué aplicaciones tiene la tecnología RFID.....	17
a) RFID en Logística y control de inventarios: .....	17
b) RFID en Alimentación:.....	17
c) RFID en Hospitales:.....	17
d) RFID en Tarjetas de crédito:.....	18
e) RFID en Bibliotecas:.....	18
f) RFID en Ganadería: .....	18
g) RFID para control de accesos: .....	18
h) RFID en la industria:.....	18
i) RFID en Tiendas:.....	18
5.4 Partes básicas de un sistema RFID .....	18
5.4.1 Transponder.....	19

5.4.2	Lector o transceptor RFID.....	21
5.4.3	Funcionamiento del sistema RFID.....	22
5.4.4	Transpondedores (etiquetas, “tags”).....	24
5.4.5	Transpondedores activos .....	25
5.4.6	Transpondedores semi-activos.....	27
5.4.7	Transpondedores pasivos .....	28
5.4.8	Transpondedores semi- pasivos.....	28
5.5	Breve reseña histórica de Arduino. ....	30
5.5.1	¿Qué es Arduino? .....	31
5.5.2	Como funciona Arduino.....	31
5.5.3	Tipos de Arduino .....	32
5.5.4	Regulador de voltaje LM317 para alimentar la placa Arduino.....	37
5.5.5	Principio de funcionamiento del LM317 .....	38
5.6	Teclado Matricial .....	39
5.6.1	¿Qué es un teclado Matricial? .....	39
5.6.2	¿Cómo funciona un teclado matricial 4x4?.....	39
5.6.3	Especificaciones del teclado matricial 4x4 .....	41
5.6.4	Esquema de conexión de un teclado Matricial 4x4.....	42
5.7	LCD 16x2 .....	43
5.7.1	Breve historia de los LCD .....	43
5.7.2	¿Qué es un LCD? .....	44
5.7.3	Conexiones de un LCD con Arduino.....	45
5.8	PCF8523 Real Time Clock I2C .....	46
5.8.1	¿Qué es un PCF8523 Real Time Clock I2C?.....	46
5.8.2	Conexión y alimentación del PCF8523 .....	47
5.9	Cerca eléctrica .....	51
5.9.1	Breve reseña histórica .....	51

5.9.2	¿Qué es una cerca eléctrica?	51
5.9.3	Cerca eléctrica en la ganadería	51
5.10	Componentes del cerco eléctrico	52
5.10.1	Fuente de energía	53
5.10.2	Energizador	53
5.10.3	Partes básicas de un Energizador o Impulsor Eléctrico	53
5.10.4	Periféricos	53
5.10.5	Corriente alterna (CA)	53
5.10.6	Diodos rectificadores 1N5404	54
5.10.7	Características del 1N5404 Diodo rectificador:	54
5.10.8	Funcionamiento de un diodo rectificador	55
5.10.9	Polarización directa	55
5.10.10	Polarización inversa	56
5.10.11	Tipos de circuitos con estos componentes eléctricos	57
5.10.12	Ondas Senoidales	58
5.10.13	Valor efectivo (RMS)	58
5.10.14	Vp - Valor instantáneo máximo (o valor de pico)	59
5.10.15	Vpp - Valor pico-a-pico	59
5.10.16	Diac	59
5.10.17	TRIAC Q4015L	60
5.10.18	Capacitor de carga de 6uf 5% 630vdc 50/60 Hz	62
5.10.19	Transformador de alta para cerca eléctrica	65
5.10.20	El Impulsor Dispone de dos salidas:	66
5.10.21	Alambre	67
5.10.22	Estacas y aisladores	67
5.10.23	Funcionamiento del cerco eléctrico	68

<b>5.11</b>	<b>Tipos de cercas eléctricas.....</b>	<b>71</b>
5.11.1	Cercas fijas.....	72
5.11.2	Cercas móviles.....	72
5.11.3	Ventajas del cerco eléctrico .....	74
<b>VI.</b>	<b>DISEÑO METODOLOGICO .....</b>	<b>75</b>
6.1	Tipo de Investigación.....	75
6.2	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	78
6.3	Procedimientos para la recolección de datos e información.....	79
6.4	Plan de análisis y procesamiento de datos .....	79
<b>VII.</b>	<b>DESARROLLO.....</b>	<b>81</b>
7.1	Necesidades Básicas y principales problemas con lo que luchan a diario los propietarios de fincas ganaderas.....	81
7.2	Dificultades que presentan pequeños ganaderos .....	81
7.3	Ventajas de la tecnología para los pequeños ganaderos .....	83
7.4	Necesidades básicas .....	83
7.5	Diseño del dispositivo de electroshock y trazabilidad bovina .....	85
7.5.1	Requerimientos del Diseño de la cerca eléctrica.....	85
7.5.2	Evaluación y Selección de Componentes.....	86
7.5.3	Esquema general del dispositivo.....	87
7.5.4	Periféricos .....	87
7.5.5	Diodos rectificadores 1N5404 .....	87
7.5.6	Diac .....	88
7.5.7	TRIAC Q4015L .....	88
7.5.8	Capacitor de Carga y Transformador de Alta .....	88
7.5.9	Capacitor de carga de 6uf 5% 630vdc 50/60 Hz.....	88
7.5.10	Transformador de alta para cerca eléctrica.....	89
7.5.11	Diagrama esquemático elaborado en el simulador proteus .....	89
7.6	Elaboración del Case y PCB para nuestro proyecto .....	93

7.6.1	<b>Case del dispositivo</b>	93
7.6.2	<b>PCB Layout Proteus Profesional Versión 8</b>	95
7.6.3	<b>Montaje y pruebas de funcionamiento del dispositivo</b>	101
7.6.4	<b>Requerimientos del Diseño del sistema de trazabilidad</b>	103
7.6.5	<b>Evaluación y Selección de Componentes.</b>	104
8.0	<b>Sistema RFID</b>	104
8.0.1	<b>Identificador de RFID</b>	105
8.0.2	<b>Modulo lector RFID</b>	107
8.0.3	<b>Características del módulo RFIDRW-E-TTL:</b>	108
8.0.4	<b>Datalogger Shield</b>	109
8.0.5	<b>Arduino uno R3</b>	111
8.0.6	<b>Zumbador 5V Buzzer Activo 4 a 7V DC</b>	112
8.0.7	<b>LCD 16X2</b>	112
8.0.8	<b>Teclado Matricial 4x4</b>	112
8.0.9	<b>Baterías</b>	112
8.0.10	<b>Batería de 9 voltios Panasonic</b>	113
8.0.11	<b>Esquemático</b>	115
8.0.12	<b>Distancia de lectura</b>	116
8.0.13	<b>Elaboración del Case y PCB para el proyecto</b>	116
8.0.14	<b>Case del dispositivo</b>	117
8.0.15	<b>PCB Layout Proteus Profesional Versión 8</b>	117
8.0.16	<b>Montaje y pruebas de funcionamiento del dispositivo</b>	120
9.0	<b>Presupuesto económico y beneficios que llevara la implementación del proyecto a la Finca Rancho el Urraco.</b>	122
9.0.1	<b>¿Cercado eléctrico o alambre de púas?</b>	123
9.0.2	<b>Reducción de costos:</b>	123

9.0.3	Facilidad en su instalación: .....	123
9.0.4	Protección y seguridad para los animales: .....	123
9.0.5	Ahorro: .....	124
9.0.6	Costos eléctricos, electrónicos y otros. ....	125
9.0.7	Costos mecánicos.....	126
9.0.8	Material y costos del cercado .....	126
9.0.9	Material instalado en campo.....	127
9.0.10	Costo de Mano de Obra del diseño e instalación de la cerca eléctrica. .	127
9.0.11	Costos directos totales de la cerca eléctrica.....	127
9.0.12	Sistema de trazabilidad bovina.....	128
9.0.13	Costo de los componentes electrónicos .....	129
9.0.14	Costos mecánicos del sistema de trazabilidad.....	129
9.0.15	Costo y mano de obra del diseño de un Lector RFID.....	130
9.0.16	Costos directos totales del Lector RFID .....	130
9.0.17	Costo total del proyecto .....	130
VIII.	CONCLUSION.....	131
IX.	RECOMENDACION .....	133
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	134
VIII.	ANEXOS.....	136

## I. INTRODUCCION

En la actualidad es importante saber de dónde vienen los animales que se compran ya sea para leche, carne u otro objetivo, a que procesos son sometidos, que normas de higiene le aplicaron y por cuantas personas y lugares pasaron antes de terminar en nuestras manos para ser consumidos. Es fundamental que un ganadero genere información y mantenga registros, para tener control de su producto en todas las etapas del proceso de producción, para establecer y cumplir estándares de calidad. (Gutiérrez, López y Orozco, 2014). También es muy importante que el ganadero cuide al animal y esto se puede lograr utilizando algunas técnicas de pastoreo como lo es la forma tradicional con cercos rústicos de púa o actualmente con cercas eléctricas, esto se usa para maximizar el uso de la pradera, el crecimiento de la misma, y también como protección contra depredadores como zorros o perros vagos. (Romero, Levío, y Carillanca, 2009)

Dentro del sector pecuario en Nicaragua se necesita llevar un control minucioso del ganado bovino lo que se le conoce como trazabilidad, cuando los productores trazan su ganado tienen que llevar un registro de su sanidad, su genética, alimentación, peso, incluyendo formatos de traza del programa de trazabilidad implementado por el IPSA. (Huerta, Centeno, 2018) En la zona norte como lo es Jalapa Nueva Segovia, las fincas de mediano y pequeños productores que trabajan con ganado bovino hacen uso de inventarios tradicionales lo cual se pierde tiempo al llevar el control a papel y lápiz debido a la cantidad de ganado que se maneja.

En Nicaragua el ganado se cuida a través de las cercas de púas tradicionales el cual impide el acceso a roedores tales como; lobos, coyotes, perros y personas sin escrúpulos, también se lleva un registro manual del hato (papel y lápiz) este ayuda a saber cómo va el proceso de crecimiento del animal desde que nace hasta que muere. Estos métodos usados en fincas, no son del todo efectivos ya que los animales bovinos en muchas ocasiones rompen las cercas, las cuales son muy rústicas por lo cual el animal se maltrata demasiado, no son del todo seguras, pero también las personas destinadas al cuidado no se dan abasto para cubrir el área donde están los animales.

En el presente proyecto se pretende realizar el diseño de un dispositivo electrónico que transmita pulsos de electroshock a través de una cerca eléctrica y así mismo se desarrollará un diseño que facilitará la recolección de datos de cada animal al implementar la tecnología RFID y el registro digital dentro de una memoria SD para la trazabilidad bobina en formatos IPSA.

En la finca Rancho el Urraco en Jalapa Nueva Segovia, donde se realizó una visita de campo, se observó que los animales se identifican mediante un sistema muy tradicional, como es lápiz y cuaderno, por lo cual se propone hacer un dispositivo que facilite saber la procedencia del animal, sus características, o más bien el registro desde que nace hasta que muere, la ineficiente aplicación de tecnología y empresas, no apoyan a los ganaderos en la zona norte del país, ayudarían mucho si se involucraran fuertemente en este ámbito, ya que los productores de ganado bovino evitarían tener pérdidas económicas.

Un sistema de identificación para el hato bovino ayudaría al ganadero, ya que se evitaría poner en riesgo a los animales, debido a que al ser sustraído de un potrero o salirse del corral, cualquier persona puede destazar o vender el ganado bovino, esto dificulta a las autoridades dar un buen seguimiento al ganado, pero al contar con un registro o identificación del mismo, se puede evitar tener problemas a futuros que afectarían al propietario de la finca.

Actualmente dentro del cuidado del hato bovino o el tratado de parcelas, el apotreramiento es una de las técnicas que permite mejorar el pastoreo, sin embargo, el uso de potreros con cercos de púa puede dificultar la eficiencia de cosecha de leche en determinadas épocas del año. El cerco eléctrico es una herramienta que permite un uso más eficiente del pastoreo, ya que hay una mayor flexibilidad en la cual no afecta al ganado bovino. El cerco eléctrico consiste en un alambre electrificado que transmite pulsaciones eléctricas, las que son recibidas por el animal al tocar el alambre. Este golpe eléctrico en ningún caso produce daño a la integridad física de los animales que la reciben, produciendo sólo temor de los animales al acercarse a los alambres. (Romero, Levío, y Carillanca, 2009)

En la finca antes mencionada se cuida el ganado a través de métodos tradicionales los cuales se citaron anteriormente, estos métodos usados ponen en riesgo la salud y tranquilidad de hato bovino.

Al detectar todas estas deficiencias en la finca, se concluyó que el sector ganadero en jalapa nueva Segovia tiene cuantiosas pérdidas económicas y esto dificulta el desarrollo de las grandes, medianas y pequeñas fincas ganaderas.

## II. ANTECEDENTES

En el proceso de realización de este documento se consultaron diferentes fuentes de trabajos relacionados con el tema, en primer lugar, se consultó en el centro de documentación FEC de la UNI, encontrando así estudios enfatizados al área de trazabilidad bovina, en segundo lugar, se consultó en el repositorio de la UNAN-Managua, y se encontraron algunos documentos enfocados al área de trazabilidad por lo cual solo se tomó uno como referencia, pero también se encontró que en algunas universidades del extranjero se han desarrollado estudios previos acerca de lo que es la cerca eléctrica por lo cual se toma como referencia una de las más importantes, y a continuación se mencionan 3 de los trabajos de mayor relevancia:

Tesis 1- Trazabilidad: Incidencia de la trazabilidad del ganado en el comercio exterior de la carne bovina del matadero Nica Beef Packers S.A, del municipio de Condega, en el año 2014. Elaborado por Gutiérrez Pérez Loireth Skeny, López Betanco Yassoara Catalina, y Orozco Lazo Xochit Ixayana de la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, UNAN–MANAGUA (FAREM–ESTELÍ) en el 2014. (Gutiérrez, López y Orozco, 2014)

Tesis 2- Uso De RFID para la identificación de ganado bovino: Diseño e Implementación de un bastón portable lector de etiquetas RFID para la identificación del ganado y el ingreso de datos en los Sistemas de Trazabilidad Bovina que operan en Nicaragua. Elaborado por Joseling Vanessa Sánchez Centeno y Mario Rodolfo García Díaz, de la Universidad Nacional de Ingeniería, Managua-Nicaragua (UNI-RUSB) en el 2017. (Sanchez y Garcia, 2017)

Tesis 3- Cerca Eléctrica: Implementación de un prototipo de un cerco eléctrico para protección de ganado utilizando energía solar y envío de mensajes cuando exista una violación del sistema. Elaborado por Wellington David Velasco Llano. Velasco, de la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba-Ecuador en el 2018. (Velasco , 2018)

En este proyecto con respecto a las demás monografías tomadas como referencia, se propone dar solución para mejorar la seguridad y producción del hato bovino, usando un

método de trazabilidad que consiste en llevar el registro del ganado desde que nace hasta que muere (industrialización), y también con una cerca eléctrica ayudando al bovino a encontrarse en un lugar más tranquilo y fuera de estrés, así mismo le ayuda al ganadero a evitarse problemas tanto con las fincas vecinas, como gastos económicos, esto también le ayuda un poco a correr algunos roedores, y a las personas sin escrúpulos que se dedican al abigeato se les hace un poco más difícil extraer un animal.

Los estudios citados anteriormente guardan relación con el presente proyecto en la medida en que los tres tienen elementos comunes relacionados con el tema del sistema electrónico de pastoreo y trazabilidad-bovina utilizando tecnología RFID y además servirá de apoyo para la realización de la investigación, debido a que se constituyen como una guía ante la poca experiencia de los investigadores.

### III. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad los pequeños, medianos y grandes productores, están teniendo problemas con llevar a cabo el pastoreo del hato bovino más cuando la cantidad de este es excesiva existe cierto grado de complejidad. Según el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA), una de las soluciones para este problema es la identificación de los animales mediante aretes. Sin embargo, los aretes utilizados hasta el día de hoy en las fincas del país son del tipo visual-visual, los cuales permiten identificar cada cabeza de ganado con un código único, pero estos números de ID deben ser manejados con ayuda de papel y lápiz. Además, los códigos deben ser digitalizados manualmente mediante un computador en caso de querer insertarlos en una base de datos. Cabe señalar que los identificadores del tipo visual-visual, llamados también aretes simples, son adecuados cuando se desean monitorear pocos animales. Pero al tener cantidades mayores a 10, se complica a la hora de auditar rápidamente las cabezas de ganado para saber si hay animales faltantes y tampoco permiten registrar datos de trazabilidad de los animales de manera automática. (Sánchez, García, Agosto 2017)

Además, se constató que en una de las fincas de Nicaragua como lo es la finca Rancho el Urraco, ubicada al norte del país, en el municipio de Jalapa, departamento de Nueva Segovia, donde se pretende implementar el proyecto electrónico de trazabilidad bovina, también es muy necesaria la implementación de lo que es un sistema electrónico de pastoreo el cual consiste en el cuidado y la alimentación del ganado bovino, este se traslada de un terreno a otro donde pueda estar en un ambiente tranquilo y agradable. El pasto es el alimento más económico y fácil de obtener, y este le proporciona la energía necesaria al animal para que luego le permita obtener ya sea carne, leche u otros productos. El sistema electrónico de pastoreo o cerca eléctrica ayudaría a disminuir el costo, debido a que se necesita una sola hebra de alambre para electrificar la cerca, es de fácil instalación, protege el cuero del animal, en comparación con el pastoreo tradicional que consiste en cercos de púa, este maltrata al animal, el mantenimiento es más caro etc. Así mismo, esto evitaría el maltrato que se da el animal tratando de salir del lugar donde se encuentra para introducirse a otras parcelas o fincas cercanas, ocasionando así disgustos con los demás vecinos.

Los sistemas electrónicos de pastoreo y trazabilidad bovina en el mercado nacional e internacional tienen un costo bastante alto. En Nicaragua, los pequeños ganaderos son incapaces de adquirir sistemas electrónicos para cuidar y proteger al ganado. Incluso, cuidarlos con métodos tradicionales es un poco complicado para muchos de ellos, es por eso que se les ofrece un sistema más económico y efectivo de los que se ofrecen en el mercado.

Esta investigación pretende idear una solución que mejore la seguridad y producción del hato bovino, usando un método de lectura electrónica que consiste en llevar el registro del ganado desde que nace hasta que muere (industrialización), y también con una cerca eléctrica ayudando al bovino a sentirse en confianza y tranquilidad, así mismo le ayuda al ganadero a evitarse problemas tanto con las fincas vecinas, como gastos económicos, esto también le ayuda un poco a correr algunos roedores, y a las personas sin escrúpulos que se dedican al abigeato se les hace un poco más difícil extraer un animal. El propósito de la investigación es recolectar la mayor información y utilizarla para dar mejoras al producto y ofrecerlo a un precio accesible al usuario, en relación al elevado costo de los dispositivos que ofrecen diversas empresas.

## **IV. OBJETIVOS**

### **1. OBJETIVO GENERAL:**

- Implementar un sistema electrónico de pastoreo y trazabilidad bovina utilizando tecnología RFID para la finca Rancho el Urraco en Jalapa Nueva Segovia.

### **2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Realizar un estudio de las necesidades de pastoreo y trazabilidad bovina utilizando mapas, datos e inventarios de la finca Rancho el Urraco.
- Implementar un circuito electrónico que permita transmitir de manera segura los choques eléctricos al ganado bovino por medio de una cerca eléctrica.
- Diseñar un dispositivo que permita llevar el registro del ganado bovino en tiempo real con un sistema de RFID.
- Realizar un análisis económico de los beneficios que llevará la implementación del proyecto.
- Evaluar el funcionamiento del dispositivo electrónico de pastoreo y trazabilidad en la finca Rancho el Urraco.

## **V. MARCO TEORICO**

### **5.1 Fundamento teórico**

En el presente proyecto se definirán conceptos relacionados a la metodología del proyecto sistema electrónico de pastoreo y trazabilidad bovina con tecnología RFID, definición de dispositivos RFID, y las corrientes utilizadas en el impulsor de electro-shock.

### **5.2 Trazabilidad**

#### **5.2.1 Origen de la Trazabilidad**

En la actualidad la globalización de los mercados y la facilidad con la que un consumidor puede adquirir información sobre los productos que se encuentran en él, son dos de los puntos más importantes gracias a los cuales se puede realizar una toma de decisiones para la adquisición de un producto en concreto.

Los principales motivos que empujaron a la Unión Europea a desarrollar una legislación pionera sobre los sistemas de trazabilidad y hacer obligatoria su implantación en todas las empresas alimentarias fueron las sucesivas crisis alimentarias ocurridas en el seno de la unión entre 1986 y 1996 tales como las dioxinas, las encefalopatías de vacuno y ovino y la fiebre porcina. En aquel entonces, a pesar que las autoridades sanitarias tomaron las medidas pertinentes para atajar las crisis y proteger la vida de los consumidores, el daño ya estaba hecho. El continuo bombardeo informativo por parte de los medios había generado una considerable alarma social y ya todos los consumidores desconfiaban de determinados productos, fundamentalmente los cárnicos. Esta sucesión de crisis y otras más pequeñas y puntuales como podrían ser los brotes de salmonelosis y otras toxiinfecciones alimentarias, pusieron en el punto de mira del consumidor a las empresas implicadas en la cadena alimentaria y los alimentos en sí. Como consecuencia, el consumidor, razonablemente preocupado por su salud exigía cada vez más información sobre los productos que adquiriría. En un primer momento y como respuesta a cada una de las crisis alimentarias la Unión Europea fue creando directivas y reglamentos referentes a la seguridad alimentaria, tanto a nivel general como a nivel sectorial.

No obstante, las directrices y reglamentos no eran suficientes para actuar de una manera rápida y eficaz ante las crisis alimentarias, por lo que la Unión Europea impulsó la creación de un reglamento específico en el que se obliga a todas las empresas alimentarias y de piensos a instaurar un sistema de identificación y rastreabilidad de la totalidad de los productos que fabricaban o manipulaban. A partir de este momento todas las empresas alimentarias y de piensos debían disponer de un sistema de trazabilidad. Estos sistemas permiten mejorar la respuesta ante una crisis alimentaria, pues los productos están correctamente identificados y el sistema de rastreabilidad permite seguir el producto desde su origen hasta que este llega al consumidor. Además, se ofrece al consumidor, mediante la identificación de los productos, un aumento en la calidad de la información, no solo nutricional, sino también de lo referente a los componentes y materias primas que lo integran, fechas de envasado, origen, parámetros de calidad etc. Es por esta razón que el mercado global es cada vez más exigente con las empresas alimentarias, con el fin de garantizar el derecho del consumidor de recibir alimentación sana, y que los productos alimenticios puestos en el mercado a su disposición sean salubres e inocuos, y cuyo consumo no constituya ningún riesgo a la salud. Se entiende como empresa alimentaria aquella dedicada a la actividad de producción de alimentos o a su fabricación, procesamiento, almacenamiento, distribución o expedición o a todas estas acciones. (Sánchez, García, Agosto 2017)

### **5.2.2 ¿Qué es la trazabilidad?**

Existen dos tipos de conceptos, **según la RAE, trazabilidad es:**

Posibilidad de identificar el origen y las diferentes etapas de un proceso de producción y distribución de bienes de consumo.

**Y según la norma ISO 9000; 2015, trazabilidad es:**

La capacidad para seguir el histórico, la aplicación o la localización de un objeto.

La trazabilidad está estrechamente vinculada al de identificación; para que exista trazabilidad del producto o servicio respecto a sus fases de realización, necesitamos un sistema de identificación consistente.

### **5.2.3 ¿Por qué es importante la implementación de sistemas de trazabilidad?**

En esencia, porque garantiza la salubridad de los productos, lo que repercute en un aumento de la calidad. La implantación de un sistema de trazabilidad permite a la empresa productora:

- La identificación y localización de los productos o materias primas a lo largo de la cadena productiva.
- Una mejora en el control de los procesos de producción, así como en la gestión de la empresa y de sus procesos. Por ejemplo, en el control de “stock” en el almacén (rotación, que productos hay en el almacén, cuanto tiempo llevan en él, saber si está prevista su expedición, etc.). Esto es posible gracias a la información generada por el sistema, facilitada en muchos casos por la aplicación de nuevas tecnologías.
- La garantía de calidad e inocuidad del producto. El que un producto, tanto fresco como preparado, lleve una etiqueta o algún distintivo que verifique que ha pasado ciertos autocontroles y ciertas inspecciones sanitarios, es un punto a favor para el empresario, asegurándose este un aumento de confianza por parte del consumidor y un consecuente aumento en las ventas.
- En caso de incidencia alimentaria, facilita por medio de los registros generados, la localización e inmovilización del producto.

Podemos decir que la trazabilidad tiene dos entornos, uno sanitario y el otro comercial, de tal manera que, el entorno sanitario está relacionado con la inocuidad de los alimentos, y el entorno comercial se relaciona con la calidad del producto y la capacidad de satisfacer a los consumidores con productos garantizados. (Sánchez, García, Agosto 2017)

### **5.2.4 ¿Porque la trazabilidad está relacionada con la electrónica?**

Para poder identificar los productos a trazar, llevar registros y tener acceso a información de estos en todo momento, se necesitan marcas identificadoras y un sistema para almacenar la información relacionada a esos identificadores. En un principio cualquier sistema de identificación, localización y registro sería útil, no obstante, cuando se toma

en cuenta la cantidad de productos que se deben trazar entonces no cualquier método resulta adecuado. Por ejemplo, usualmente en nuestro país se lleva un control manual por medio de papel y lápiz de la trazabilidad bovina, y no se puede negar que este método funciona para fincas con menos de una decena de animales, pero cuando la cantidad de animales incrementa a cientos o miles ya no se vuelve tan factible escribir manualmente todos los datos porque llevaría mucho tiempo y la introducción de errores incrementa. Es por ello que, se debe recurrir a sistemas computacionales con la capacidad de almacenar grandes cantidades de información de manera automática y confiable, además, se deben implementar métodos de identificación que sean compatibles con los sistemas computacionales, es decir que los métodos de identificación deben ser electrónicos también. El sistema RFID y el código de barras juegan un papel muy importante en este tipo de tareas. La Figura 5.1 muestra información brindada al consumidor final del producto trazado mediante el uso de código QR. El código QR es una variante del código de barras, lo que lo hace versátil y accesible al consumidor final es que solo se necesita un “Smartphone” con cámara para decodificarlo. (Sánchez, García, Agosto 2017)



**Figura 5.1 Identificación por código QR**

**Fuente:** (MIMENUQR, S.F)

### 5.2.5 ¿Qué es la trazabilidad bovina?

Este proyecto se enfoca en lo que es la trazabilidad aplicada al hato bovino y se dice que es la capacidad de seguir el rastro del animal, desde que nace hasta la faena e industrialización, registrando datos tales como, nacimiento, sexo, raza, edad y sus movimientos a lo largo de su vida. Estos registros son importantes para el seguimiento sanitario, tanto para el consumo en el país como la exportación. (IPSA, S.F)



**Figura 5.2 Identificador Visual**

**Fuente:** (OIRSA, 2013)

### 5.3 Sistema Identificador RFID

#### 5.3.1 Breve reseña histórica del sistema de Identificación por radiofrecuencia (RFID)

La identificación por radio frecuencia se remonta a los descubrimientos hechos por Faraday a mediados del siglo XIX y los descubrimientos hechos entre 1900 y 1940 en las tecnologías de radio y radar. Faraday descubrió el fenómeno de inducción mutua, lo cual forma las bases para alimentar los transpondedores de manera inalámbrica cuando

están en el campo cercano del lector. Los avances tecnológicos que habilitaron el desarrollo de transpondedores de largo alcance ocurrieron durante la primera mitad del siglo XX.

Volviendo al siglo XIX, luego de los trabajos de Faraday, el matemático y físico escocés James Clerk Maxwell publicó las primeras teorías acerca de la radiación electromagnética en "Un tratado acerca de electricidad y magnetismo". Las ecuaciones de Maxwell se construyeron sobre los trabajos de Coulomb, Ampere, Faraday y Gauss. Hoy las fórmulas de Maxwell son llamadas "Ecuaciones de Maxwell". Estas ecuaciones describen muy aproximadamente el fenómeno de la radiación electromagnética. Maxwell teorizó que la radiación electromagnética viaja a la velocidad de la luz en la forma de ondas. Más tarde en 1888, el físico alemán Heinrich Rudolf Hertz fue el primero en probar la existencia de la radiación electromagnética y las teorías de Maxwell. Hertz logró esto al construir un dispositivo que producía ondas de radio. Después de ello, en 1901, Guglielmo Marconi transmitió un radio-telegrama de manera transatlántica. Marconi había enviado la primera transmisión inalámbrica a larga distancia marcando el inicio de una nueva era en la historia humana. Luego, 20 años más tarde, la cadena BBC (British Broadcasting Corporation) ya estaba transmitiendo a través de Inglaterra y Europa. El logro de Marconi obligó a los ingenieros y científicos alrededor del mundo a encontrar nuevas formas de hacer uso de la tecnología que empezaba a emerger. Investigaciones entre 1920 y 1930 eventualmente llevaron al desarrollo del radar (radio detection and ranging). El radar en un principio fue desarrollado como un sistema anticolidión. De esa manera, el radar podía determinar la localización de un objeto usando tres pasos básicos: primero, una onda de radio direccionada es transmitida, segundo, la onda de radio se propaga desde la fuente y es reflejada por cualquier objeto con el cual entre en contacto, por último, cuando la fuente recibe la onda reflejada, un simple cálculo es realizado para determinar la distancia del objeto con respecto a la fuente.

Uno de los pioneros del radar fue un científico británico llamado Robert Watson-Watt. Aunque Watson Watt no fue el inventor del radar, él fue acreditado como uno de los mayores exponentes de esta tecnología cuando el gobierno británico le concedió el desarrollar un radar aéreo en los días de inicio de la segunda guerra mundial. Watson

Watt propuso que el radar podría localizar aviones aproximándose al rebotar ondas de radio en sus cascotes. Este sistema de radio fue lanzado por todas las Islas Británicas y fue el responsable directo de la victoria de la “Royal Air Force” británica que era sobrepasada en número por la “German Luftwaffe” alemana, durante la batalla de Gran Bretaña. La transmisión por radio y el radar son las tecnologías fundamentales que dieron vida a la tecnología de radio identificación por frecuencia. La primera implementación conocida de RFID se cree es la de: “identificación de amigo o enemigo” o por sus siglas en inglés IFF, sistema que fue desarrollado durante la segunda guerra mundial. El sistema IFF permitió al ejército británico detectar si los aviones que se acercaban eran amigos o enemigos. Usando tecnología de radar, una señal era transmitida desde una base militar hacia un avión aproximándose, esta señal excitaría el radio transpondedor del avión y si el avión era amigo, entonces se esperaba que el transpondedor respondiera a la base militar un código secreto que identificaba al avión como amigo. Si el avión respondía con un código erróneo o el avión fallaba al responder, la milicia británica consideraría al avión como una posible amenaza. El sistema IFF fue luego mejorado para evitar el fuego entre aviones amigos y aviones aliados. El sistema IFF mejorado aún está en uso hoy en día por la mayoría de las fuerzas militares del mundo. La diferencia es que hoy en día se transmiten muchos más datos en comparación con el código antiguo, pero el concepto es casi el mismo de 1940.

La evolución de la ciencia y las aplicaciones de radio comunicaciones continuaron hasta mediados de 1900. Los ingenieros rápidamente aprendieron como transmitir, controlar y recibir ondas de radio de manera precisa y con ello nació un conocimiento más amplio de la ingeniería RF. En 1948, Harry Stockman publicó un documento titulado: “Comunicación por medio de la potencia reflejada”. Stockman descubrió que las ondas de radio podrían poseer suficiente energía electromagnética para alimentar un transmisor remoto. De esa manera, el transmisor remoto podría usar energía electromagnética recolectada de las ondas de radio recibidas y generar una transmisión de radio. Este descubrimiento es el fundamento principal de la tecnología RFID con transpondedores pasivos. No obstante, hubo muchas barreras que impidieron el desarrollo práctico de las aplicaciones RFID antes que un transpondedor RFID pudiera ser como lo conocemos hoy. (Sánchez, García, Agosto 2017)

### 5.3.2 ¿Qué es la tecnología RFID?

“RFID” son las siglas de identificación por radio frecuencia o “Radio Frequency Identification” en inglés. La tecnología RFID es el proceso y estructura física por medio del cual un identificador único dentro de un protocolo ya definido es transmitido desde cierto dispositivo hacia un terminal identificador usando ondas de radio frecuencia. Cronológicamente, ha tomado muchos años de desarrollo el diseño de un sistema funcional de este tipo, pero los principios básicos de operación no son diferentes del ya conocido código barras, el cual consiste en cifrar un número identificador en lenguaje de máquina para que pueda ser leído rápida y confiablemente de manera automática sin intervención humana. No obstante, no resulta justo decir que la tecnología RFID es solo un código de barras que opera en radio frecuencia, ya que el simple hecho que la tecnología de radio identificación implique el uso de un chip procesador con espacios de memoria, le confiere a esta tecnología aplicaciones inimaginables las cuales no podrían lograrse con el código de barras. Un ejemplo contundente sería identificar productos dentro de una caja sellada sin abrirla. No sería posible con el código de barras ya que implicaría abrir la caja para identificar lo que hay dentro, mientras que con RFID, fácilmente se podría leer que productos hay dentro porque las ondas de radio penetrarían la caja sin abrirla. Y este ejemplo es tan solo una de las muchas aplicaciones que el sistema RFID podría tener. Imaginarse un mundo donde una compañía no tiene problemas para encontrar su inventario en un almacén o asegurarse que los productos que entregan concuerden exactamente con la orden de entrega o conocer el actual estado de producción de un bien en particular a lo largo de la cadena productiva sin importar el tipo de producto que sea, no son aplicaciones ajenas a la tecnología RFID. De hecho, la tecnología RFID la vemos a diario, pero no nos damos cuenta que está ahí. Por mencionar algunos ejemplos, tenemos presente la tecnología RFID en: tarjetas de pago electrónicas como las tarjetas de transporte urbano colectivo utilizadas en Managua como muestra la Figura 5.3, también, en algunos “smartphones” y computadoras portátiles que usan la tecnología NFC o en tarjetas de débito/ crédito las cuales poseen un chip RFID. (Sánchez, García, Agosto 2017)



**Figura 5.3 Tecnología RFID**

**Fuente:** (LA VOZ DEL SANDINISMO , 2013)

### **5.3.3 Qué aplicaciones tiene la tecnología RFID**

- **Son diversas, pero entre otras cabe mencionar las siguientes:**

- RFID en Logística y control de inventarios:** donde el seguimiento de cada uno de los productos que entra y sale del almacén, unido a los que se devuelven, debe estar perfectamente documentado. Un sistema de RFID aplicado a este ámbito reduce, casi al 100% los errores que se cometen con otro tipo de sistemas, sin olvidar que los datos se obtienen al momento, con lo que eso agiliza las cosas.
- RFID en Alimentación:** éste es un sector donde, por un lado, tener controladas las fechas de envasado y caducidad son esenciales para garantizar la seguridad de las personas que lo consumen, pero también los números de lote de los productos, de manera que se sepa, en todo momento, dónde se ha fabricado, dónde se ha distribuido y vendido para que, en caso de tener que retirarlo, esté completamente localizable.
- RFID en Hospitales:** para control de los productos sanitarios, así como de los análisis y otras pruebas que se realizan a los pacientes. Además, cada paciente que ingresa en el hospital, contará con un código en forma de etiqueta RFID, desde la cual se

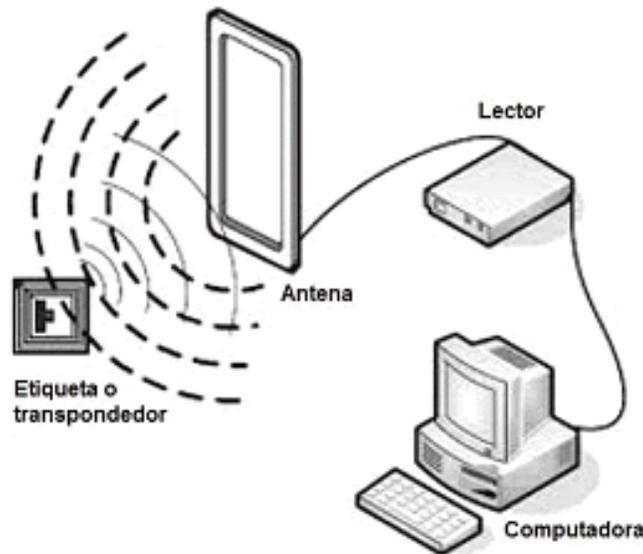
puede ver todo su historial en todo momento y las pruebas que se le hagan irán con ese mismo número. Así se evitan posibles confusiones con otros pacientes.

- d) **RFID en Tarjetas de crédito:** para garantizar la seguridad de los datos de la misma, evitando así el mayor número de extracciones de dinero por parte de los ladrones o de poder localizar dónde ha sido extraído el mismo, gracias a la seguridad de la tarjeta.
- e) **RFID en Bibliotecas:** para tener un control exhaustivo, tanto de los productos que se encuentran en la misma, como del código de cada uno de ellos y de los productos que se llevan los usuarios, saber si los han devuelto e, incluso, conocer las tendencias de consumo de este sector en determinados momentos.
- f) **RFID en Ganadería:** al igual que en el sector de la alimentación, en el de la ganadería se utiliza este tipo de tecnología para identificar tanto el estado de salud del animal cuando está en vida (número de vacunas, peso, tipo de alimentación, etc.), como para cuando ya ha sido sacrificado. En caso de que hubiera problemas con los animales, ese número de identificación ayudaría a resolver lo antes posible el problema.
- g) **RFID para control de accesos:** tanto para controlar el número de personas que entran, como para saber si la entrada que tienen es falsa o no.
- h) **RFID en la industria:** con el objetivo especial de automatizar procesos, reducir errores, tiempos de ejecución y mejorar así las condiciones laborales de los trabajadores, consiguiendo una empresa más eficaz.
- i) **RFID en Tiendas:** por extraño que parezca, las tiendas de moda fueron de las primeras en utilizar este tipo de etiquetas, con el objetivo de identificar todos los productos producidos, distribuidos o vendidos. Hoy en día se utiliza también en otro tipo de tiendas, como las de alimentación. (Tecnipesa, 2020)

#### **5.4 Partes básicas de un sistema RFID**

A continuación, la Figura 5.4 muestra las partes básicas que componen un sistema RFID, estas son: el transpondedor (etiqueta, “tag”), el transceptor (lector o interrogador) y la

interfaz de aplicación para almacenar o visualizar los datos (computadora, “smartphone”, servidor etc.) (Sánchez, García, Agosto 2017)



**Figura 5.4 Partes de la Tecnología RFID**

**Fuente:** (Pérez, Morales, Marante, 2018)

#### **5.4.1 Transpondedores**

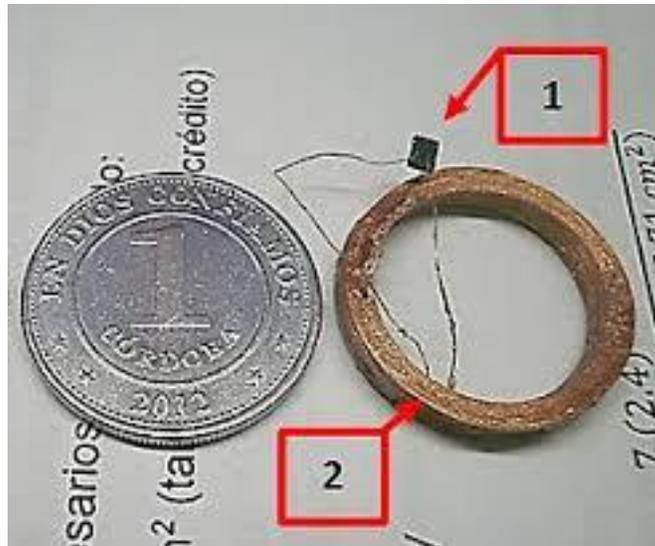
Los transpondedores RFID, también llamados etiquetas o “tags”, suelen ser de formas y tamaños variados. Por ejemplo, en la Figura 5.5 se muestran diferentes tipos de transpondedores, entre ellos: tarjetas, llaveros, placas, botones etc. La forma del transpondedor suele adecuarse a la aplicación a la que está destinado. Por ejemplo, para sistemas de seguridad y de identificación del personal es más adecuado usar tarjetas de PVC, donde es fácil imprimir en forma de carné los datos de la persona como su foto, nombre u otra información. Del mismo modo, los transpondedores RFID suelen ser pasivos, es decir, no tienen una fuente de poder propia, sino que extraen energía inalámbricamente del lector cuando están en presencia de este, y de esa manera responden al sistema transceptor con el código único que los caracteriza. Esto provee una enorme ventaja, ya que, al no tener una fuente de alimentación, el tamaño que poseen los transpondedores es reducido y pueden ser acondicionados para caber muy bien en cualquier lugar. (Sánchez, García, Agosto 2017)



**Figura 5.5 Transpondedores con diferentes encapsulados**

**Fuente:** (TECTUS, S.F)

La Figura 5.6 muestra la sección interna de un transpondedor utilizado para la identificación y manejo del ganado, el cual cumple con el estándar RFID ISO11784 e ISO11785 que corresponde a la identificación de animales. Más adelante se explicará con detalles este estándar y sus características, por el momento en la figura se puede apreciar que este tipo de etiquetas (transpondedores) son pasivos por lo cual extraen energía del lector o transceptor con el cual son compatibles y su encapsulado es en forma de aretes impermeables para ubicarse en las orejas de los bovinos y otros animales de corral. El tamaño del chip transpondedor no sobrepasa los 2mmx2mm de tamaño. (Sánchez, García, Agosto 2017)

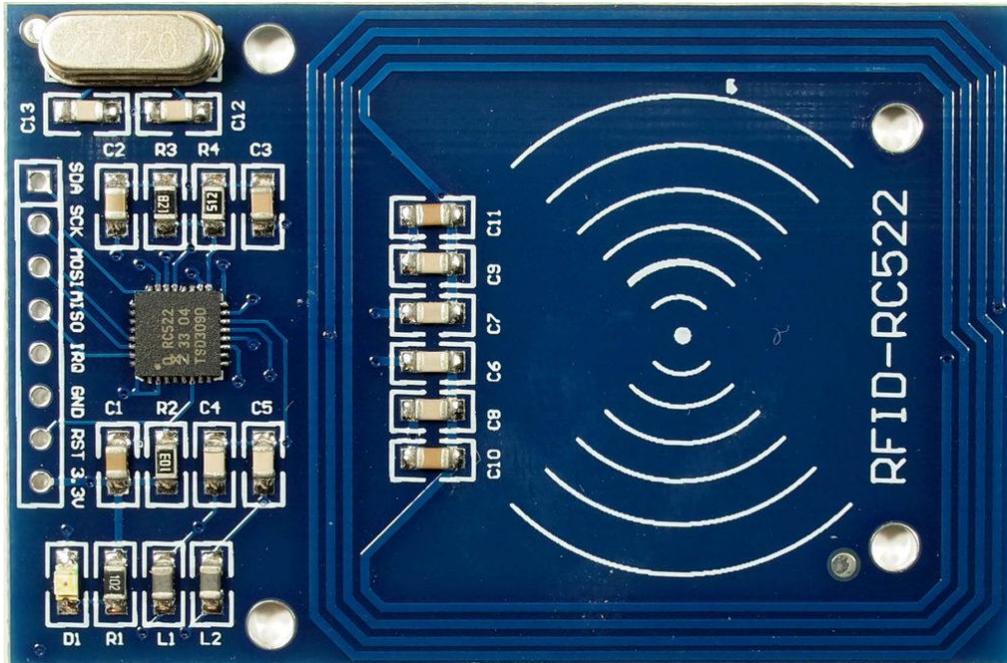


**Figura 5.6 Chip de un transpondedor HDX ISO 11784/85 con respecto a un córdoba nicaragüense. (1) Chip transpondedor, (2) bobina antenna.**

**Fuente:** (Sánchez, García, Agosto 2017)

#### **5.4.2 Lector o transceptor RFID**

Por otro lado, la Figura 5.7 muestra el diseño modular de un lector o transceptor RFID, donde se aprecia: la antena integrada en el PCB, el circuito integrado que realiza la función de estación base para comunicarse con las etiquetas o “tags” que son compatibles y la interfaz de salida para exportar datos. Asimismo, la interfaz de un lector puede variar según su aplicación. Pero las formas más utilizadas para exportar los datos hacia un ordenador o teléfono pueden ser: Bluetooth, USB, RS232, Wi-Fi y algunas veces Ethernet. Además, los lectores pueden ser puestos en el mercado como productos finales que ya poseen funciones finitas, o pueden ser modulares, como el de la Figura 1.7, el cual está abierto a ser aplicado en cualquier proyecto que vaya de acuerdo con los transpondedores con los que es compatible. (Sánchez, García, Agosto 2017)



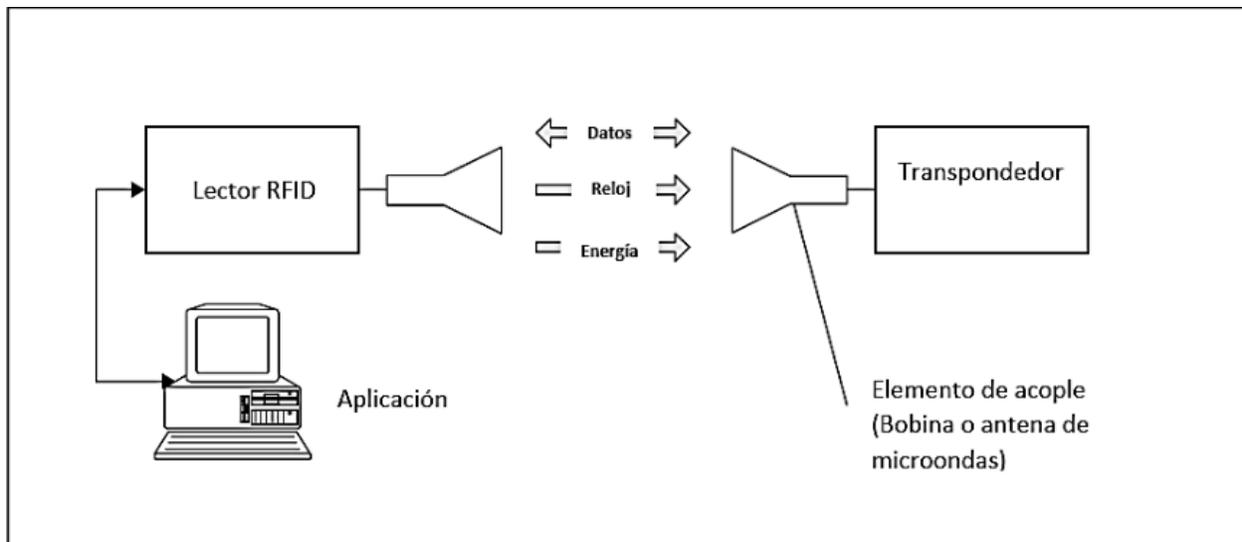
**Figura 5.7 Lector o Transceptor RFID**

**Fuente:** (Pedro Calero, 2017)

### 5.4.3 Funcionamiento del sistema RFID

La Figura 5.8 muestra de manera más detallada los componentes de un sistema RFID y la forma de operación del sistema. Como se había mencionado anteriormente, el sistema consta de un lector y un transpondedor comunicados y acoplados, no obstante, hay una etapa muy importante que se omitió previamente y es la comunicación entre ambos dispositivos. Para el acople RFID entre lector y transpondedor es necesario una antena en ambos extremos. Las antenas RFID varían su forma según la frecuencia de operación del sistema. La antena puede ser una simple bobina o puede ser una antena para microondas en aplicaciones más complejas. Asimismo, lo que se envía entre antena y antena es:

- Datos
- Señal de sincronización (Reloj)
- Energía.



**Figura 5.8 Diagrama operativo del sistema RFID**

**Fuente:** (Pedro Calero, 2017)

Los datos son la información que la etiqueta contiene, y para enviar esos datos debe hacerse uso de una señal de reloj que permita decodificar esa información. La codificación de los datos y la señal de reloj dependerán mucho del tipo de modulación que se use en el sistema RFID, igualmente, el tipo de modulación RFID está asociada con el estándar bajo el cual opera el sistema de radio identificación. Por otra parte, en ciertos casos también debe transmitirse energía mediante inducción electromagnética de parte del lector hacia el transpondedor, en caso que este último sea pasivo. De esa manera, la etiqueta se energiza y con esa energía entregada resulta suficiente para que el transpondedor transmita la información que contiene en forma de señal modulada, luego el lector demodula y decodifica esa información para que sea enviada después a la aplicación, que como ya se explicó anteriormente, puede tratarse de un ordenador personal, teléfono etc. En las siguientes secciones explicaremos más detalladamente acerca de los transpondedores, lectores y su funcionamiento, también se discutirá acerca de las diferentes clasificaciones existentes para el sistema RFID. (Sánchez, García, Agosto 2017)

#### 5.4.4 Transpondedores (etiquetas, “tags”)

Como se mostró anteriormente, los transpondedores existen en diferentes tamaños, formas y capacidades (Ver Figura 5.9). Cuando se diseña una solución RFID, el diseñador antes de elegir el tipo de transpondedor RFID debe tomar en cuenta los requerimientos de la aplicación a diseñarse y el costo de esta. Esta sección está orientada a establecer diferencias técnicas entre los diferentes transpondedores RFID existentes. Si tuviéramos que categorizar los transpondedores, estos pueden clasificarse según su fuente de alimentación en los siguientes grupos:

- Transpondedores activos.
- Transpondedores semi-activos.
- Transpondedores pasivos.
- Transpondedores semi-pasivos.



**Figura 5.9 Transpondedores RFID**

**Fuente:** (TECTUS Technology GmbH, S.F)

El presente apartado se centra en los transpondedores pasivos, no obstante, describiremos información relacionada con cada tipo, para comprender mejor el trabajo elaborado, luego se describirán con más detalle los transpondedores pasivos los cuales conforman nuestro interés principal.

#### **5.4.5 Transpondedores activos**

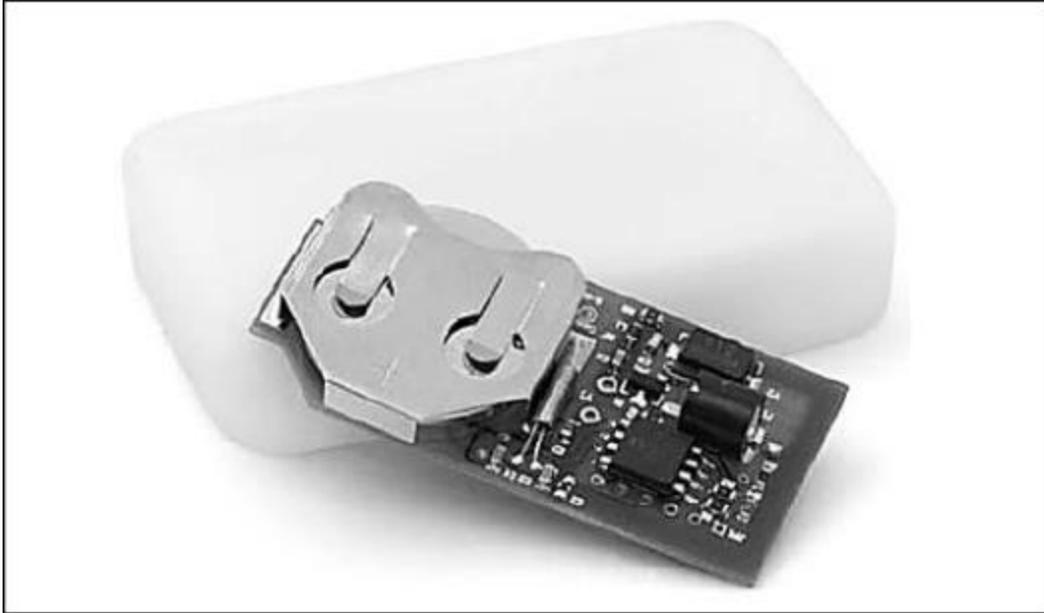
La característica que define a un transpondedor activo es que este contiene su propia fuente de poder. Usualmente esta es una batería como muestra la Figura 5.10. La fuente de poder integrada permite que este tipo de transpondedores sea muy flexible en cuanto a las funcionalidades que puede ofrecer. La batería le otorga un mayor rango de lectura y le permite comunicarse con el transceptor o lector a través de materiales los cuales serían impenetrables para otro tipo de transpondedores y transceptores. No obstante, las etiquetas activas no se hacen mucha publicidad hoy en día en comparación con las etiquetas pasivas, ya que la fuente de alimentación las obliga a ser más grandes y la vez más caras en con respecto a las pasivas.

Las etiquetas activas más básicas envían una señal regularmente con un horario programado. Esto es conocido como la “razón de faro”<sup>3</sup> del transpondedor. Las etiquetas pueden ser configuradas para tener una razón de faro que vaya desde sub-segundos hasta varios minutos. La selección del tiempo de faro depende de la solución que se esté diseñando. La mayoría de los transpondedores activos tienen una razón de faro de 1 a 15 segundos. Cada señal de faro es codificada con el identificador único del transpondedor junto con cualquier otra información telemétrica que la etiqueta posea para exportar. La fuente de poder integrada también le permite a la etiqueta activa soportar diferentes funcionalidades periféricas como sensores de temperatura, humedad y presión, además de espacios de memoria para escritura. Cabe señalar, que el tamaño del transpondedor incrementa conforme se incrementa el número de periféricos externos. Las etiquetas activas que usan baterías como fuente de poder tienen un tiempo de vida limitado. El tiempo de vida de un transpondedor activo usualmente se mide en años de operación.

Los transpondedores activos son comúnmente usados en los sistemas de localización en tiempo real RTLS. RTLS permite a las organizaciones saber instantáneamente la

localización de una etiqueta porque está siendo constantemente monitoreada por una red de antenas y lectores. Las etiquetas están asociadas con bienes como “laptops” u otros tipos de equipos médicos vitales o muy caros. En la mayoría de los sistemas RTLS los bienes etiquetados deben ser visibles para el sistema todo el tiempo. Si un bien desaparece, el sistema notificará al propietario que el bien ha desaparecido y se informará del último lugar donde el bien estuvo. Otra aplicación para los transpondedores activos es en el análisis de procesos, para esta aplicación los transpondedores son puestos en lugares claves del proceso productivo como en las personas, herramientas o productos. De esa manera, el sistema RFID se encarga de recolectar los datos de la ejecución del proceso y luego estos datos son analizados por los ingenieros industriales o los equipos de gestión de calidad para refinar los procesos en cuestión y mejorar la calidad del producto.

Las antenas en los transpondedores activos no hacen las mismas funciones que en los transpondedores pasivos. Esto debido a que en una aplicación pasiva la antena es utilizada para alimentar el transpondedor, no obstante, en los transpondedores activos, la antena solo tiene la responsabilidad de transmitir y recibir información. La antena más importante de un sistema RFID activo es la antena del lector, ya que esta es la que define el área de cobertura que tendrá el sistema RFID.



**Figura 5.10 Transpondedor activo fabricado por RF Code Corporation. Se puede apreciar la batería de 3.3V que usa como fuente de poder y su caja para encapsularlo (atrás).**

**Fuente:** (Pedro Calero, 2017)

#### **5.4.6 Transpondedores semi-activos**

Los transpondedores semi-activos son una mezcla entre las etiquetas pasivas y las activas. Estos transpondedores contienen una batería integrada como las etiquetas activas, pero esta batería no es usada a menos que la etiqueta sea interrogada por un lector. Un transpondedor semi-activo tiene un corto rango de lectura en comparación con una etiqueta activa, ya que como en el caso de las etiquetas puramente pasivas las señales deben de estar muy cerca de la antena para activar la batería. Una vez que la batería es activada, la etiqueta se comporta como un transpondedor activo y envía toda su información. Si este transpondedor tiene sensores integrados, entonces la batería alimentará los sensores igual a como lo hace un transpondedor puramente activo. También, la batería le permite al transpondedor transmitir al mismo nivel de potencia que un transpondedor activo, lo cual mejora el rango de transmisión del dispositivo. Por otro lado, las etiquetas semi-pasivas gozan de un tiempo de vida más largo en comparación con las etiquetas puramente activas porque estas no transmiten a una razón de faro en

intervalos constantes. Sin embargo, debe seguirse tomando en cuenta que están limitadas por el tiempo de vida de la batería integrada, aun cuando esta se agote más lento. (Pedro Calero, 2017)

#### **5.4.7 Transpondedores pasivos**

Usualmente cuando alguien habla de etiquetas RFID, se refiere a transpondedores pasivos ya que estos son los más extendidos en el mercado. Los transpondedores RFID pasivos son los más baratos en comparación con el resto, por ello, son las etiquetas de elección para soluciones de gran volumen como en la cadena productiva donde millones de productos y otros objetos deben ser etiquetados. Las etiquetas pasivas no contienen una fuente de poder integrada, esto equivale a una reducción significativa de costos y tamaño en comparación con las etiquetas activas. Además, las etiquetas pasivas pueden comunicarse solo hasta varios centímetros de distancia, no obstante, pueden ser del grosor de una hoja de papel a diferencia de las etiquetas activas. (Pedro Calero, 2017)

#### **5.4.8 Transpondedores semi- pasivos**

Podrá parecer que los transpondedores semi-pasivos son el mismo tipo que los transpondedores semi-activos, no obstante, tienen sus diferencias. Si recordamos, los transpondedores semi-activos usaban la batería para labores de transmisión, sin embargo, los transpondedores semi-pasivos nunca usan la batería para transmitir. Los transpondedores semi-pasivos responden a los lectores con la energía que extraen del campo electromagnético, y la batería sirve solo para alimentar las funcionalidades periféricas. También, se pueden alcanzar mayores rangos de lectura ya que la energía recolectada del lector es totalmente utilizada exclusivamente para transmitir y no para alimentar la operación interna del transpondedor. (Pedro Calero, 2017)

Como mencionamos antes, en este apartado nos centraremos en lo que son los transpondedores pasivos, debido a que son los que utilizaremos en el proyecto a implementar, a continuación, en la figura 5.11 se muestra un transpondedor en forma de arete para ganado bovino.



**Figura 5.11 Transpondedor en forma de arete para ganado.**

**Fuente:** (Botero, S.F)

Con el objetivo de que el animal sea único en el mundo y en términos de la distancia de lectura se sugiere un código que consta de doce dígitos, divididos en tres bloques (OIRSA, 2015): Primero el código del país de origen o nacimiento del animal, el segundo consta de cinco dígitos que corresponde al número correlativo de carácter único que identifica al animal y el tercer bloque consta de cuatro dígitos de mayor tamaño con el objetivo de que los productores lo utilicen con mayor facilidad, en la figura 5.12 se muestra la tabla de países con sus respectivos índices legales de numeración animal. (Botero, S.F)

País	Código Numérico	Código Alfa 3	Código Alfa 2
Belice	084	BLZ	BZ
Costa Rica	188	CRI	CR
República Dominicana	214	DOM	DO
El Salvador	222	SLV	SV
Guatemala	320	GMT	GT
Honduras	340	HND	HN
Nicaragua	558	NIC	NI
Panamá	591	PAN	PA
Argentina	032	ARG	AR
Bolivia	068	BOL	BO
Brasil	076	BRA	BR
Chile	152	CHL	CL
Colombia	170	COL	CO
Ecuador	218	ECU	EC
Guyana	328	GUY	GY
Paraguay	600	PRY	PY
Perú	604	PER	PE
Surinam	740	SUR	SR
Uruguay	858	URY	UY
Venezuela	862	VEN	VE
México	484	MEX	MX

**Figura 5.12 Países con sus respectivos índices legales de numeración animal**

**Fuente:** (Botero, S.F)

### **5.5 Breve reseña histórica de Arduino.**

Arduino Nació en el año 2005 el Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea (Italia). Arduino apareció por la necesidad de contar con un dispositivo para utilizar en aulas que fuera de bajo coste. La idea original fue, fabricar una placa para uso interno de la escuela.

Sin embargo, el instituto se vio obligado a cerrar sus puertas precisamente en 2005. Ante la perspectiva de perder todo el proyecto Arduino en el proceso, se decidió liberarlo y abrirlo al público para que todo el mundo pudiese participar en la evolución del proyecto, proponer mejoras y sugerencias.

La figura 5.13 muestra a los principales responsables de la idea y diseño de Arduino fueron Massimo Banzi, David Cuartielles, David Mellis, Tom Igoe y Gianluca Martino. (arduino.cl, 2010)



**Figura 5.13 “Team Arduino” de izquierda a derecha son: David Cuartielles, Gianluca Martino, Tom Igoe, David Mellis, Massimo Banzi**

**Fuente:** (arduino.cl, 2010)

### **5.5.1 ¿Qué es Arduino?**

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables dupont). (arduino.cl, 2010)

A continuación, se describirá la información relacionada con cada uno de los Arduino que existe, para comprender mejor el trabajo elaborado, pero cabe destacar que en este proyecto se centrará en el Arduino uno.

### **5.5.2 Como funciona Arduino**

El Arduino es una placa basada en un microcontrolador ATMEL. Los microcontroladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales las escribes con el lenguaje de programación que puedes utilizar en el entorno Arduino IDE.

Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa.

El microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos.

El tipo de periféricos que puedas utilizar para enviar datos al microcontrolador depende en gran medida de qué uso le estés pensando dar. Pueden ser cámaras para obtener imágenes, teclados para introducir datos, o diferentes tipos de sensores.

También cuenta con una interfaz de salida, que es la que se encarga de llevar la información que se ha procesado en el Arduino a otros periféricos. Estos periféricos pueden ser pantallas o altavoces en los que reproducir los datos procesados, pero también pueden ser otras placas o controladores. (YÚBAL FERNÁNDEZ, 2020)

### **5.5.3 Tipos de Arduino**

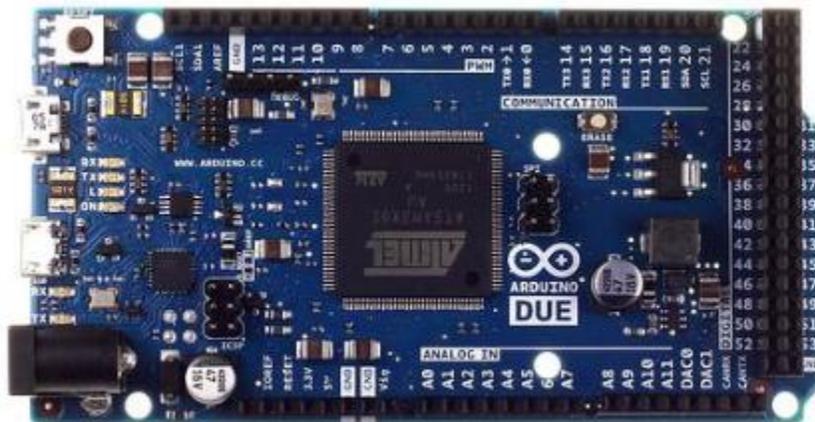
1. **Arduino UNO:** Arduino de gama básica, todas las shields están diseñadas para usarse sobre esta placa. Cuenta 14 pines entrada/salidas digitales de las cuales 6 se pueden usar como PWM, además cuenta con 6 entradas analógicas, además cuenta con I2C, SPI, además de un módulo UART, a continuación, se muestra en la figura 5.14. (bolanosdj, S.F)



**Figura 5.14 Presentación de Arduino Uno**

**Fuente:** (bolanosdj, S.F)

2. **Arduino DUE:** Arduino basado en un microcontrolador de 32 Bits, Tiene 54 entradas/salidas digitales y 12 entradas analógicas, 2 buses TWI, SPI y 4 UARTs. Funcionan todos los módulos basados en 3.3V, no soporta 5V ya que puede dañar la placa. Posee adicionalmente interno dos puertos USB para poder controlar periféricos, a continuación, se muestra en la figura 5.15. (bolanosdj, S.F)

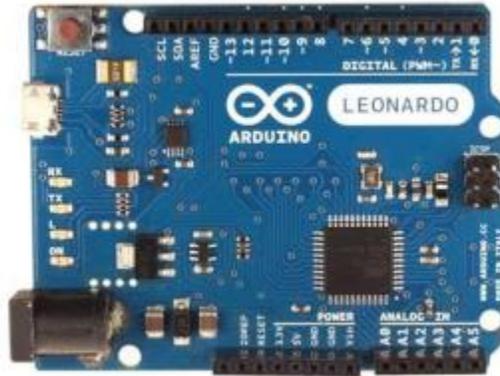


**Figura 5.15 Presentación de Arduino DUE**

**Fuente:** (bolanosdj, S.F)

3. **Arduino Leonardo:** Arduino básico, Con características similares a la de Arduino, sin embargo, tiene 12 entradas analógicas y 20 salidas digitales. A diferencias del resto de Arduino con el microcontrolador ATmega32u4 en que no posee un

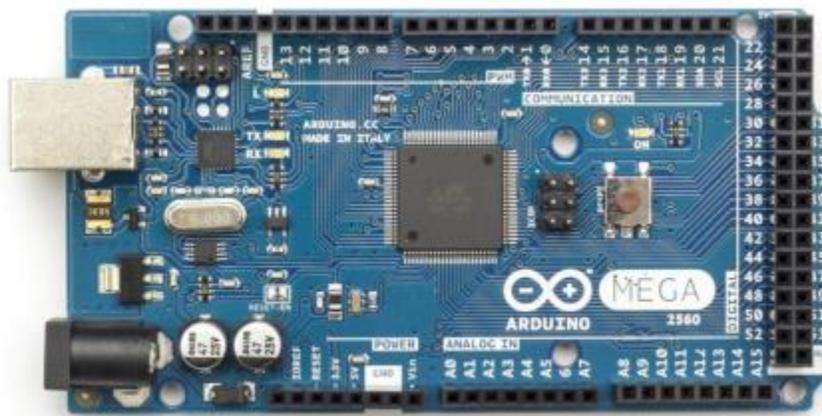
controlador adicional para controlar el USB. Además, tiene más pines de interrupciones externas. Tiene comunicación TWI, SPI y dos UART, a continuación, se muestra en la figura 5.16. (bolanosdj, S.F)



**Figura 5.16 Presentación de Arduino Leonardo**

**Fuente:** (bolanosdj, S.F)

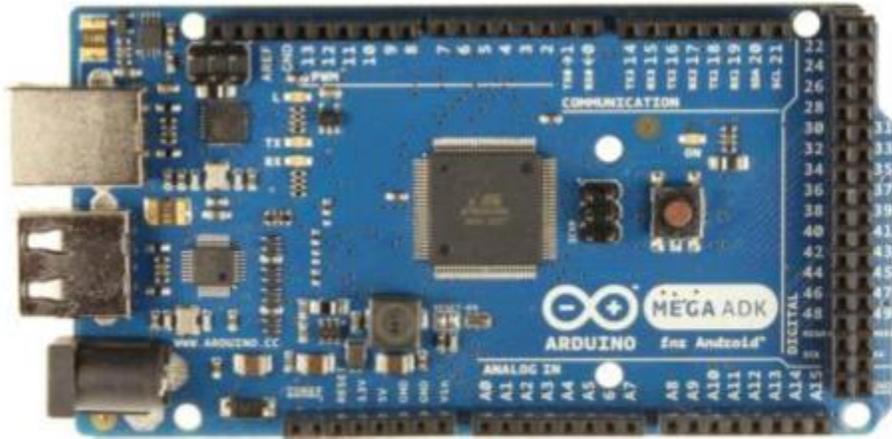
4. **Arduino Mega 2560:** Arduino basado en un microcontrolador ATmega2560. Tiene 54 entradas/salidas digitales, 16 de ellos pueden usarse como PWM, 16 entradas analógicas y 4 UART además dos modos PWI y uno SPI. Tiene 6 interrupciones externas. Y es compatible con todos los shields de Arduino, a continuación, se muestra en la figura 5.17. (bolanosdj, S.F)



**Figura 5.17 Presentación de Arduino Mega 2560**

**Fuente:** (bolanosdj, S.F)

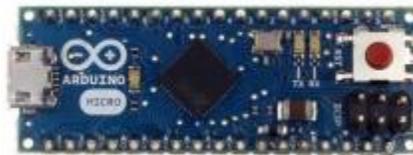
5. **Arduino Mega ADK:** Exactamente igual que el Mega 2560 pero con la diferencia de que en este caso se tiene la posibilidad de USB Host, poco útil en proyectos, a continuación, se muestra en la figura 5.18. (bolanosdj, S.F)



**Figura 5.18 Presentación de Arduino Mega ADK**

**Fuente:** (bolanosdj, S.F)

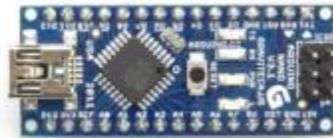
6. **Arduino Micro:** Es completamente similar al Leonardo, la única diferencia es el tamaño con el que fue construido. Es compatible con las Shields de Arduino, sin embargo, se debe instalar de forma externa, es decir, cableándolo, aunque en el caso de que se construya nuestra propia shield no es ningún problema, a continuación, se muestra en la figura 5.19. (bolanosdj, S.F)



**Figura 5.19 Presentación de Arduino Micro**

**Fuente:** (bolanosdj, S.F)

7. **Arduino Nano:** Arduino basado en un microcontrolador ATmega328. Es similar en cuanto a características al Arduino uno. Las diferencias son tanto el tamaño como la forma de conectarlo al ordenador para programarlo. Es compatible con la mayoría de shield, aunque de la misma forma que el Arduino Micro, a continuación, se muestra en la figura 5.20. (bolanosdj, S.F)



**Figura 5.20 Presentación de Arduino Nano**

**Fuente:** (bolanosdj, S.F)

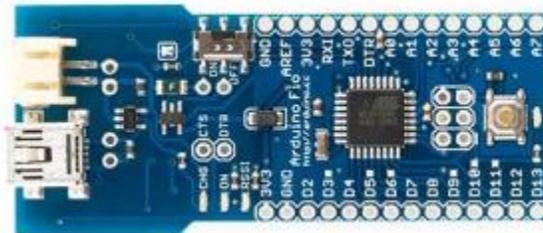
8. **Arduino YUN:** Se trata de un conjunto que trabaja por separado de forma complementaria, por un lado se tiene la versatilidad de un Arduino normal. En este caso un ATmega 32u48 a 16 Mhz, y por otro lado de un dispositivo con microprocesador Atheros AR9331. El cual funciona con Lilino (Linux basado en OperWrt (OperWrt-Yun)) a 400 Mhz. Las características del Arduino son similares a la placa Leonardo. Tiene Ethernet, slot SD y WiFi incluidos, controlados por Lilino.. Es compatible con todas las Shields y es capaz de trabajar por separado, a continuación, se muestra en la figura 5.21. (bolanosdj, S.F)



**Figura 5.21 Presentación de Arduino YUN**

**Fuente:** (bolanosdj, S.F)

9. **Arduino FIO:** Arduino basado en un microcontrolador ATmega328p. Trabaja a 8 Mhz y 3.3V tiene 14 pines de entrada/salidas digitales (6 PWM), 8 pines de entrada analógicas e integra tanto un conector para la batería y su correspondiente módulo de carga, como un slot para poder instalar un módulo de comunicaciones xBee. Tiene UART TTL e interrupciones lo que nos permite también ponerlo en modo Sleep, permite también poner el XBEE en modo Sleep, reduciendo el consumo total. Además, posee tanto TWI (I2C) como SPI. Unas ventajas importantes de este dispositivo son el bajo consumo en Sleep y el poder programarlo mediante XBEE, sin necesidad conectarlo físicamente al ordenador, a continuación, se muestra en la figura 5.22. (bolanosdj, S.F)



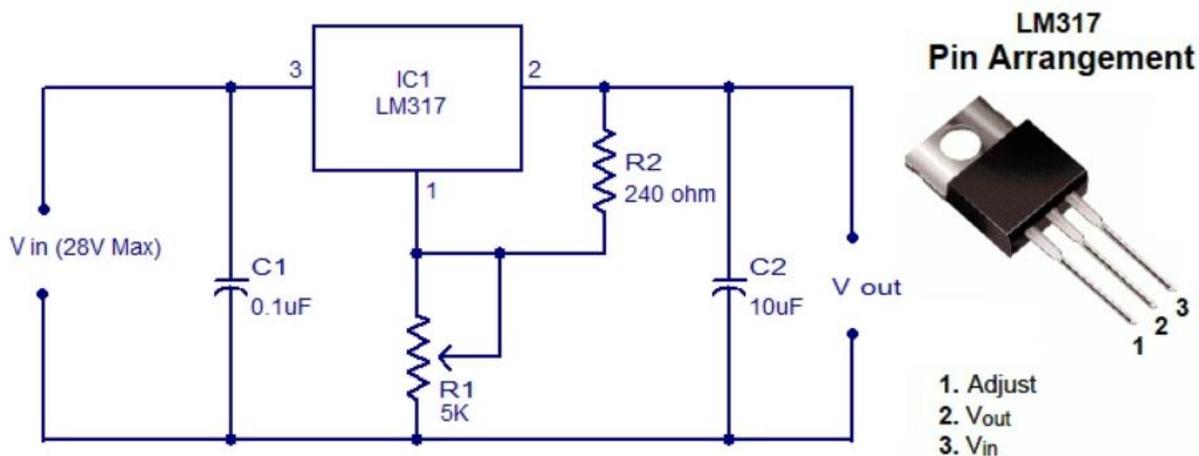
**Figura 5.22 Presentación de Arduino FIO**

**Fuente:** (bolanosdj, S.F)

#### **5.5.4 Regulador de voltaje LM317 para alimentar la placa Arduino**

Es un regulador de voltaje positivo con tres PINs capaz de proporcionar varios voltajes de salida de CC o incluso corrientes. En particular, los voltajes pueden ser ajustables entre 1,25V y 37V y el integrado es capaz de suministrar 1,5A. Es básicamente un regulador de voltaje positivo que tiene tres terminales.

Sólo requiere algunos componentes externos para cambiar la función, como en este caso que solo usamos dos resistencias para obtener un regulador de voltaje ajustable. La regulación de la línea y la carga es bastante buena y el circuito también tiene varias protecciones, como la protección térmica, la protección de la corriente y la protección del área de operación segura. Estas protecciones bloquean la corriente de salida cuando la temperatura es demasiado alta, cuando la corriente de salida es demasiado alta o cuando el voltaje de entrada es demasiado alto.



**Figura 5.14.1 Regulador de voltaje LM317**

**Fuente:** (Descubrearduino.com, S.F)

### 5.5.5 Principio de funcionamiento del LM317

El LM 317 funciona con un principio muy simple. Es un regulador de voltaje variable, es decir, soporta diferentes niveles de voltaje de salida para un suministro de voltaje de entrada aplicado constante. Se conecta una resistencia variable en su terminal de ajuste (Adj) con el fin de controlar el nivel de la tensión de salida según los requisitos del circuito. En otras palabras, podemos decir que el LM 317 puede reducir la tensión de 12V a varios niveles inferiores diferentes. (GENUINO, S.F)

- **Características:**

1. Regulador de voltaje positivo ajustable de 3 terminales
2. El voltaje de salida se puede ajustar para que vaya de 1,25V a 37V
3. La corriente de salida es de 1.5A
4. La máxima diferencia de voltaje entre la entrada y la salida es de 40V, recomendada 15V
5. La máxima corriente de salida cuando la diferencia de voltaje es de 15V es de 2.2A
6. La temperatura de la unión de funcionamiento es de 125°C
7. Disponible en el paquete To-220, SOT223, TO263 (Descubrearduino.com, S.F)

## **5.6 Teclado Matricial**

### **5.6.1 ¿Qué es un teclado Matricial?**

Un teclado matricial es un dispositivo que agrupa varios pulsadores y permite controlarlos empleando un número de conductores inferior al que necesitaríamos al usarlos de forma individual. Podemos emplear estos teclados como un controlador para un autómatas o un procesador como Arduino.

Estos dispositivos agrupan los pulsadores en filas y columnas formando una matriz, disposición que da lugar a su nombre. Es frecuente una disposición rectangular pura de  $N \times M$  columnas, aunque otras disposiciones son igualmente posibles.

Los teclados matriciales son frecuentes en electrónica e informática. De hecho, los teclados de ordenador normales son teclados matriciales, siendo un buen ejemplo de teclado matricial con disposición no rectangular.

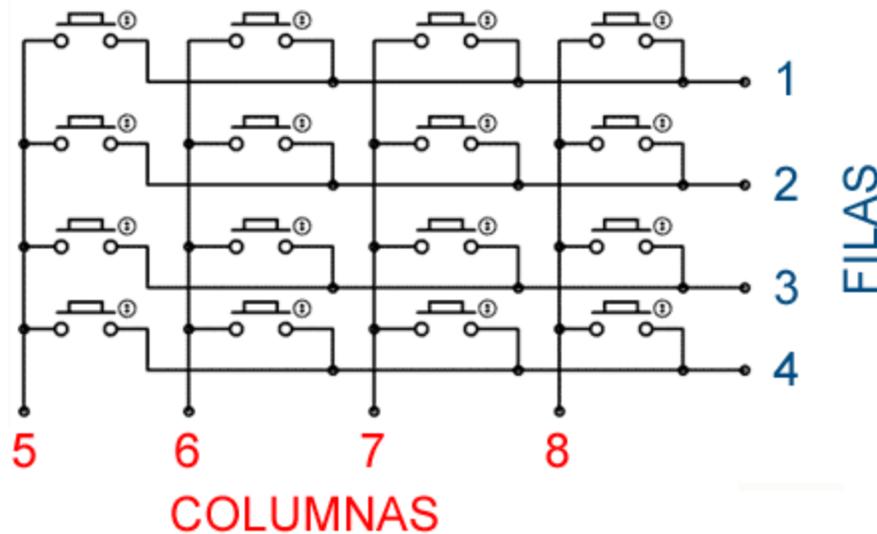
En el campo de la electrónica casera y Arduino, se venden múltiples modelos de teclados matriciales en distintos soportes (rígidos o flexibles) y con distinto número de teclas, siendo habituales configuraciones de 3x3, 3x4, y 4x4 que en este caso será el que se va a usar en este proyecto.

### **5.6.2 ¿Cómo funciona un teclado matricial 4x4?**

Un teclado matricial agrupa los pulsadores en filas y columnas formando una matriz, lo que permite emplear un número menor de conductores para determinar las pulsaciones de las teclas.

La siguiente figura 5.23 se muestra, a modo de ejemplo, una disposición rectangular de 4x4, aunque el funcionamiento es análogo en otras disposiciones. Al detectar la pulsación en la columna X y la fila Y, sabremos que se ha pulsado la tecla (X,Y).

Internamente la disposición de los pulsadores es la siguiente, que es muy similar a la disposición que vimos al tratar sobre displays LED matriciales.



**Figura 5.23 Diagrama de un teclado matricial 4x4**

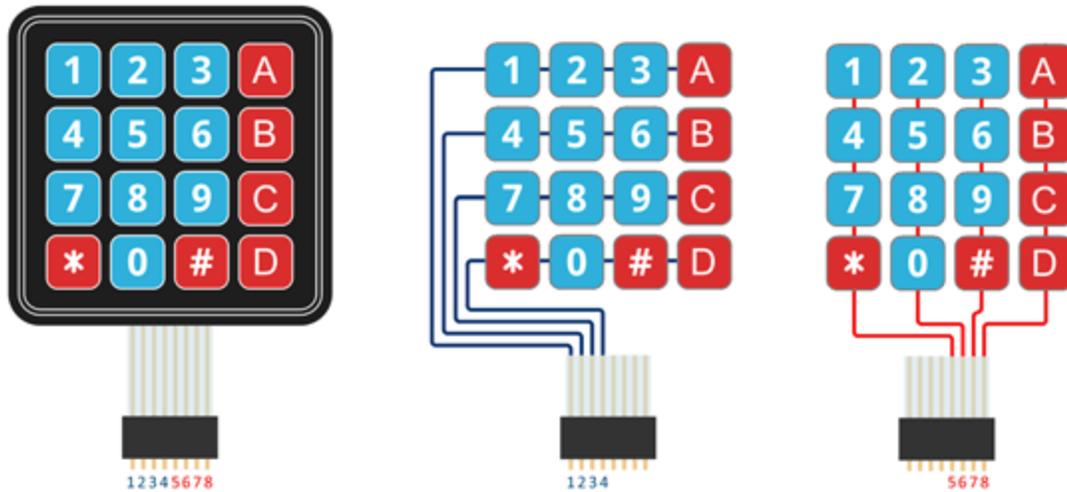
**Fuente:** (LUIS LLAMAS, 2016)

Para detectar la pulsación de una tecla actuaremos de forma similar a la lectura simple de un pulsador. En resumen, ponemos a tierra un extremo del pulsador, y el otro lo conectamos a una entrada digital con una resistencia de pull-up.

Para leer todas las teclas se tiene que hacer un barrido por filas. En primer lugar, ponemos todas las filas a 5V, y definimos todas las columnas como entradas con resistencia de pull-up.

Progresivamente se pone una fila a 0V, y leemos las entradas de la columna. Una vez realizada la lectura volvemos a ponerla a 5V, pasamos a la siguiente fila, y volvemos a realizar el progreso hasta recorrer todas las filas.

Para detectar  $N \times M$  pulsadores se necesita sólo  $N+M$  conductores. Por tanto, ahorro de conductores es superior cuanto más grandes sean  $N$  y  $M$ , y más parecidos entre sí. (ej: 16 pulsadores en  $2 \times 8$  necesitan 10 conductores, y en  $4 \times 4$  sólo 8 conductores.) a continuación, se muestra en la figura 5.24. (LUIS LLAMAS, 2016)



**Figura 5.24 Presentación de un teclado matricial 4x4**

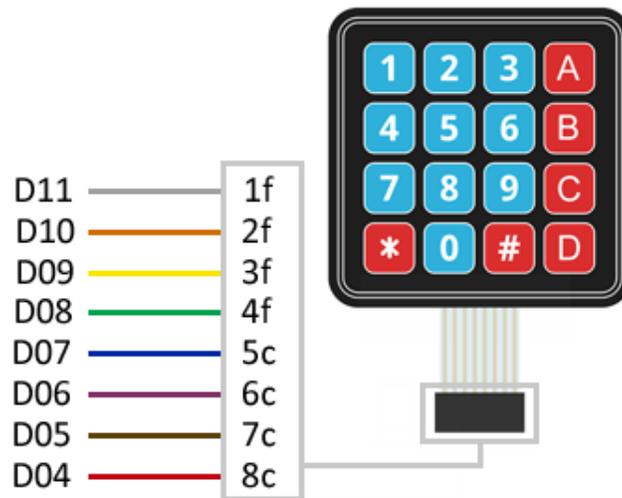
**Fuente:** (LUIS LLAMAS, 2016)

### 5.6.3 Especificaciones del teclado matricial 4x4

- Contamos con 16 botones de organización matricial. (4 columnas, 4 filas).
- Teclado de tipo membranal.
- Máxima resistencia al agua y al polvo.
- Cuenta con un autoadhesivo en la parte trasera del teclado.
- El tiempo de rebote se encuentra en promedio de  $\leq 5$  ms.
- Máximo voltaje de operación: 24V DC.
- Máxima corriente de operación 30mA
- Resistencia de aislamiento de  $100M\Omega$  (@ 100 V).
- Voltaje de soporte del dieléctrico: 250 VRMS (@ 60Hz, por 1 min)
- Expectativa de vida útil : 1.000.000 de operaciones (pulsaciones).
- Dimensiones del teclado: 69\*77mm
- Cable de cinta plana con longitud de 8.5 cm de largo aprox. (incluido con el conector)
- Conectores de tipo DuPont hembra de una fila y 8 contactos con separación estándar 0.1" (equivalente a 2.54mm)
- Temperatura de operación óptima: 0 a 50 °C, (electronicamade.com, S.F)

#### 5.6.4 Esquema de conexión de un teclado Matricial 4x4.

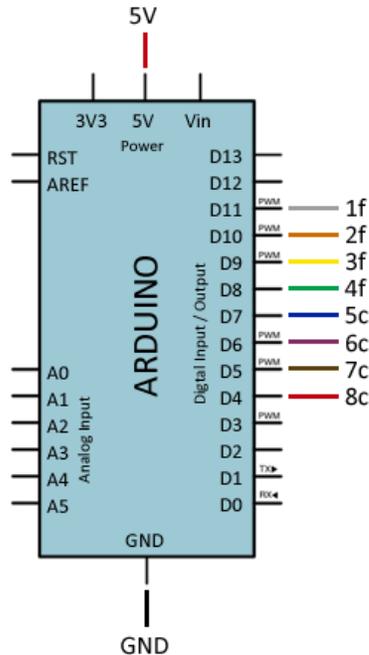
El esquema de conexión es sencillo. Simplemente se conectan todos los pines a entradas digitales de Arduino. Por ejemplo, en el ejemplo de un teclado de 4x4 el esquema quedaría de la siguiente forma, a continuación, se muestra en la figura 5.25. (LUIS LLAMAS, 2016)



**Figura 5.25 Esquema de conexión de un teclado matricial 4x4**

**Fuente:** (LUIS LLAMAS, 2016)

Que visto desde Arduino quedaría de la siguiente forma, a continuación, se muestra en la figura 5.26. (LUIS LLAMAS, 2016)



**Figura 5.26 Esquema de conexión de un teclado matricial 4x4 con Arduino.**

**Fuente:** (LUIS LLAMAS, 2016)

## 5.7 LCD 16x2

### 5.7.1 Breve historia de los LCD

LCD es el acrónimo de Liquid Crystal Display (en español Pantalla de Cristal Líquido). No podemos considerar que se trate de una tecnología novedosa. El LCD lleva con nosotros mucho tiempo, solo tenemos que echar la mirada hacia atrás y recordar esos relojes Casio o las calculadoras que llevamos a clase de matemáticas.

Se está acostumbrado a que la materia pueda estar en estado sólido, líquido o gaseoso, los llamados estados de la materia. Pero ya en el siglo XIX se descubrió que había más estados en los que podía encontrarse la materia. El cristal líquido se encuentra en algún lugar entre el sólido y líquido.

Los LCD's utilizan las propiedades de la luz polarizada para mostrarnos la información en una pantalla. A partir de una serie de filtros, se consigue mostrar la información gracias a la iluminación de fondo.

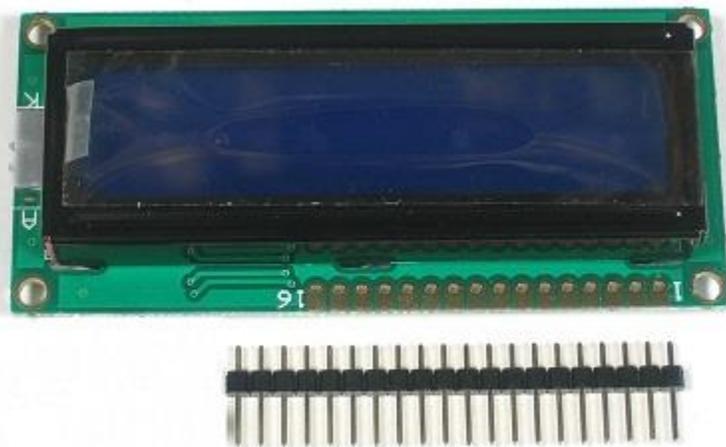
Hay una amplia gama de pantallas LCDs que podemos utilizar con Arduino. Aparte de las funcionalidades extra que nos puedan dar cada una de ellas, las podemos diferenciar por el número de filas y columnas, su tamaño.

Por ejemplo, una pantalla LCD de 16x1 tendrá una fila de 16 caracteres, es decir, solo podremos mostrar 16 caracteres simultáneamente, al igual que un LCD de 20x4 tendrá 4 filas de 20 caracteres cada una, a continuación, se muestra en la figura 5.27

(Luis del Valle Hernández, S.F)

### 5.7.2 ¿Qué es un LCD?

El LCD (Liquid Crystal Display) o pantalla de cristal líquido es un dispositivo empleado para la visualización de contenidos o información de una forma gráfica, mediante caracteres, símbolos o pequeños dibujos dependiendo del modelo. Está gobernado por un microcontrolador el cual dirige todo su funcionamiento, esto quiere decir que el LCD 16x2 dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una. Los píxeles de cada símbolo o carácter, varían en función de cada modelo, a continuación, se muestra en la figura 5.28.(Prometec, S.F)



**Figura 5.27 Presentación de un LCD 16x2**

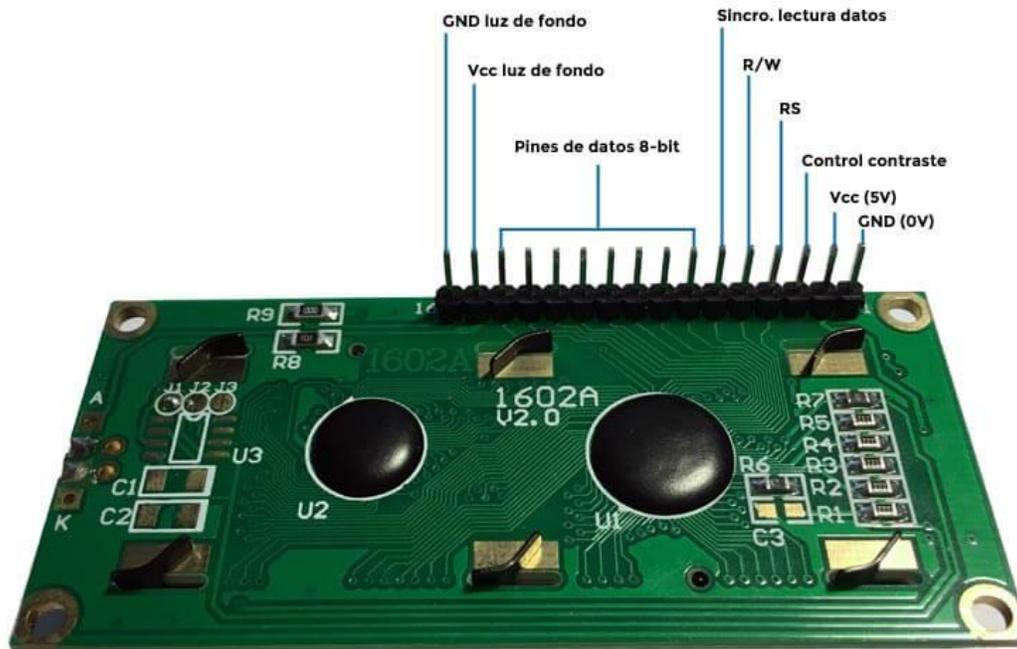
**Fuente:** (Prometec, S.F)

### 5.7.3 Conexiones de un LCD con Arduino

La mayoría de las pantallas LCD que se están haciendo ahora, vienen con una fila de dieciséis pines. Los primeros catorce pines se utilizan para controlar la visualización. Los dos últimos son para la iluminación de fondo.

PIN	FUNCIÓN
1	GND (Tierra)
2	5 Voltios
3	Control de contraste pantalla
4	RS – Selector entre comandos y datos
5	RW – Escritura y lectura de comandos y datos
6	Sincronización de lectura de datos
7-14	Pines de datos de 8-bit
15	Alimentación luz de fondo (5V)
16	GND (Tierra) luz de fondo (0V)

En la siguiente figura 5.28 se muestra la correspondencia con los pines físicos del LCD, dicha figura muestra la parte de abajo del LCD. Cuando lo conectes a la protoboard los pines estarán invertidos horizontalmente. (Luis del Valle Hernández, S.F)



**Figura 5.28 Correspondencia de pines de un LCD 16x2**

**Fuente:** (Luis del Valle Hernández, S.F)

## 5.8 PCF8523 Real Time Clock I2C

### 5.8.1 ¿Qué es un PCF8523 Real Time Clock I2C?

El PCF8523 es un reloj en tiempo real (RTC) CMOS<sup>1</sup> y calendario optimizado para bajo consumo. Los datos se transfieren en serie a través del bus I2C con una velocidad de datos máxima de 1000 kbit / s. Las funciones de alarma y temporizador están disponibles con la posibilidad de generar una señal de activación en un pin de interrupción. Un registro de compensación permite un ajuste fino del reloj. Los PCF8523 tiene un circuito de conmutación de batería de respaldo, que detecta fallas de energía y cambia automáticamente al suministro de batería cuando ocurre un corte de energía, a continuación, en la figura 5.29 se muestra la presentación de un PCF8583. (www.nxp.com, 2015) (Traducido al español)

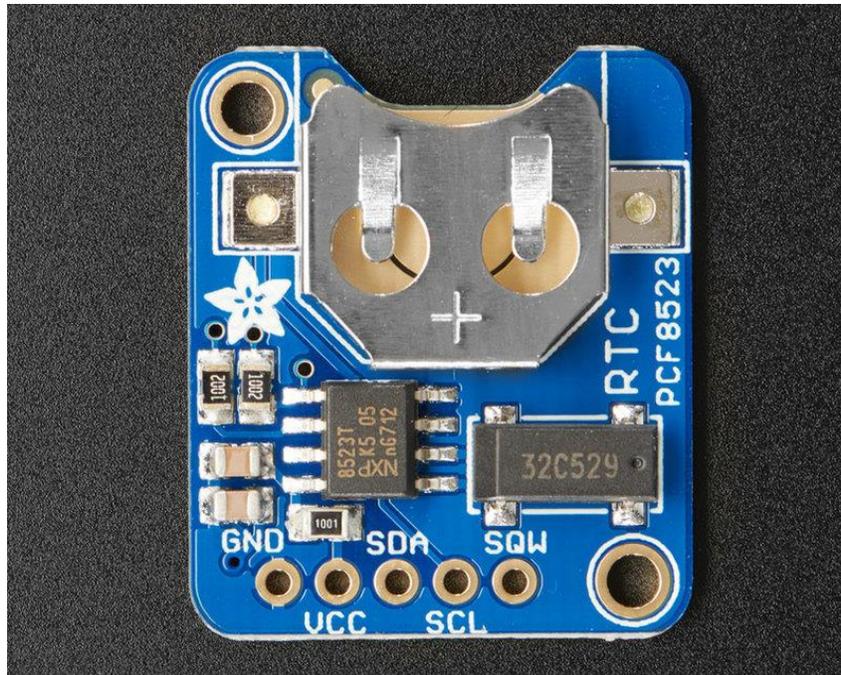


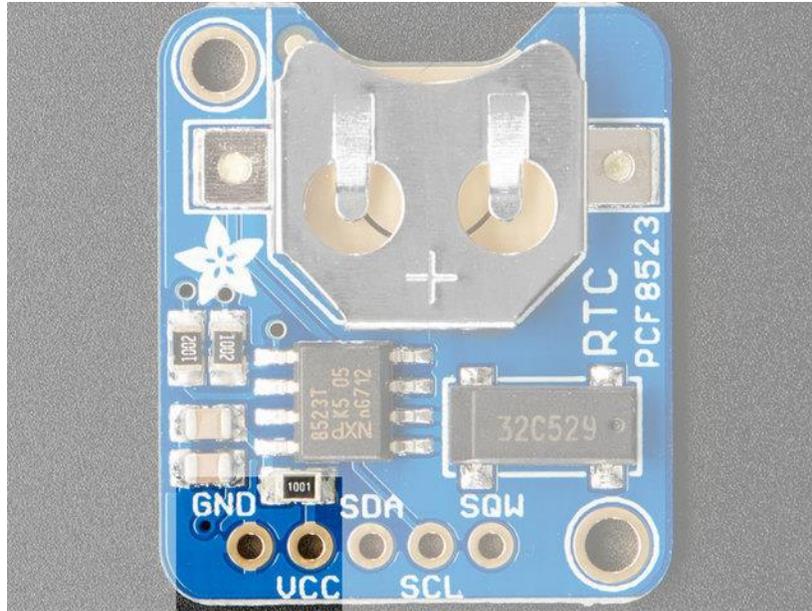
Figura 5.29 Presentación de un PCF8523 Real Time Clock I2C

Fuente: (lady ada, 2017)

## 5.8.2 Conexión y alimentación del PCF8523

### a. Pines de alimentación

- **VCC:** este es el pin de alimentación. Este chip puede ser alimentado por 3-5VDC por lo que ahora hay un regulador a bordo. Para alimentar la placa, dele la misma potencia que el nivel lógico de su microcontrolador, p. Ej. para un micro de 5V como Arduino, use 5V.
- **GND:** Tierra común para su alimentación lógica, a continuación, en la figura 5.30 se muestra adónde van conectados los pines. **Fuente:** (lady ada, 2017)(traducido al español)

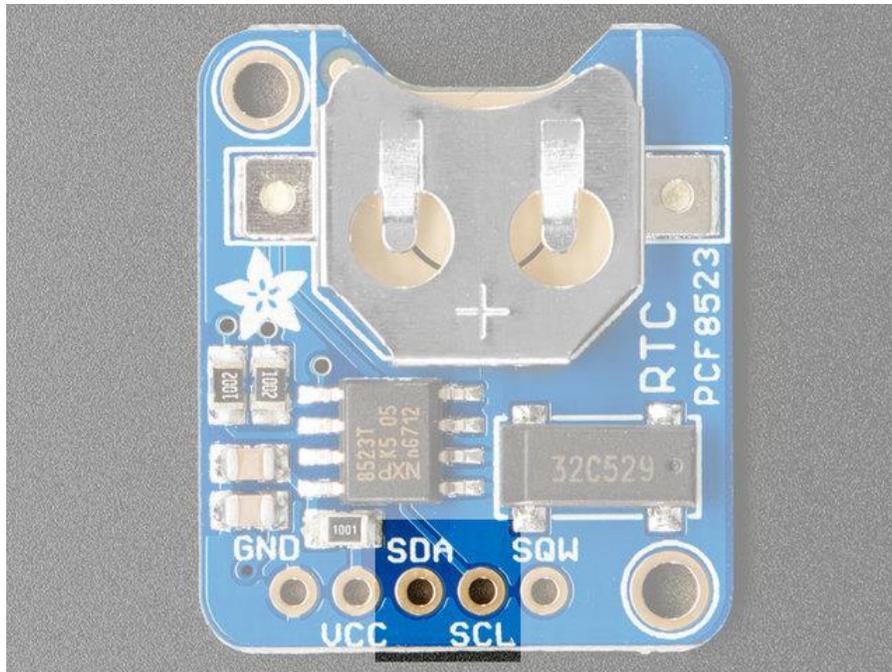


**Figura 5.30 Conexión de pines en un PCF8523 Real Time Clock I2C**

**Fuente:** (lady ada, 2017)

**b. I2C Pines Lógicos**

- ✓ SCL - Pin de reloj I2C, conéctelo a la línea de reloj I2C de sus microcontroladores.
- ✓ SDA - Pin de datos I2C, conéctese a la línea de datos I2C de sus microcontroladores, a continuación, en la figura 5.30 se muestra la conexión de sus pines. (lady ada, 2017)(traducido al español)

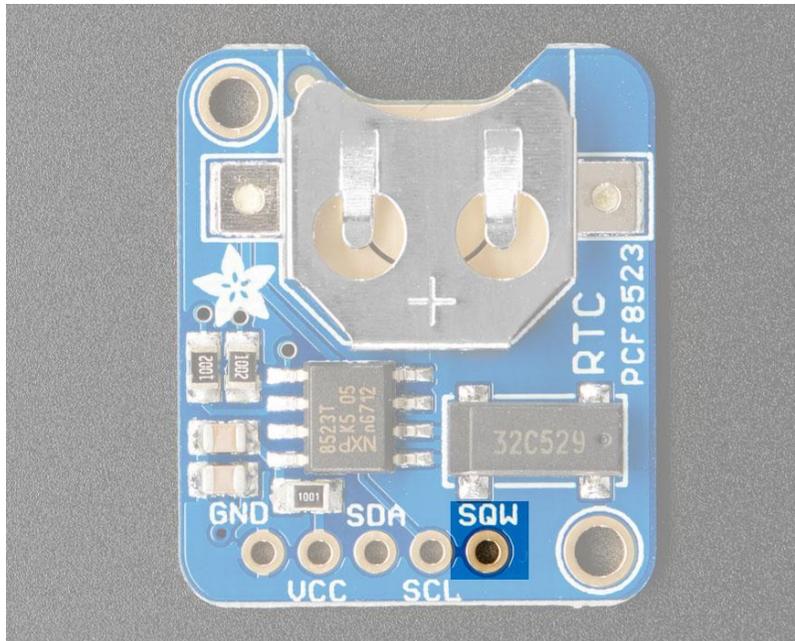


**Figura 5.30 Conexión de pines en un PCF8523**

**Fuente:** (lady ada, 2017)

**c. Otros pines de conexión**

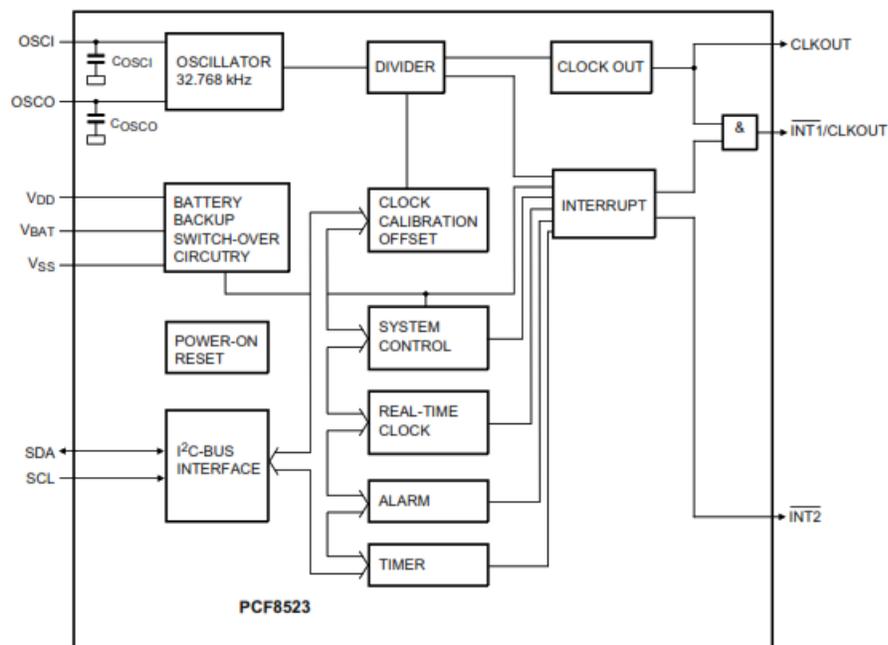
- ✓ El pin SQW es para salida de onda cuadrada si lo habilita, a continuación, en la figura 5.31 se muestra la conexión de sus pines. (lady ada, 2017)(traducido al español)



**Figura 5.31 Conexión de pines en un Real Time Clock I2C**

**Fuente:** (lady ada, 2017)

En la siguiente imagen 5.32 se muestra el diagrama de bloques interno de un **PCF8523 Real Time Clock I2C**



**Figura 5.32 Diagrama de bloques de un Real Time Clock I2C**

**Fuente:** (www.nxp.com, 2015)

## **5.9 Cerca eléctrica**

### **5.9.1 Breve reseña histórica**

El sistema de cercado eléctrico ha sido utilizado por más de 4 décadas en todo el mundo con resultados favorables, pues con un buen manejo de las mismas, los potreros se aprovechan de mejor manera, los animales presentan mejor condición y las utilidades son mayores.

Inicialmente, las cercas eléctricas se diseñaron para restringir o confinar a los animales en un área abierta y en parcelas forestales en régimen de regeneración natural.

Los sistemas de cerca eléctrica fueron desarrollados entre 1936-1937 en Nueva Zelanda por el productor Bill Gallagher, el cual diseñó a partir de una bobina de encendido de un automóvil un dispositivo para mantener su caballo dentro de un área definida.

En 1962, Doug Phillips, inventó y patentó el sistema de cerca eléctrica basado en un condensador de alta. Este aumento significativamente el rango de una cerca eléctrica de unos cientos de metros a 35km o más y redujo el costo del sistema eléctrico en más de un 80%.

El sistema de cerca eléctrica se basa en la instalación de una red que genera una barrera psicológica que los animales no cruzarán, pues tendrán grabado en su memoria el recuerdo de una sensación dolorosa. (J.Ramírez, D. Chica, J. Gómez, y K Ayala, 2017)

### **5.9.2 ¿Qué es una cerca eléctrica?**

Los especialistas de SISTESEG nos explican que una cerca eléctrica es un sistema de seguridad perimetral constituido por un conjunto de alambres electrificados con alta tensión (8000 a 10000 volt), un equipo de control y detección y dispositivos de aviso de intentos de intrusión. (SISTESEG GROUP SRL, S.F)

### **5.9.3 Cerca eléctrica en la ganadería**

A una cerca eléctrica se la puede considerar como una barrera psicológica, empleada en el pastoreo de animales con el fin de mantenerlos dentro de los potreros y corrales. Definiéndola como una barrera de contención, basada en el efecto que produce la descarga eléctrica en el animal. Esta consiste en un alambre electrificado que transmite pulsaciones eléctricas de corta duración y alto voltaje, los que son recibidos por el animal

en el instante de tocar el alambre. Permitiendo la optimización en el manejo de los recursos forrajeros como se muestra en la figura 5.33 (WELLINGTON VELASCO, 2018)



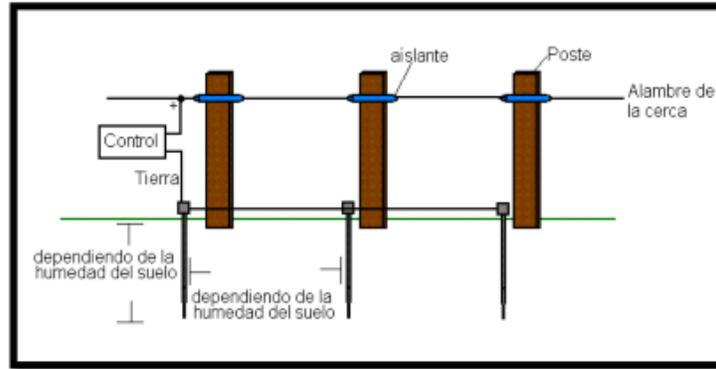
**Figura 5.33 Cerca Eléctrica**

**Fuente:** (WELLINGTON VELASCO, 2018)

#### **5.10 Componentes del cerco eléctrico.**

- ✓ **Una cerca eléctrica convencional está constituida por:**
- ✓ Fuente de energía
- ✓ Energizador o impulsor
- ✓ Alambre
- ✓ Estacas y aisladores.

En la figura 5.34 se muestra una cerca con todos sus elementos básicos que lo componen y el lugar donde deben ser colocados.



**Figura 5.34 Componentes básicos de una cerca eléctrica**

**Fuente:** (WELLINGTON VELASCO, 2018)

### **5.10.1 Fuente de energía**

Es la encargada de proporcionar la energía necesaria para el funcionamiento del cerco eléctrico la energía se puede obtener de la red eléctrica domiciliaria.

Además de la red eléctrica domiciliaria la energía también se puede obtener de cualquier fuente como una batería, la única condición es que debe proporcionar el voltaje necesario para el normal funcionamiento. (WELLINGTON VELASCO, 2018)

### **5.10.2 Energizador**

Es una de las partes más importantes del cerco eléctrico conocido también como impulsor, es considerado el corazón de cualquier tipo de sistema de cercas eléctricas, por ello debe ser cuidadosamente escogido. Se puede alimentar sea con una fuente de energía de corriente continua o corriente alterna.

### **5.10.3 Partes básicas de un Energizador o Impulsor Eléctrico.**

A continuación, la Figura 5.35 muestra las partes básicas que componen un impulsor eléctrico y estas son: Corriente alterna, Diodos rectificadores, Diac, Triac Q4015L, Capacitor de carga, Transformador de alta.

### **5.10.4 Periféricos**

#### **5.10.5 Corriente alterna (CA)**

Es un tipo de corriente eléctrica, en la que la dirección del flujo de electrones va y viene a intervalos regulares o en ciclos. La corriente que fluye por las líneas eléctricas

y la electricidad disponible normalmente en las casas procedente de los enchufes de la pared es corriente alterna

#### **5.10.6 Diodos rectificadores 1N5404**

Para entender un poco, cómo funcionan estos diodos es necesario comprender su funcionamiento y característica. Como su nombre lo indica, los diodos rectificadores convierten una señal de corriente alterna en otra de corriente directa, en este caso se utilizó el diodo 1N5404, es un diodo rectificador de dos terminales axiales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido. Es un rectificador de uso general que se caracteriza por su alta capacidad de corriente y baja de fuga.

Estos diodos cumplen con las características necesarias, soportan una corriente de 3A de forma continua y voltajes inversos de 280v con picos de 400v.

#### **5.10.7 Características del 1N5404 Diodo rectificador:**

- Caída de voltaje (1A): 1.2 V
- Corriente máxima: 3A
- Corriente pico máxima (8.3ms): 200A
- Voltaje inverso: 280 Vrms max
- Voltaje inverso pico: 400 V max
- Corriente en inverso: 500uA



**Figura 5.35 Diodo Rectificador 1N5404**

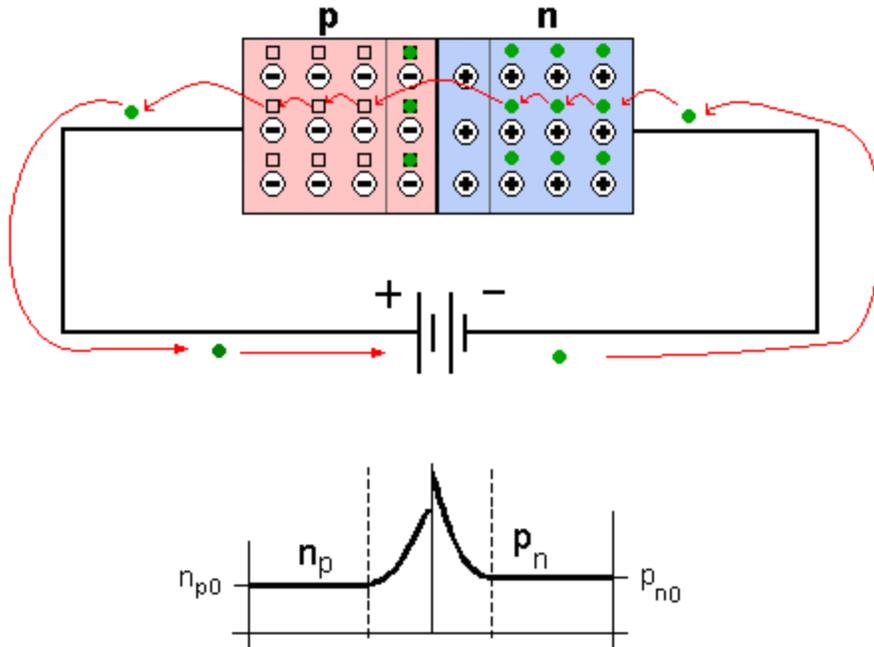
**Fuente:** (SUMADOR, S.F)

#### **5.10.8 Funcionamiento de un diodo rectificador**

El diodo rectificador presenta una curva característica que muestra las bases de su funcionamiento. En el diagrama 5.36 y 5.37 se muestran los 2 tipos de polarización:

#### **5.10.9 Polarización directa**

Esto sucede cuando usted conecta este semiconductor a una fuente de tensión en donde el potencial positivo está en contacto con el ánodo y el negativo con el cátodo. Esta configuración directa de tensión permite que este componente electrónico conduzca el flujo de corriente.



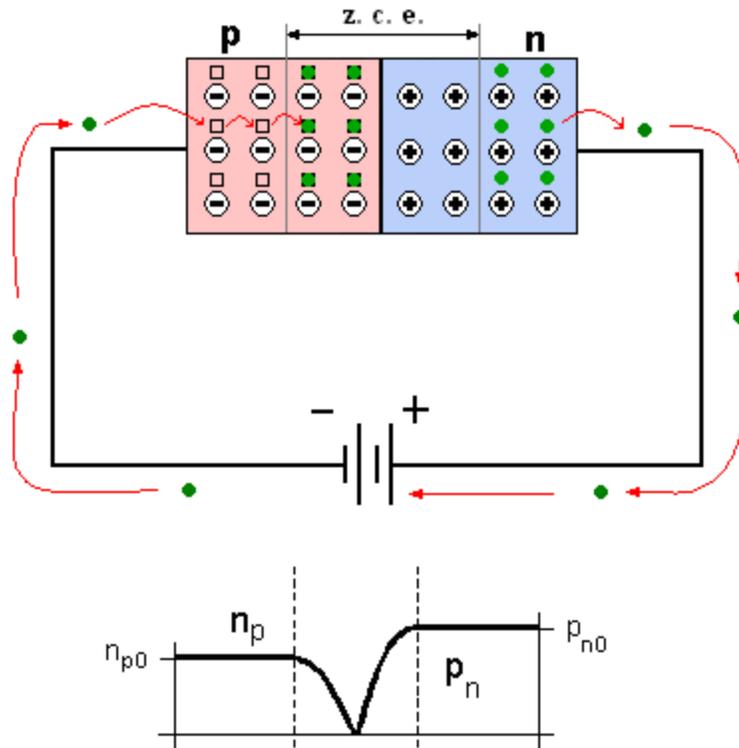
**Figura 5.36 Configuración en polarización directa**

**Fuente:** (Monografías, S.F)

### 5.10.10 Polarización inversa

Esta condición ocurre al unir el diodo rectificador con los polos de una batería. Así, el cátodo queda conectado al terminal positivo y el ánodo al negativo. Este genera la transmisión de corriente de baja potencia, que se conoce como de saturación inversa o fugas.

A medida que se eleva la temperatura, esta corriente también crece. Si la tensión aplicada está por debajo del valor conocido como tensión de ruptura, se genera un flujo de energía independiente. Esto puede hacer que la corriente suba de forma rápida y con pequeños picos de tensión.



**Figura 5.37 Configuración en polarización inversa**

**Fuente** (Monografias, S.F)

### 5.10.11 Tipos de circuitos con estos componentes eléctricos

A la hora de llevar a cabo sus circuitos rectificadores, existen 2 opciones básicas que usted debe considerar:

- ✓ **Rectificación de media onda.** Este tipo de circuito le permite transformar la corriente alterna en corriente continua. Estos rectificadores suelen producir mayor número de oscilaciones que aquellos de onda completa. Por esta razón, usted debe incorporar un condensador para regularlas y al mismo tiempo reducir la frecuencia armónica de la AC con relación a la salida de la DC.
- ✓ **Rectificación de onda completa.** Aunque parecido al circuito anterior, esta versión sirve para aprovechar los semiciclos de la AC para conseguir la DC. En esta configuración, usted puede observar una menor caída de tensión y mayores niveles de intensidad cuando le aplica una carga tipo RL. Esta rectificación es posible mediante un transformador de toma central en el devanado secundario o el uso de un puente de diodos. (ELECTRONICS, 2020)

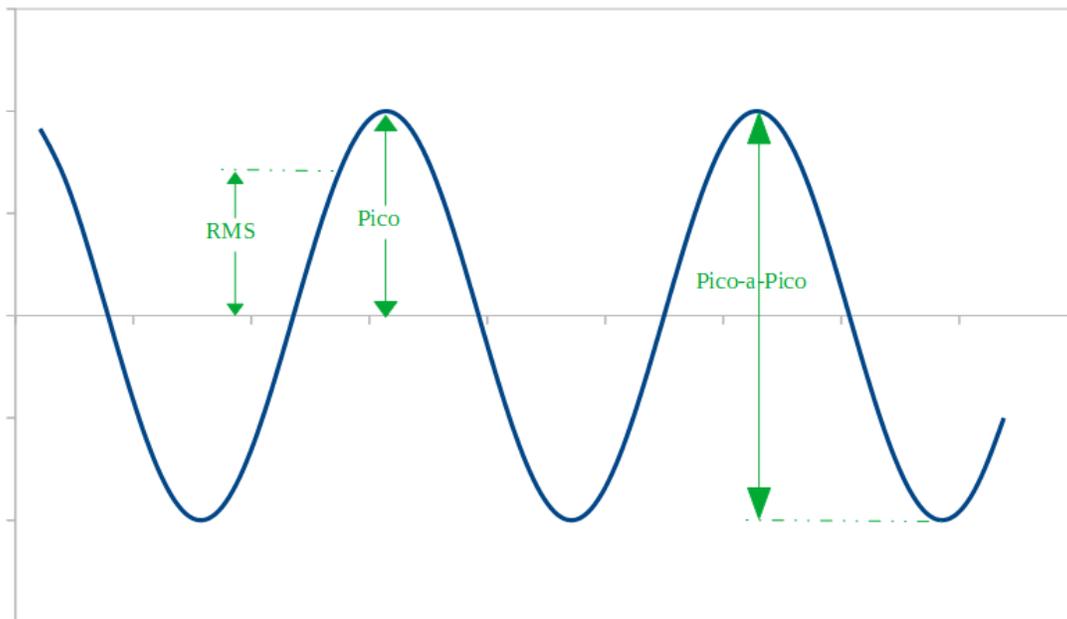
### 5.10.12 Ondas Senoidales

Una onda senoidal o sinusoidal es una onda periódica cuya amplitud es proporcional al seno de su ángulo de desplazamiento. Un ejemplo de onda senoidal es la tensión eléctrica que llega a nuestros hogares, pero también pueden encontrarse en otros muchos campos, como la propagación del sonido, la transmisión por radio, etc.

Nota: Un hecho muy interesante es que casi cualquier onda periódica puede ser expresada como la suma de un conjunto de ondas senoidales (Serie de Fourier). Esto es de gran utilidad, puesto que las ondas senoidales son muy fáciles de calcular.

(herramientasingeneria.com, S.F)

En la siguiente imagen se observa la gráfica de una onda senoidal.



**Figura 5.37.1 Onda Senoidal**

**Fuente** (herramientasingeneria.com, S.F)

### 5.10.13 Valor efectivo (RMS)

El valor medio de una onda senoidal (considerando un ciclo completo) es cero, puesto que el área sobre el eje horizontal durante el semi-ciclo positivo es el mismo que el área por debajo del eje durante el semi-ciclo negativo, por lo que ambas se cancelan.

En lugar del valor medio, se usa el valor eficaz, que para este caso es 120VAC. En el caso de circuitos eléctricos de corriente alterna, el valor eficaz es muy útil y normalmente es la forma de expresar magnitudes como la tensión o corriente. La ley de Ohm de un circuito de corriente alterna es  $V = I \cdot Z$ , donde V e I son los valores eficaces de la tensión y la corriente y Z es la impedancia.

#### **5.10.14 Vp - Valor instantáneo máximo (o valor de pico)**

Es el valor instantáneo máximo medido desde el nivel de cero, que para nuestro caso es 169.7vac.

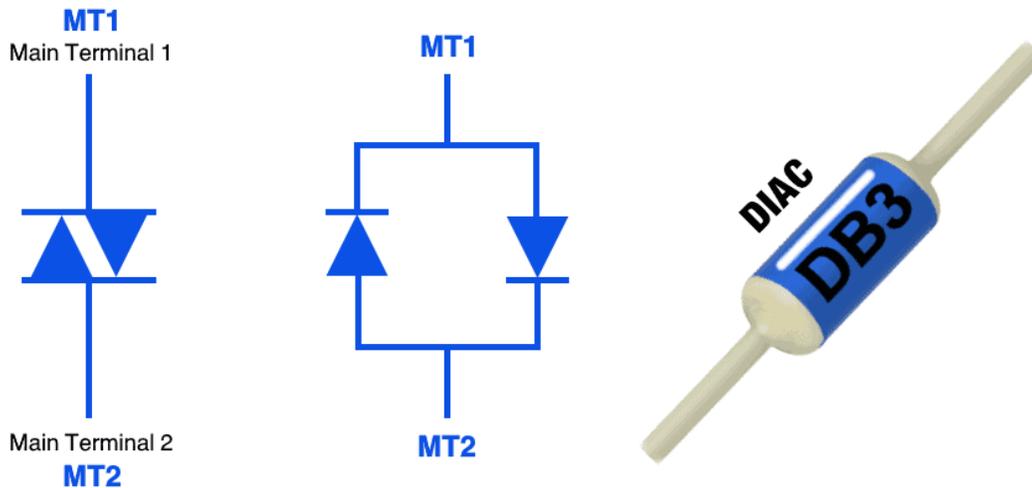
#### **5.10.15 Vpp - Valor pico-a-pico**

Diferencia entre el valor del pico positivo y el pico negativo, para este caso sería 339.4vac. (herramientasingeneria.com, S.F)

#### **5.10.16 Diac**

El Diac es un componente electrónico que se utiliza ampliamente para ayudar a la activación uniforme de un TRIAC cuando se utiliza en los interruptores de CA y como resultado, se encuentran a menudo en los reguladores de luz, como los utilizados en la iluminación doméstica. Estos componentes electrónicos también se utilizan ampliamente en los circuitos de arranque de las lámparas fluorescentes.

La mayoría de los DIAC tienen una tensión de ruptura de unos 30 voltios, aunque las especificaciones exactas dependerán del tipo de dispositivo. Curiosamente, su comportamiento es algo similar al de una lámpara de neón, aunque ofrecen una tensión de conexión mucho más precisa y, por tanto, proporcionan un grado mucho mayor de eualización de la conmutación, en la siguiente figura se muestra la simbología y construcción de un DIAC. (UNISALIA.com, S.F)

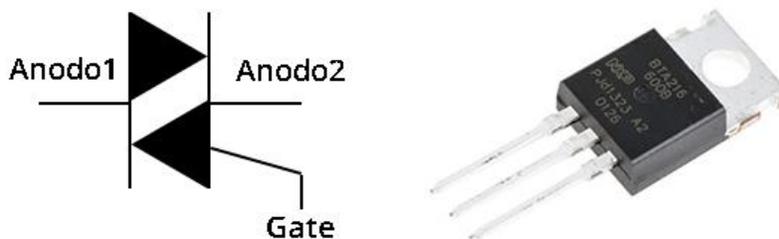


**Figura 5.38 Simbología y construcción de un DIAC**

**Fuente** (Technology, S.F)

#### 5.10.17 TRIAC Q4015L

El triac Q4015L es un componente electrónico que se utiliza para el control de la corriente, básicamente puede hacer la función de interruptor de un transistor, pero este componente lo hace en corriente alterna a diferencia del transistor que lo hace en corriente directa, la siguiente imagen muestra la simbología y encapsulado de un Triac.



**Figura 5.39 Encapsulado y simbología de un Triac**

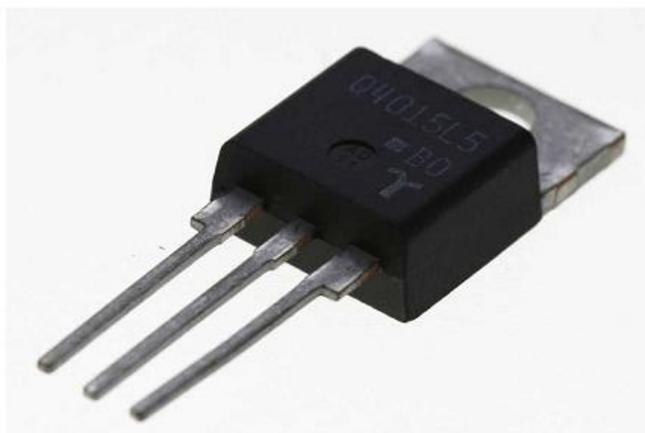
**Fuente** (Mecafenix, 2018)

- **Funcionamiento del TRIAC**

El funcionamiento de este componente es bastante sencillo de comprender, ya que cuenta con tres terminales, dos ánodos y una puerta o mejor conocida en inglés como gate. En los ánodos se coloca la corriente alterna junto con el elemento que se quiere controlar, ya sea un motor, una lámpara, un horno, etc. Puede ser cualquier cosa que funcione con corriente alterna, por último, una vez que se coloca una corriente dentro de la terminal gate este se activa para actuar como un interruptor cerrado, para desactivarlo basta con quitar la corriente de todo el circuito. (Mecafenix, 2018)

**Características del Q4015L5:**

- TRIAC aislado, Q4015L5
- Encapsulado TO-220 de 3 pines
- Voltaje pico en estado apagado 400V
- Voltaje DC de activación de compuerta (Gate) 2.5V
- Corriente RMS en estado encendido 15<sup>a</sup>
- Corriente de compuerta (Gate) requerida para activar 50Ma
- Corriente de mantenimiento 70mA
- Potencia de disipación 0.5W
- Tiempo de activación de compuerta (Gate) controlada 4 $\mu$ s
- Tasa de subida de voltaje de conmutación (dv/dt) 400V/ $\mu$ s (SUCONEL, S.F)



**Figura 5.40 Encapsulado de un Triac**

**Fuente** (SUCONEL, S.F)

#### **5.10.18 Capacitor de carga de 6uf 5% 630vdc 50/60 Hz**

El capacitor de 6uf a 630vdc con una tolerancia del 5% y una frecuencia de 50/60 Hz tiene como función entregar un voltaje de salida constante superior al voltaje de entrada frente a variaciones del voltaje de entrada o de carga. El capacitor se carga mediante el área de rectificación el cual está compuesto de diodos y capacitores dobladores de voltaje, a él le llegan aproximadamente 600vdc este se carga y se descarga en el transformador de alta, la cual envía el pulso de electroshock, en la siguiente figura se muestra las características del capacitor de carga el cual se estará utilizando para la cerca eléctrica ver figura 5.41.



**Figura 5.41 Capacitor de carga de 6uF 5% 630vdc 50/60 Hz**

**Fuente Propia**

- **Existen diferentes tipos de condensadores para cercas eléctricas, estos son algunos certificados por DISPROEL:**

34502002BX Condensador 2 uF / 450 V +/- 5%

34503002BX Condensador 3uF /450 V +/- 5%

34505002BX Condensador 5 uF / 450 V +/- 5%

34506002BX Condensador 6 uF / 450 V +/- 5%

34510002BX Condensador 10 uF / 450 V +/- 5%

34512002BX Condensador 12 uF a 450 V +/- 5%

34515002BX Condensador 15 uF / 450 V +/- 5%

34516002BX Condensador 16 uF a 450 V +/- 5%

34520002BX Condensador 20 uF a 450 V +/- 5%

34530002BX Condensador 30 uF / 450 V +/- 5% (Disproel, 2021)

- **Descripción**

- Clase A: Vida útil de 30.000 horas
- P0: No posee protección contra falla
- Sin resistencia de descarga
- Material Autoregenerativo
- Bajo factor de disipación (bajas pérdidas W/kVAr)
- Alta Resistencia de aislamiento dieléctrico
- Cuerpo cilíndrico (Disproel, 2021)

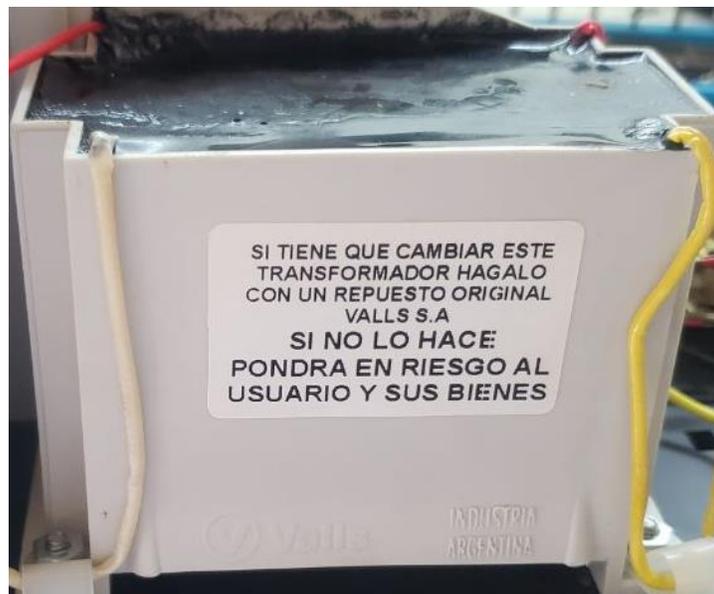
- **Características**

- Normas de fabricación IEC61048, IEC61049, UL 810
- Capacitancia CN ( $\mu\text{F}$ ) 1– 80\*
- Tolerancia 5%
- Tensión Nominal UN (VAC) 250 - 330 - 370 - 450
- Frecuencia fN (Hz) 50/60
- Factor de disipación / Tangente de
- ángulo de perdidas
- $<0.001$  ó 0.1% medido a 120Hz
- $<0.01$  ó 1% medido a 1kHz
- Temperatura de operación ( $^{\circ}\text{C}$ ) -40 +85
- Tensión máxima de operación UMAX 1.1\*UN
- Corriente máxima de operación IMAX 1.3\*IN (IN, corriente nominal) (Disproel, 2021)

Para el caso del proyecto se utilizó 34506002BX Condensador 6 uF / 450AC 630vdc V +/- 5%, 50/60, el cual se mandó a traer al extranjero debido a que no se encontraba en el país, ese condensador viene certificado por DISPROEL S.A (es una empresa colombiana dedicada a la fabricación y comercialización de productos y servicios en baja y media tensión para la optimización del uso de la energía eléctrica).

#### **5.10.19 Transformador de alta para cerca eléctrica**

El transformador de alta para 10 KM, y con una corriente de salida no mayor a los 500ma tiene como función entregar un voltaje de salida pulsante superior al voltaje de entrada frente a variaciones del voltaje de entrada o de carga, esta diferencia de potencial puede variar desde los 5,000 hasta 12,000 vdc. Este se carga mediante un capacitor de “carga”, luego se descarga enviando pulsos de electroshock, genera un alto voltaje en el orden de los kilovoltios para lo cual dicho requerimiento se le relaciona con el funcionamiento del encendido de un automóvil, donde el dispositivo capaz de generar un alto voltaje a partir de un bajo este es la bobina. En la siguiente figura se muestra imagen del transformador el cual se estará utilizando para la cerca eléctrica ver figura 5.42

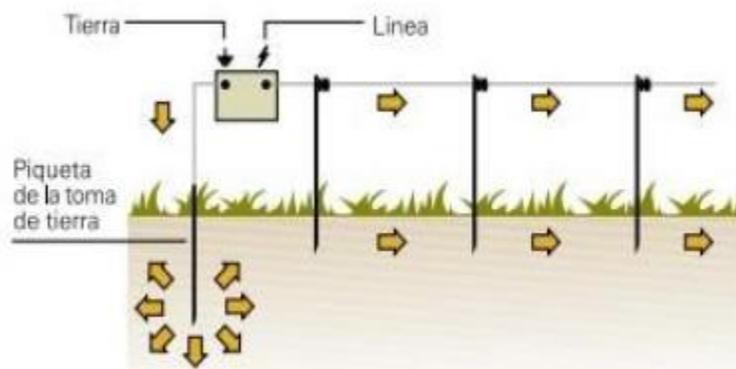


**Figura 5.42 Transformador de alta Para Cerca eléctrica**

**Fuente Propia**

### 5.10.20 El Impulsor Dispone de dos salidas:

El cable vivo y la toma de tierra; el cable vivo se observa en la figura 5.36, es aquel que emite los impulsos eléctricos a ciertos intervalos de tiempos y a una determinada cantidad de energía. Mientras que la toma de tierra sirve para poder cerrar el circuito. Se basa en el principio básico de un circuito abierto que va a necesitar de alguien o algo que lo toque para que cierre el circuito, en las cercas eléctricas el animal toca el alambre y recibe la descarga y cerrando el circuito del electrificador. La electricidad pasa al suelo a través de su cuerpo, viaja hasta llegar a la toma de tierra que se la elabora con una pica o jabalina.



**Figura 5.43 Salidas de un Impulsor**

**Fuente:** (WELLINGTON VELASCO, 2018)

Un fierro galvanizado o de cobre es empleado para crear la toma de tierra, debe ser enterrado de 30 cm a 2 m”, esto dependerá del tipo de terreno; en terrenos húmedos se usa una pica o polo a tierra, en suelos poco húmedos se requiere una toma de tierra con piquetas profundas, conocidas como jabalinas; mientras que en suelos casi secos se clavan de 3 a 5 tubos galvanizados o varillas Coperweld 5/8 con una distancia de 3 a 5 metros y en zonas áridas resulta imposible usar la tierra por si sola como conductor, para ello se complementa con un alambre sin aislar conectada a la toma de tierra del electrificador. Si la cerca es de dos hilos se opta por conectar el hilo inferior la toma de tierra del electrificador. Se debe realizar una adecuada toma de tierra ya que podría ser la causa principal para el mal funcionamiento. (WELLINGTON VELASCO, 2018)

### **5.10.21 Alambre**

El alambre es un componente que conduce la pulsación eléctrica desde el Energizador hasta el lugar donde se encuentran los animales.

Actualmente existe una gran variedad de hilo plástico trenzado, cintas para la cerca eléctrica, la selección del tipo de alambre parte del concepto básico de que, a mayor diámetro del conducto, menor será su resistencia eléctrica y mayor será su conductividad.

Hay que considerar que lo importante es que no exista cortes ni uniones mal hechas en el tramo del alambrado, también se debe evitar el contacto del alambre energizado con cualquier planta como: maleza o arbusto.

Para las cercas eléctricas por lo general se utiliza alambre liso redondo N° 15, N°13 o N° 12. Que a lo largo de estudios realizados se ha corroborado que son los más adecuados con pruebas y resultados eficientes en campo. (WELLINGTON VELASCO, 2018)

### **5.10.22 Estacas y aisladores**

El funcionamiento de las estacas dentro de este sistema es sostener los alambres, pueden ser de madera o metálicas para cercas fijas y de plástico para cercas móviles. La separación entre una de la otra es relativa pudiendo ser de 4 a 5 metros o más.

Para cercas fijas se recomienda que la distancia de separación entre un poste y otro sea de 4 a 6 metros, mientras que en las cercas móviles se recomienda que la distancia sea entre 5 a 7 metros.

Independientemente del material que sea la estaca es necesario el uso de aisladores plásticos. La función de los aisladores es evitar la pérdida de energía.

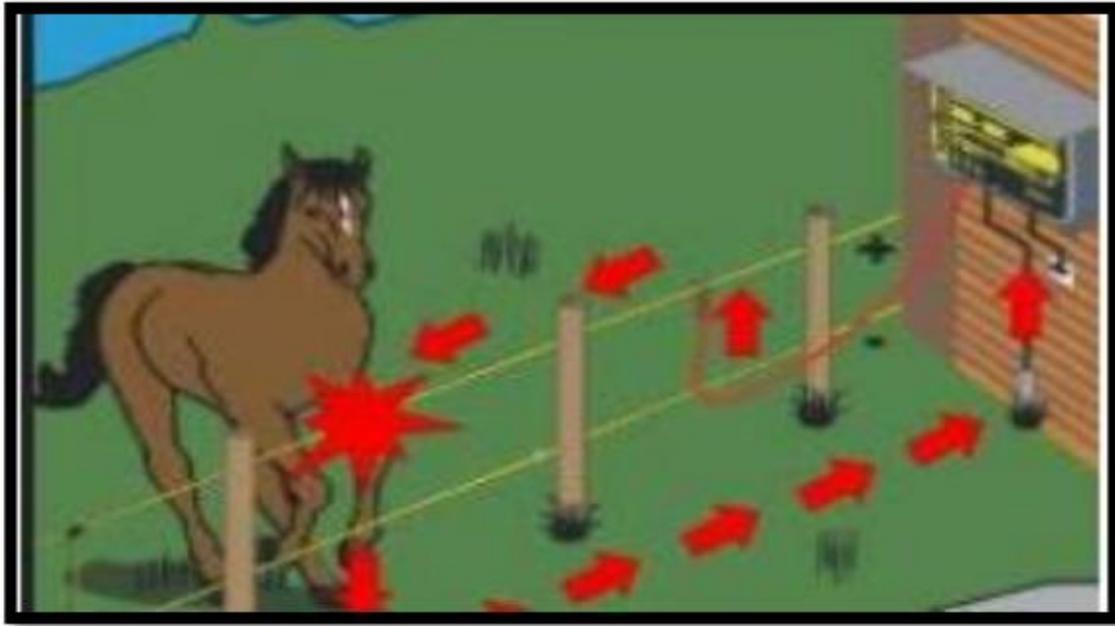
Los aisladores esquineros para ser considerados buenos aislantes deben garantizar una distancia mínima de 15mm entre el alambre electrificado y el que se pretende aislar, es decir que nunca se deben tocar entre sí. Este principio es fundamental para la elección del aislante. (WELLINGTON VELASCO, 2018)

### 5.10.23 Funcionamiento del cerco eléctrico

Su principio de funcionamiento es el de descargas eléctricas, con impulso de varios miles de voltios. La duración de la descarga en general es más baja que un milisegundo y una frecuencia de 1 Hz.

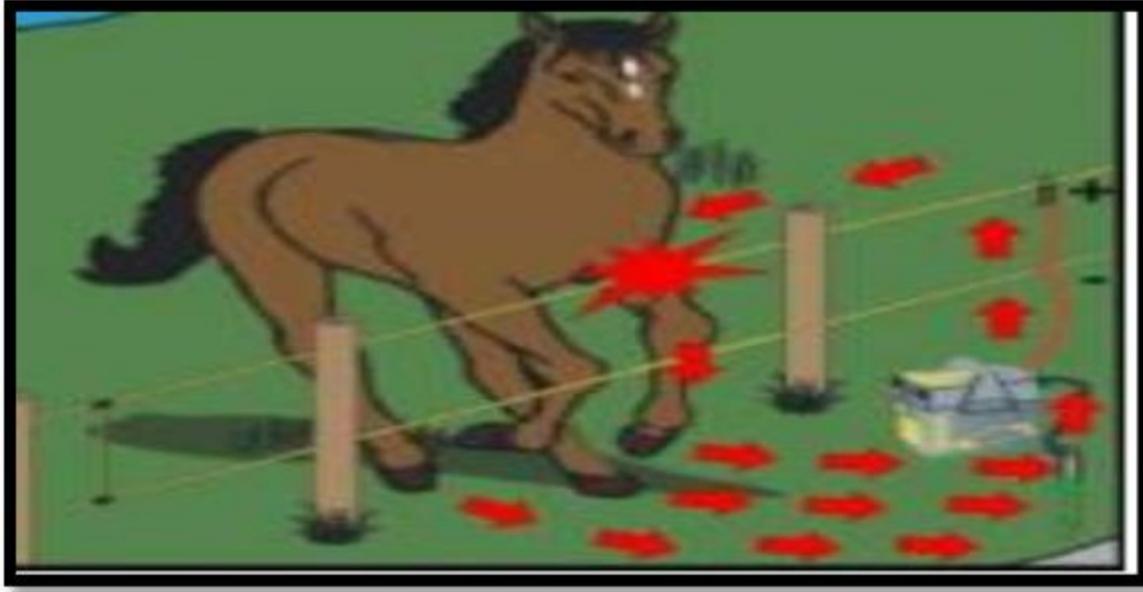
Cuando la corriente entra al pulsador genera unas pulsaciones eléctricas las que son recibidas por el animal cuando tocan el alambre, como se indica en la Figura 5.44 y 5.45 estas pulsaciones eléctricas son inofensivas para el animal ya que simplemente le genera miedo más no heridas.

Para este efecto es necesaria la existencia de una conexión a tierra para que se pueda cerrar el circuito, además para poder descargar la corriente.



**Figura 5.44** Esquema de funcionamiento de una cerca, un hilo y tierra

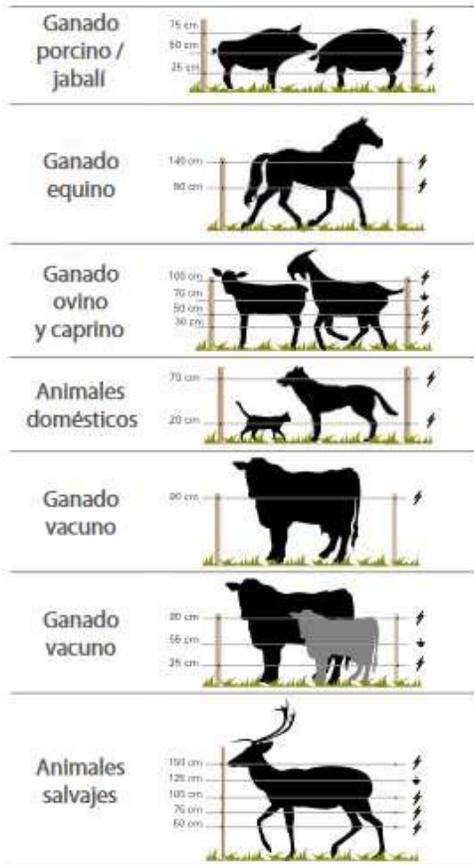
**Fuente:** (WELLINGTON VELASCO, 2018)



**Figura 5.45 Esquema de funcionamiento de una cerca, dos hilos.**

**Fuente:** (WELLINGTON VELASCO, 2018)

Para cada tipo de especie se requiere una potencia específica, se recomienda una potencia mínima de 6 Joule, un voltaje específico, número de alambres y las distancias en la que deben ser colocadas. Estos datos necesarios se detallan en la figura 5.46 y 5.47.



**Figura 5.46 Alturas recomendadas para hilos del cerco**

**Fuente:** (WELLINGTON VELASCO, 2018)

<b>Especie</b>	<b>Número de alambres</b>	<b>Distancia de alambres a partir del suelo (cm)</b>	<b>Voltaje (KV)</b>
<b>Vacas lecheras y crías</b>	2	45 - 90	3,5
<b>Bovino o vacuno</b>	1	90	3,5
<b>Equinos</b>	1	90	3,5
<b>Porcinos</b>	2	15 y 30	3,5
<b>Ovinos</b>	3	30, 60 y 90	5
<b>Caprinos</b>	4	15,30, 60 y 90	5
<b>Salvajes</b>	4	15,30, 60 y 90	6

**Figura 5.47 Distribución de alambres, alturas y voltajes según animales**

**Fuente:** (WELLINGTON VELASCO, 2018)

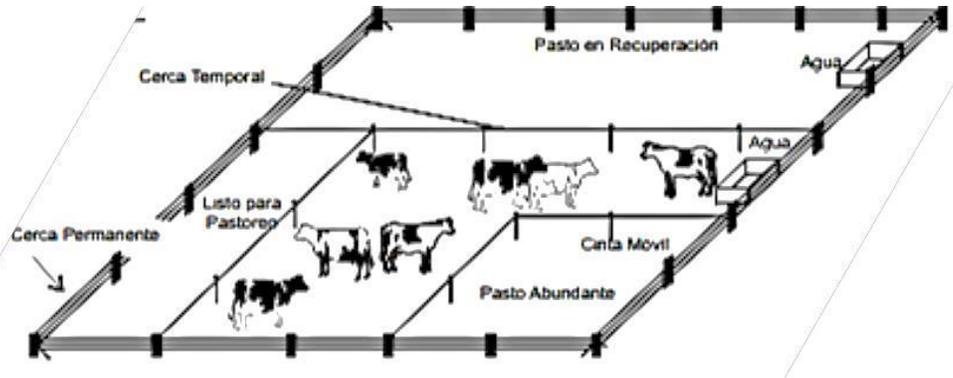
La intensidad de pico del impulso alcanza unos diez amperios, pero la intensidad efectiva calculada en el periodo de repetición permanece por debajo de los diez mA. (WELLINGTON VELASCO, 2018)

### **5.11 Tipos de cercas eléctricas**

Existen dos tipos de cercas:

- ✓ Cercas fijas
- ✓ Cercas móviles

La figura 5.48, muestra los dos tipos de cercas existentes. Además, se observa que en este ejemplo los dos tipos se encuentran dentro de una parcela, donde se puede apreciar la separación de los animales en el área ganadera.



**Figura 5.48 Tipos de cercas eléctricas.**

**Fuente:** (WELLINGTON VELASCO, 2018)

### 5.11.1 Cercas fijas

Como su nombre lo indica este tipo de cercas no se puede mover, es decir es un cercado a largo plazo donde su tiempo de vida útil está entre los 20 y 25 años. La construcción de estas son los más económicos, fáciles de instalar y requieren de menos mantenimiento.

En este tipo de cerca se puede colocar a animales como: animales salvajes y de rapiña, puercos, cabras, ovejas, caballos, venados y animales exóticos. (WELLINGTON VELASCO, 2018)

### 5.11.2 Cercas móviles

Estas cercas proporcionan una gran flexibilidad y son los más adecuado para el control del animal a corto plazo o utilizados también en el sistema de pastoreo rotativo. Son de fácil instalación y construcción y a diferencia de las cercas fijas simplemente estas no necesitan mantenimiento.

En este tipo de cerca se puede colocar a animales como: ovejas, caballos, vacas lecheras y bovinos en general.

La colocación de los alambres es específica, el alambre con electricidad se colocará como ya se mencionó en la tabla 5.47, mientras que el otro alambre tendría una conexión a tierra colocado por debajo del alambre que se encuentra electrificado. (WELLINGTON VELASCO, 2018)

En la figura 5.49 se muestra la diferencia entre cercos eléctricos como fijos y móviles.

<b>CARACTERISTICAS</b>	
<b>CERCO FIJO</b>	tiempo de vida de 20 a 25 años
	estacas de madera o metálicas
	alambre de púas
	permanentes
	distancia de cada estaca de 4m a 6m
	colocación de una red de varilla coperwell
	aisladores plásticos
	requieren menos mantenimiento
<b>CERCO MÓVIL</b>	estacas de plástico (pigtailo)
	distancia de cada estaca de 5m a 7m
	móviles
	fácil de transportar
	piola polieléctricos
	no necesitan de mantenimiento constante
	control del animal a corto plazo

**Figura 5.49 Diferencia entre cerca fijas y móviles.**

**Fuente:** (WELLINGTON VELASCO, 2018)

### **5.11.3 Ventajas del cerco eléctrico**

- Es más económico que un cerco de malla o uno con alambre de púas. Por su bajo costo en la instalación, operación y mantenimiento.
- No produce ningún daño físico en el animal, a diferencia de un cerco de alambre de púas los animales intentan atravesar el cerco y en su intento las púas lastiman físicamente al animal, en especial las ovejas.
- Es modificable para cada tipo de especie que se encuentre dentro de la cerca y las especificaciones necesarias.
- Los materiales necesarios para la cerca son más fáciles de adquirir, transportar distribuir y manejar. (WELLINGTON VELASCO, 2018)

## **VI. DISEÑO METODOLOGICO**

### **6.1 Tipo de Investigación**

Se utilizó el método científico con un enfoque cuantitativo y cualitativo (Mixto), se tomaron datos a partir de la entrevistas realizadas a dueños de fincas en la comunidad el Carbón y a estudios previos realizados en otros trabajos investigativos similares al presente tema, este es adecuado para el proyecto ya que es tecnológico y designa la incorporación del conocimiento dirigido al sector pecuario o ganadero, con el fin de mejorarlo o hacerlo más eficiente, y así darle una solución a la problemática que se presenta.

En este caso se diseñará la implementación de un sistema electrónico para pastoreo y trazabilidad bovina utilizando identificación por radio frecuencia (RFID) para la finca Rancho el Urraco en Jalapa Nueva Segovia, cuya función ya antes mencionada es brindarle la ayuda al productor llevando el control y cuidado del ganado de manera automatizada.



**Figura 6.1 Jalapa N.S, Comunidad El Carbón**

**Fuente:** Propia



**Figura 6.2 Macro localización, Rancho El Urraco, Comunidad El Carbón**

**Fuente:** Google Maps



**Figura 6.3 Micro localización, Rancho El Urraco**

**Fuente:** Google Maps

Las etapas de desarrollo, que se han planteado en dicho problema, contemplan lo siguiente; solución, verificación y evaluación del sector ganadero. En cada etapa se implementarán los conocimientos, técnicas y herramientas adquiridas en los programas de asignaturas de la carrera Ing. Electrónica, complementada por la revisión de literatura y auto estudio.

El significado de cada una de las etapas es el siguiente;

➤ **Etapa 1: Determinación de los requerimientos del proyecto.**

Consiste en realizar un debate e investigación para determinar; ¿cuáles son los requerimientos para la solución del problema?

➤ **Etapa 2: Diseño del bosquejo conceptual del sistema.**

En esta etapa se toman los requerimientos de la solución, para diseñar de forma conceptual una solución en general. Se obtiene el diagrama funcional de la solución, el cual será el punto de partida para las siguientes etapas.

- **Etapa 3: Determinación de las técnicas e instrumentos para el diseño de la solución.**

En esta etapa se determinan los instrumentos apropiados tales como Datos de tesis, Libros, Revistas, y artículos científicos.

- **Etapa 4: Diseño e implementación del sistema de pastoreo electrónico y trazabilidad bovina utilizando tecnología RFID para la finca antes mencionada.**

En esta etapa se realiza una evaluación de los componentes necesarios para la realización del proyecto que se va a ejecutar.

- **Etapa 5: Implementar el Diseño del prototipo del sistema de pastoreo electrónico y trazabilidad bovina utilizando tecnología RFID para la finca antes mencionada.**

En esta etapa se implementa el prototipo de pastoreo electrónico y trazabilidad bovina.

- **Etapa 6: Evaluar la implementación del proyecto pastoreo electrónico y trazabilidad bovina antes mencionado.**

En esta etapa se va a hacer una revisión del proyecto implementado, con el fin de garantizar un rendimiento adecuado de la solución.

## **6.2 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para obtener la información necesaria para este proyecto se recurrió al uso de la entrevista estructurada en la cual se hicieron preguntas específicas sobre el tema, la cual se aplicó a 3 dueños de fincas en la comunidad El Carbón, para que nos brindaran información de acuerdo a su experiencia interactuando con los animales de sus fincas, en ninguna de las fincas entrevistadas se ha implementado el pastoreo electrónico (cerca eléctrica), solamente tienen la trazabilidad bovina de forma tradicional, es prioridad de los dueños de finca llevar un registro y un mejor cuidado del ganado, debido a los hurtos que se han dado actualmente en la zona.

### **6.3 Procedimientos para la recolección de datos e información**

Se visitó la Finca Rancho el Urraco en Jalapa Nueva Segovia para observar el método que utilizan los ganaderos para el cuidado del hato bovino, luego se solicitó permiso al propietario para obtener mapas, datos e inventarios de dicha finca y así poder conseguir la información necesaria para la realización del proyecto. Se tomó más información de 2 fincas cercanas de la zona, en las cuales las preguntas iban dirigidas en temas como las formas que usan para el cuidado de los animales, pérdidas económicas que se manejan por el uso de cercas tradicionales, experiencia al tratar con el cuidado de los animales y como ayudaría la electrónica en la adaptación de los animales a este nuevo mundo tecnológico.

### **6.4 Plan de análisis y procesamiento de datos**

Con los datos obtenidos de las entrevistas realizadas, se realizó una lluvia de ideas para poder englobar las soluciones a los problemas que se lograron identificar y que fueron señalados por los ganaderos, todo con el fin de concretarlos en 2 dispositivos electrónicos capaz de disminuir las afectaciones económicas que se tienen con el pastoreo y cuidado tradicional del ganado.

Se logró hacer una lista de requerimientos que ayudó a crear un prototipo que cumpla con las necesidades de estos ganaderos, el uso de sensores RFID, cercas eléctricas y la utilización de software de automatización de diseño electrónico, esto con el fin de crear un circuito electrónico que sea lo más económico para el consumidor. La **figura 6.4**, muestra parte del ganado que se maneja en la finca Rancho el Urraco.



**Figura 6.4 Ganado Bovino de la finca Rancho El Urraco**

**Fuente: Propia**

## **VII. DESARROLLO**

### **7.1 Necesidades Básicas y principales problemas con lo que luchan a diario los propietarios de fincas ganaderas.**

Para obtener información más precisa del tema, se logró hacer 3 entrevistas: una al dueño de la finca Rancho el Urraco y las otras 2 a los vecinos colindantes, **(Ver Anexo A)** necesaria para obtener la información deseada para el desarrollo del proyecto.

El ingeniero Milton Marchena y propietario de la finca Rancho el Urraco con más de 10 años de experiencia en el cuidado y manejo del ganado bovino, nos indica que últimamente pastorear ganado con cerca de púas y llevar el registro en papel y lápiz son métodos que en nuestro país ya no son tan buenos debido al maltrato que se le da al hato bovino, y para mejorar estas situaciones se han venido sustituyendo poco a poco por sistemas más eficientes aprovechándose la adaptabilidad del ganado, el uso racional de su alimentación, y la mejora genética según el propósito que se persiga.

“A pesar de que es muy lógico el hecho de que para mantener los animales en un ambiente agradable necesitan de la ayuda de otras instituciones que se dedican al cuidado y trato del ganado; cabe mencionar que por lo general pueden compensar estos problemas usando métodos tradicionales” concluye.

### **7.2 Dificultades que presentan pequeños ganaderos**

Según el propietario de la finca Milton Marchena, el papel de cuidar el ganado bovino es sumamente importante, ya que se debe de pastorear y llevar registro de su vida (desde que nace hasta que muere), con estos cuidados se le da el trato que se merece, ya que no maltratamos psicológicamente, ni estresamos al hato bovino, se previenen las enfermedades de las que ellos llegan a padecer, y se evita la inseguridad que se vive hoy en día en el país porque al dueño de lo ajeno se le hace un poco más difícil extraer un animal de un potrero cercado con alambre.



**Figura 7.1 Entrevista al Ing. Milton Marchena.**

**Fuente:** Propia

“El cuidado y manejo del ganado bovino es una de las medidas más importantes que un ganadero tiene que tomar para contrarrestar los incrementos en los costos de producción y consecuentemente, incrementar las utilidades de la finca.

Actualmente un sistema de pastoreo electrónico o cerca eléctrica, aplicado a la ganadería sería una solución práctica y económica debido a que se obtienen máximas ganancias de las subdivisiones de potreros y se protege al ganado de una mejor forma evitando así que este no se salga del lugar donde está, esto también permite una mejor practica de manejo, como pastoreo controlado, el aumento en la capacidad de carga de las tierras y mejor conservación del alimento, nos explica el propietario de la finca.

### **7.3 Ventajas de la tecnología para los pequeños ganaderos**

En la actualidad el avance tecnológico ha permitido crear herramientas y dispositivos que mejoran la economía de los pequeños, medianos y grandes ganaderos. Dándoles sistemas electrónicos que complementan sus problemas. Introducir tecnología a beneficio de los ganaderos permitirá que se incremente la seguridad y control del ganado, y les dará mayor seguridad al movilizarlos, obtener mejores resultados de carne y leche etc.

La tecnología permite grandes ventajas a los ganaderos:

#### **7.3.1 Cerca eléctrica para ganado bovino.**

La cerca eléctrica permite el control de los animales porque les envía un “shock” de muy corta duración y alto voltaje que hace que el animal no lo olvide.

#### **7.3.2 Trazabilidad bovina utilizando tecnología RFID.**

Es una herramienta que se emplea para seguirle el rastro u obtener datos de un animal desde que nace hasta que llega al matadero, la tecnología del proyecto consiste en un sistema electrónico informático, conformado por un bastón con una antena RFID y un micro controlador, y por un ordenador/servidor conformado por un procesador, pantalla y teclado, así como de una memoria SD, la cual almacena todos los datos obtenidos de las chapas del hato bovino.

Estas son algunas de las tecnologías que han facilitado la vida de los ganaderos, existen organizaciones que se dedican al cuidado del hato bovino, aunque en Nicaragua son muy pocas, por lo cual la mayoría de ganaderos trabajan de forma rudimentaria.

### **7.4 Necesidades básicas**

Nicaragua cuenta con pocas organizaciones especializadas que brinden atención especial a los ganaderos, el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA) es uno de ellos, este se encarga de trazar y regular todo el hato bovino nicaragüense.

El propietario de la finca Rancho el Urraco nos explica que el llevar un control del ganado de manera exhaustiva es un poco complicado debido a los sistemas tradicionales que existen y también al proceso de adaptación que necesita el hato bovino, el ganado tiene

que ser atendido de una manera muy especial y a la vez requieren de servicios especializados tales como:

#### **7.4.1 Educación**

Para los ganaderos educar al ganado bovino es un día a día, esto con el fin de evitar problemas con los demás vecinos y también para ayudar al animal a sentirse en un lugar muy agradable y sin estrés.

#### **7.4.2 Adaptación**

Todo animal que es nuevo en una finca, requiere de un proceso de adaptación por lo cual es de suma importancia tratarlos con mucha paciencia para no estresarlos mucho, debido a que no es lo mismo tratar con un animal que nace en la misma finca a otro que viene de una finca ajena.

Esto son algunas de las necesidades básicas que tienen los pequeños ganaderos. Sin estos servicios será difícil llevar un buen control y registro del ganado. Al haber pocas organizaciones especializadas en esta área, no todos los ganaderos tendrán la oportunidad de tratar a su ganado con mucho sigilo, además que estas organizaciones no cuentan con el material adecuado para capacitar a los ganaderos.



**Figura 7.2 Cerca de alambre de púas**

**Fuente:** (Suarez, 2016)

### **7.5 Diseño del dispositivo de electroshock y trazabilidad bovina**

En este apartado se diseñarán dos dispositivos electrónicos; uno capaz de transmitir pulsos de electroshock de manera segura, produciendo solo temor en los animales al acercarse a los alambres eléctricos, y el otro será el que llevará el control del ganado por medio de un sistema de identificación por radio frecuencia (RFID). Se especificará cada uno de los proyectos y componentes a utilizar para el diseño de los dispositivos, al mismo tiempo se explicará el funcionamiento y como estos permiten educar al hato bovino y llevar un registro del mismo.

#### **7.5.1 Requerimientos del Diseño de la cerca eléctrica**

Para lograr el alcance deseado del diseño para los usuarios, en este caso ganaderos, se acude a documentos investigativos, y a testimonios de personas ya documentadas en otros proyectos con la misma temática, además de la información obtenida de las entrevistas realizadas al propietario de la finca rancho el Urraco y a los otros 2 ganaderos de la comunidad el carbón en el cual se desarrolló el diseño, los entrevistados indican que el valor de un impulsor eléctrico anda por los C\$ 9,720 córdobas

aproximadamente, a continuación escribiremos una lista de las principales características con la que constara el dispositivo.

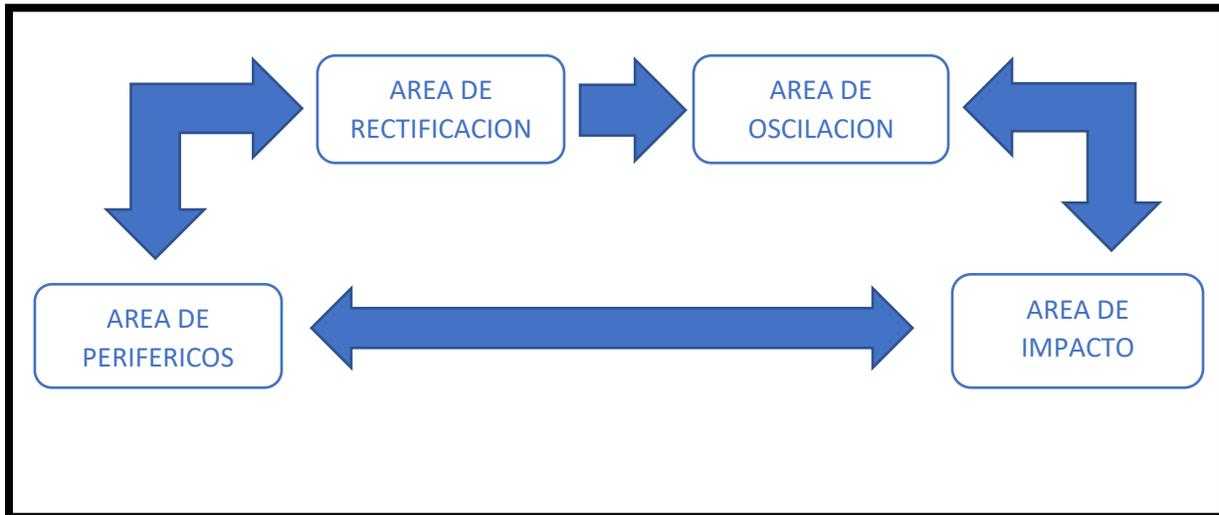
1. Contará de una fuente de energía (corriente alterna).
2. Enviara pulsos de electroshock al hato bovino, el cual creara una barrera psicológica en el animal.
3. Usará una carcasa rustica para intemperie.
4. Contará de un interruptor de encendido y apagado.
5. Dispondrá de 2 luz de neón, uno que nos indicara cuando este encendido y el otro indicará cuando envíe el pulso de electroshock.
6. Implementar un sistema que no lastime ni maltrate el cuero del animal y que permita al usuario economizar en el aspecto de la batería, solo bastara conectar el dispositivo a la fuente de electricidad para que funcione.
7. Lograr que los costos sean lo más bajo posible del comercial, para que el dispositivo sea del alcance para los ganaderos de pocos recursos.
8. Lograr un dispositivo lo más compacto posible para el fácil manejo de los usuarios.

### **7.5.2 Evaluación y Selección de Componentes.**

Para que el dispositivo lograra cumplir los requerimientos estipulado en el diseño, se hizo una lista de componentes, los cuales se escogieron pensando en lo económico, la versatilidad para trabajar y lograr un acabado compacto, y que de un aspecto atractivo para el usuario.

Para lograr esto, se dividió el sistema en 4 áreas, en la figura 7.3 se muestra el esquema general del diseño de la cerca eléctrica.

### 7.5.3 Esquema general del dispositivo.



**Figura 7.3 Diagrama de bloques del dispositivo**

**Fuente:** Propia

### 7.5.4 Periféricos

La primera elección que se hizo fue la del tipo de corriente a utilizar en este caso será corriente alterna, que será la parte fundamental pero no principal del dispositivo con la cual se alimentará, contara de 2 fusibles de protección y así mismo dispondrá de un interruptor on/off para encender y apagar el dispositivo, tendrá 2 lámparas pilotos de neón lo cual una indicara que hay corriente alterna en el dispositivo, y la otra indicara que hay voltaje en la salida, esta parpadeara cada segundo, en su salida tendrá solamente 2 bornes uno positivo y otro negativo los cuales irán conectados de la siguiente forma; el positivo al alambre y el negativo a tierra.

### 7.5.5 Diodos rectificadores 1N5404

El segundo componente a escoger fue el Diodo 1N5404 y para entender un poco cómo funcionan estos diodos es necesario comprender su funcionamiento y característica. Como su nombre lo indica, los diodos rectificadores convierten una señal de corriente alterna en otra de corriente directa, en este caso se utilizó el diodo 1N5404, es un diodo rectificador de dos terminales axiales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido. Es un rectificador de uso general que se caracteriza por su alta capacidad de corriente y baja de fuga.

### **7.5.6 Diac**

Como se mencionó en el marco teórico el Diac es un componente electrónico que se utiliza ampliamente para ayudar a la activación uniforme de un TRIAC cuando se utiliza en los interruptores de CA y como resultado, se encuentran a menudo en los reguladores de luz, como los utilizados en la iluminación doméstica. Estos componentes electrónicos también se utilizan ampliamente en los circuitos de arranque de las lámparas fluorescentes.

La mayoría de los DIAC tienen una tensión de ruptura de unos 30 voltios, aunque las especificaciones exactas dependerán del tipo de dispositivo. Curiosamente, su comportamiento es algo similar al de una lámpara de neón, aunque ofrecen una tensión de conexión mucho más precisa y, por tanto, proporcionan un grado mucho mayor de eualización de la conmutación, en la siguiente figura se muestra la simbología y construcción de un DIAC. (UNISALIA.com, S.F)

### **7.5.7 TRIAC Q4015L**

El siguiente elemento a utilizar como interruptor de corriente alterna es el triac Q4015L es un componente electrónico que se utiliza para el control de la corriente, básicamente puede hacer la función de interruptor de un transistor, pero este componente lo hace en corriente alterna a diferencia del transistor que lo hace en corriente directa, la siguiente imagen muestra la simbología y encapsulado de un Triac.

### **7.5.8 Capacitor de Carga y Transformador de Alta**

La última parte del dispositivo y siendo una de las más importante, es el área de impacto del diseño, al ser la parte que envía los pulsos de “electroshock” se tuvo que buscar unos componentes que cumplieran esta función específica, pero que por otro lado no afectara el tamaño del dispositivo, y que siempre fuera lo más compacto posible.

### **7.5.9 Capacitor de carga de 6uf 5% 630vdc 50/60 Hz**

El capacitor de 6uf a 630vdc con una tolerancia del 5% y una frecuencia de 50/60 Hz tiene como función entregar un voltaje de salida constante superior al voltaje de entrada frente a variaciones del voltaje de entrada o de carga. El capacitor se carga mediante el área de rectificación el cual está compuesto de diodos y capacitores dobladores de voltaje, a él le llegan aproximadamente 600vdc este se carga y se

descarga en el transformador de alta, la cual envía el pulso de electroshock, en la siguiente figura se muestra las características del capacitor de carga el cual se estará utilizando para la cerca eléctrica.

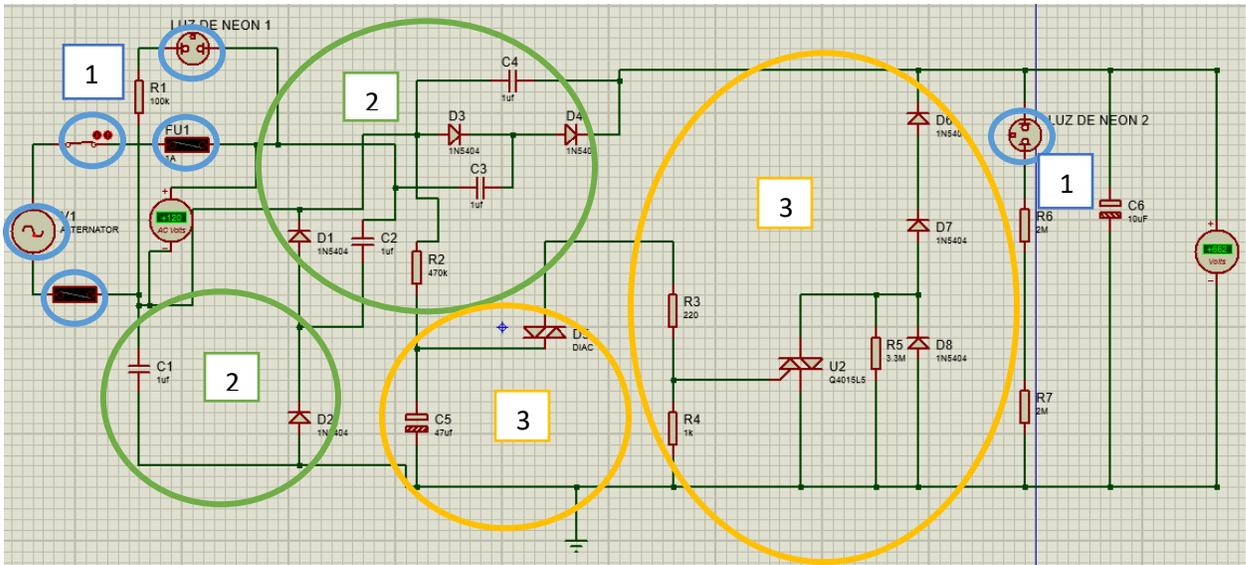
Para el caso del proyecto se utilizó 34506002BX Condensador 6 uF / 450AC 630vdc V +/- 5%, 50/60, el cual se mandó a traer al extranjero debido a que no se encontraba en el país, ese condensador viene certificado por DISPROEL S.A (es una empresa colombiana dedicada a la fabricación y comercialización de productos y servicios en baja y media tensión para la optimización del uso de la energía eléctrica).

#### **7.5.10 Transformador de alta para cerca eléctrica**

El propósito es generar un alto voltaje en el orden de los kilovoltios para lo cual dicho requerimiento se lo relaciona con el funcionamiento del encendido de un automóvil, donde el dispositivo capaz de generar un alto voltaje a partir de un bajo es la bobina. El transformador de alta para 10 KM, y con una corriente de salida no mayor a los 500ma tiene como función entregar un voltaje de salida pulsante superior al voltaje de entrada frente a variaciones del voltaje de entrada o de carga, esta diferencia de potencial puede variar desde los 5,000 hasta 12,000 vdc. El transformador se carga mediante el capacitor de 6uf 5% 630vdc 50/60 Hz, luego se descarga enviando pulsos de electroshock, en la siguiente figura se muestra imagen del transformador el cual se estará utilizando para la cerca eléctrica.

#### **7.5.11 Diagrama esquemático elaborado en el simulador Proteus**

Habiendo adquirido los componentes para el impulsor eléctrico se procedió a usar el programa de simulación electrónica Proteus en su última versión, para elaborar el esquemático del dispositivo y así comprobar que al unir todos los componentes estos funcionaran de la manera adecuada y cumpliendo cada uno con su función.



**Figura 7.4 Circuito del impulsor eléctrico simulado en proteus**

**Fuente Propia**

En la imagen anterior se puede observar lo que es el circuito del impulsor eléctrico, lo dividimos en 4 secciones para entender como es el proceso de activación de los actuadores.

Los círculos de color celeste (sección 1) son el área de periféricos el cual este compuesto por la entrada de voltaje 120VAC, un interruptor que nos encenderá y apagará el circuito, 2 luz piloto de Neón, una indicara que este encendido el dispositivo y la otra indicara el pulso de electroshock a la salida, también se encuentran los bornes a la salida del dispositivo, el cual no se puede apreciar en el esquemático.

Los círculos de color amarillo (sección 2) nos muestran el área de oscilación, donde se encuentra un condensador de 47uf x 50vdc el cual hace la velocidad de disparo del Triac(esto lo hace mediante el DIAC), también están las resistencias de polarización las cuales ajustan el momento del disparo del Triac, variando como consecuencia el tiempo de conducción del mismo.

Los círculos de color verde (sección 3) nos muestran el área donde se rectifica y se eleva el voltaje arriba de 600 volt, está compuesto de 4 diodos 1N5404 y 4 capacitores 105j 400vac, ver la siguiente figura del circuito elevador de voltaje.

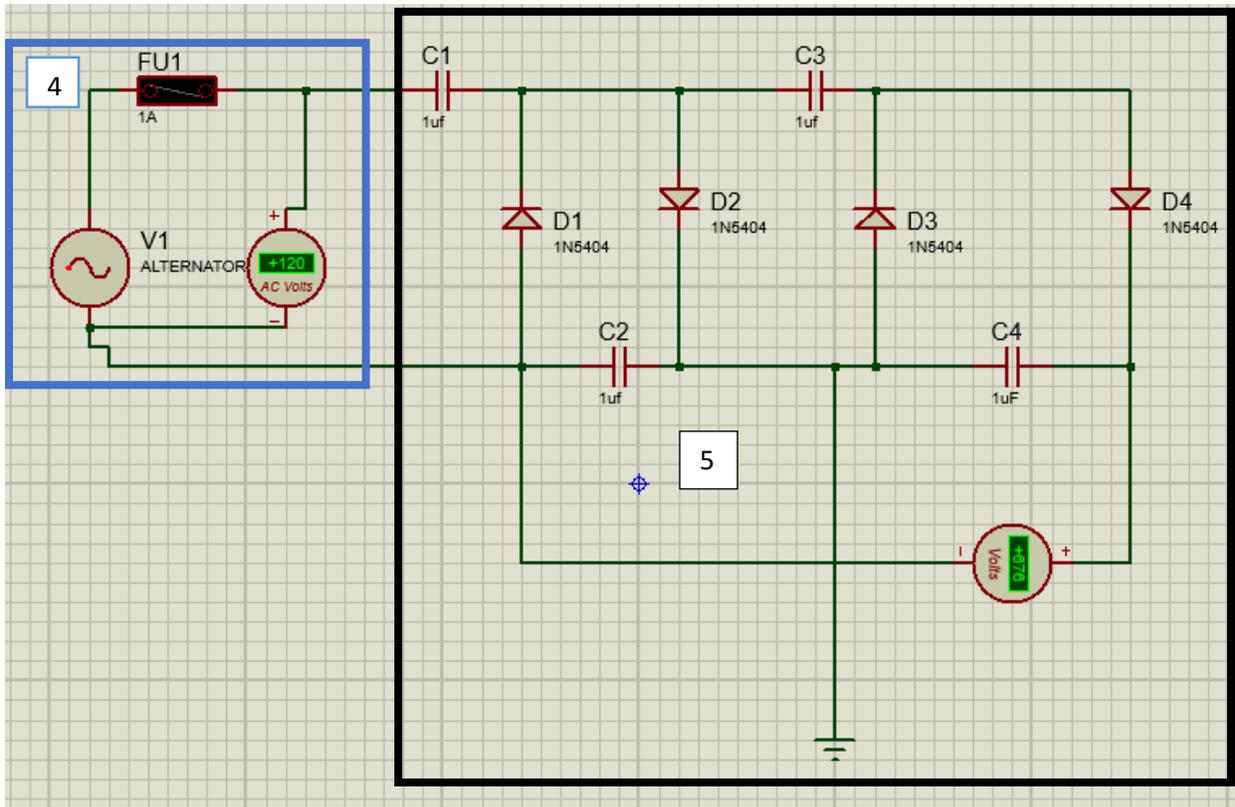


Figura 7.5 Circuito elevador de voltaje

### Fuente Propia

En el cuadro azul (sección 4) se muestra el voltaje de una red doméstica la cual se debe de calcular mediante la ecuación del valor efectivo de la cantidad senoidal ( o valor pico máximo) extraída del libro Boylestad décima edición pagina 547;

Dice

$$(Valor\ eficaz(RMS)\ o\ VAC) \times (\sqrt{2} Eficaz)$$

Sustituyendo valores se obtiene;

$$RMS = 120 \times (1.4142) = 169.704 \text{ (Voltaje máximo o valor pico)}$$

El valor pico a pico se obtiene sumando el voltaje pico positivo con el voltaje pico negativo, y de esa manera se obtiene que;

$$V_{pp} = 169.7 + 169.7 = 339.4$$

El valor pico máximo obtenido de la ecuación se agrega al alternador usando una frecuencia de 60hz la cual es la estándar en Centroamérica.

En el cuadro negro (sección 5) se muestra un cuadriplicador de voltaje “un circuito multiplicador de voltaje es un arreglo de capacitores y diodos rectificadores que se utiliza con frecuencia para generar altos voltajes de Corriente Directa. Este tipo de circuito se utiliza el principio de la carga en paralelo de capacitores, a partir de la entrada de Corriente Alterna y añadiendo voltaje a través de ellos en serie se obtiene voltajes de CD más alto que el voltaje de la fuente. Circuitos individuales de multiplicadores de Voltaje (a menudo llamados etapas) se pueden conectar en serie para obtener aún más altos voltajes de salida.” (www.spellmanhv.com, S.F)

En este esquemático faltó simular el área de impacto, el cual este compuesto de un capacitor de carga y un transformador de alta, los cuales no se encuentran en proteus, por tal motivo no fueron agregados.

Se hizo el cálculo de Julios y alcance en km que tendrá el impulsor eléctrico (cálculo de energía desplegada)

Datos del capacitor

Capacidad = 6uf  $\approx$  0.000006F

Perdida = 20%

Voltaje = 630Vdc

Formula;

$$\frac{V_{cap} * V_{cap} * Cap \text{ en } F}{2} = 1.19 \text{ julios}$$

Por cada 1 Julios, son aproximadamente 10km de distancia lineal,

$$km_{alcance} = J * 10Km (1.19 - 20\%) = 0.99j$$

$$km = 0.99j * 10km = 9.9km \text{ de distancia lineal aproximadamente.}$$

Teniendo el circuito Funcionando en el programa de simulación, falta hacerlo funcionar físicamente, para eso se diseñó una PCB que ayudara a hacer lo más compacto posible el circuito, y así poder crear el case del diseño, en el cual irán todos los componentes antes mencionados.

## **7.6 Elaboración del Case y PCB para nuestro proyecto**

En este apartado se explicara, el proceso que se tomó para desarrollar en físico el diseño electrónico, utilizando los materiales de bajo costo propuestos anteriormente, se explicara el diseño para la elaboración del Case (encapsulado) del dispositivo, así mismo se explicara el proceso de creación de la PCB en la que irán soldados los componentes.

### **7.6.1 Case del dispositivo**

Para este proyecto se optó por comprar una caja plástica de derivaciones, debido a que al diseñarla salían los costos un poco más elevados y como objetivo del case a utilizar se deseó que fuera lo más compacto posible para que en el momento de montar los componentes sea lo más sencillo posible para el usuario.

El Case tiene unas medidas de 150 X 150 X 70 Mm tipo intemperie, a continuación, se mostrará una imagen del case que se compró.

- **Especificaciones**

1. MATERIAL: PLÁSTICO ABS / EMPAQUE HULE.
2. GRADO DE PROTECCIÓN: IP 55/65
3. USO: INTERIOR Y EXTERIOR (PROTECCION UV).
4. TIPO DE MONTAJE: EN SUPERFICIE.
5. ALTO RETARDO DE LLAMA, ANTICORROSIÓN, ANTIESTÁTICO
6. A PRUEBA DE POLVO, CON BUEN AISLAMIENTO.
7. SELLADO OPTIMO Y LARGA VIDA ÚTIL.
8. FÁCIL DE INSTALAR Y USAR. (CONINCA, S.F)



**Figura 7.7 Case de 150 X 150 X 70 Mm tipo intemperie**

**Fuente Propia**

Para la elaboración también se tomaron en cuenta la parte de los bornes donde se conectará el positivo y negativo, las luces de neón, y el switch de on/off, a como se muestra en la figura 7.8.



**Figura 7.8 Tapa del case**

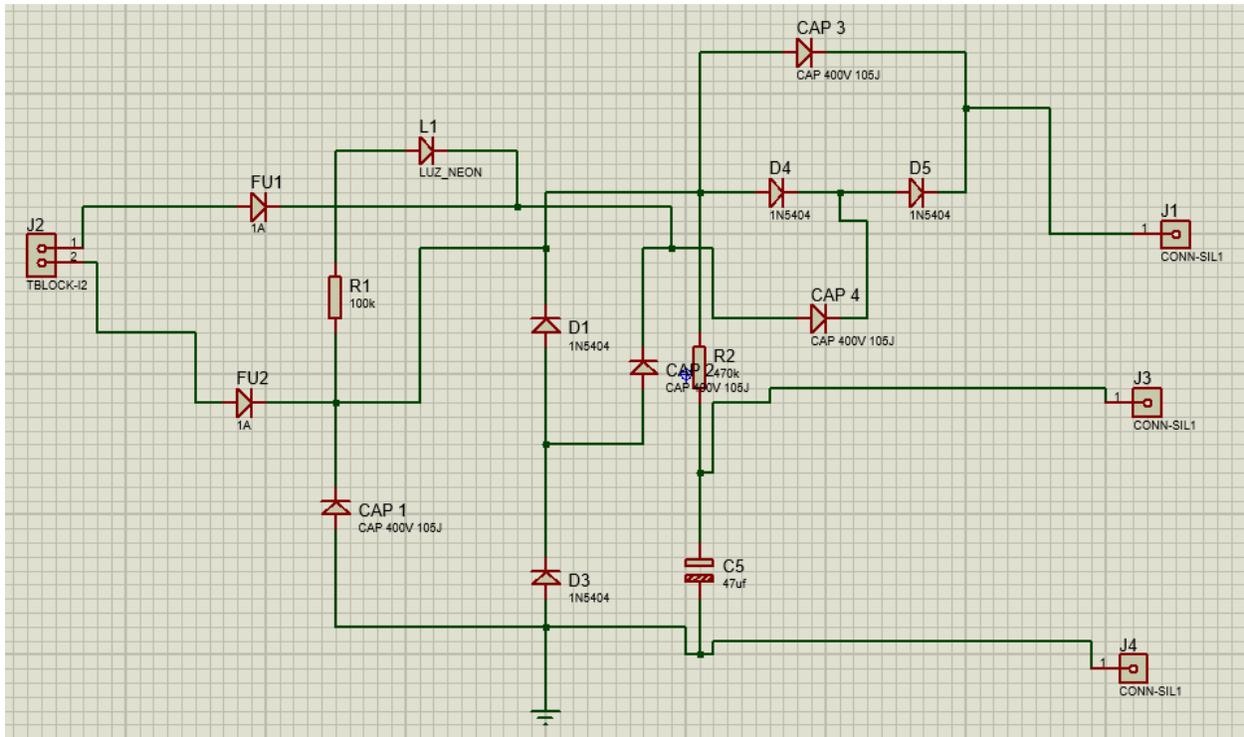
**Fuente Propia**

### **7.6.2 PCB Layout Proteus Profesional Versión 8**

PCB Layout es una herramienta de proteus que permite el diseño profesional de PCBs y que combina el conocimiento científico con la intuición natural para crear una visión sencilla y unificada del circuito. Su estructura permite seguir líneas guías marcos precisos y ajustes exactos.

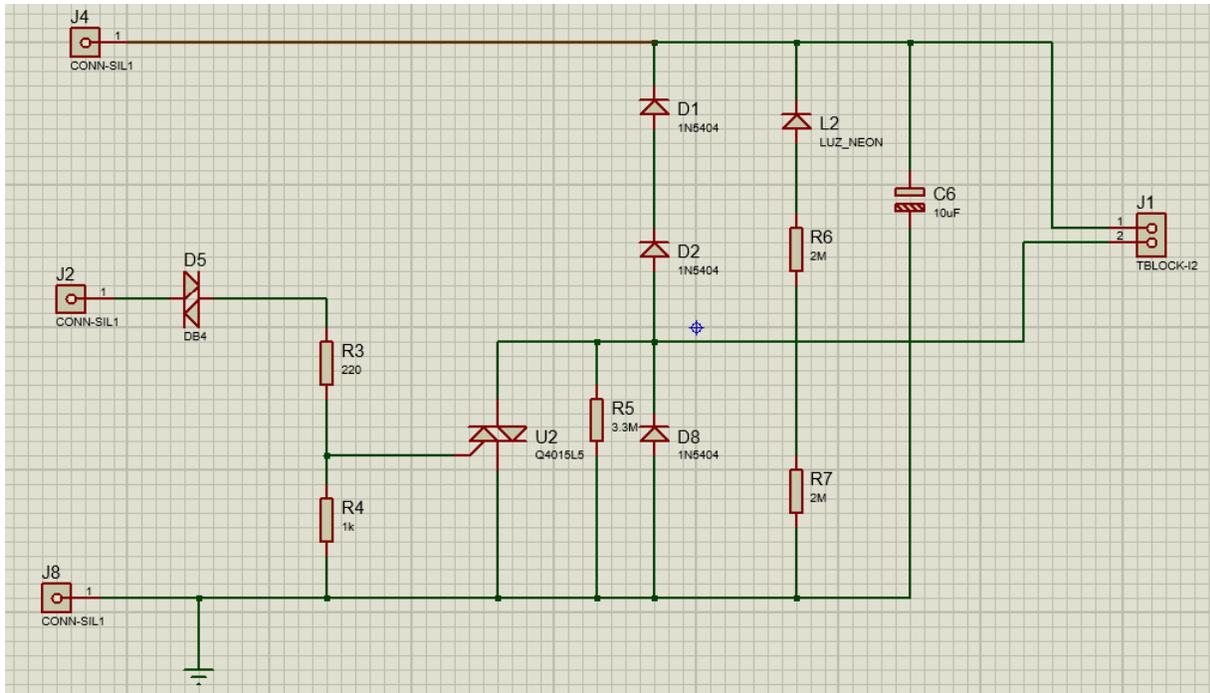
PCB Layout Proteus Profesional Versión 8 posee un área de trabajo (Workspace) que muestra una vista previa gráfica de todos los documentos contenidos en un proyecto abierto. Posee un editor de vértices de polígonos en PCB, regla de diseño de PCB, y la posibilidad de personalización en la designación de nombres de los materiales usados (posee una vasta librería de materiales). Ver figuras 7.9 y 7.10 donde se muestra el

esquemático elaborado en proteus, el cual fue dividido en 2 partes, para que alcanzara en el case sin problemas.



**Figura 7.9 Esquemático de nuestro circuito parte 1 en proteus**

**Fuente Propia**



**Figura 7.10 Esquemático de nuestro circuito parte 2 en proteus**

**Fuente Propia**

En el software de PCB Layout de proteus, un proyecto de PCB es el conjunto de documentos de diseño (Diagrama esquemático, editor PCB) que se requieren para especificar y fabricar una placa de circuito impreso. La forma de diseñar una PCB es similar a la de otros softwares, primero se requiere un diagrama esquemático con el diseño del circuito electrónico y se procede a simular el sistema permitiendo corregir errores.

Cuando el diseño esquemático está libre de errores puede ser transferido al editor de trabajo PCB, utilizando un proceso conocido como la sincronización de diseño. La siguiente fase es la de diseñar el PCB de acuerdo con las reglas de diseño y por último se generan las salidas de fabricación y montaje.

Cada componente agregado en el diagrama esquemático tiene asociado un layout, lo cual permite la facilidad de manejo del editor de PCB al momento de exportar el diagrama esquemático. En la red existe una gran cantidad de librerías de componentes que pueden

ser instaladas en el software, ver las 2 figuras siguientes hechas en PCB layout de proteus.

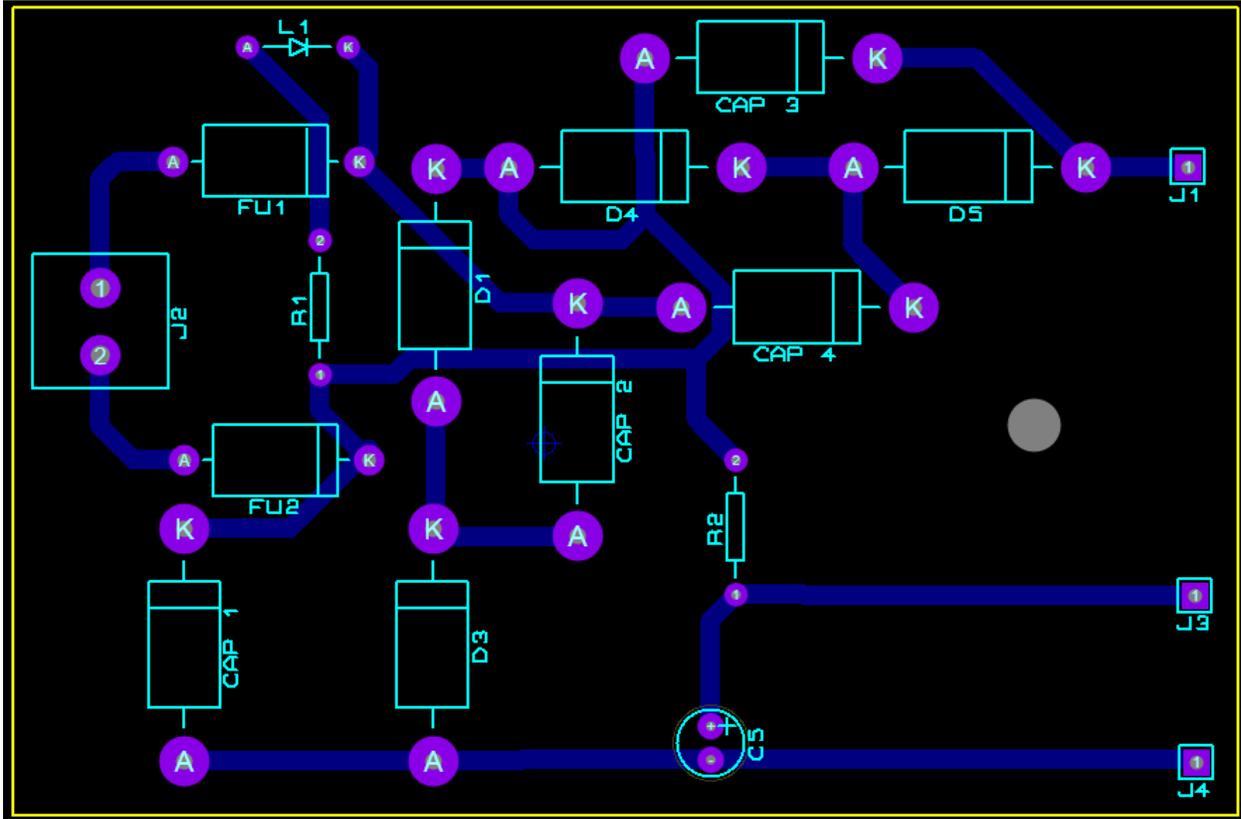
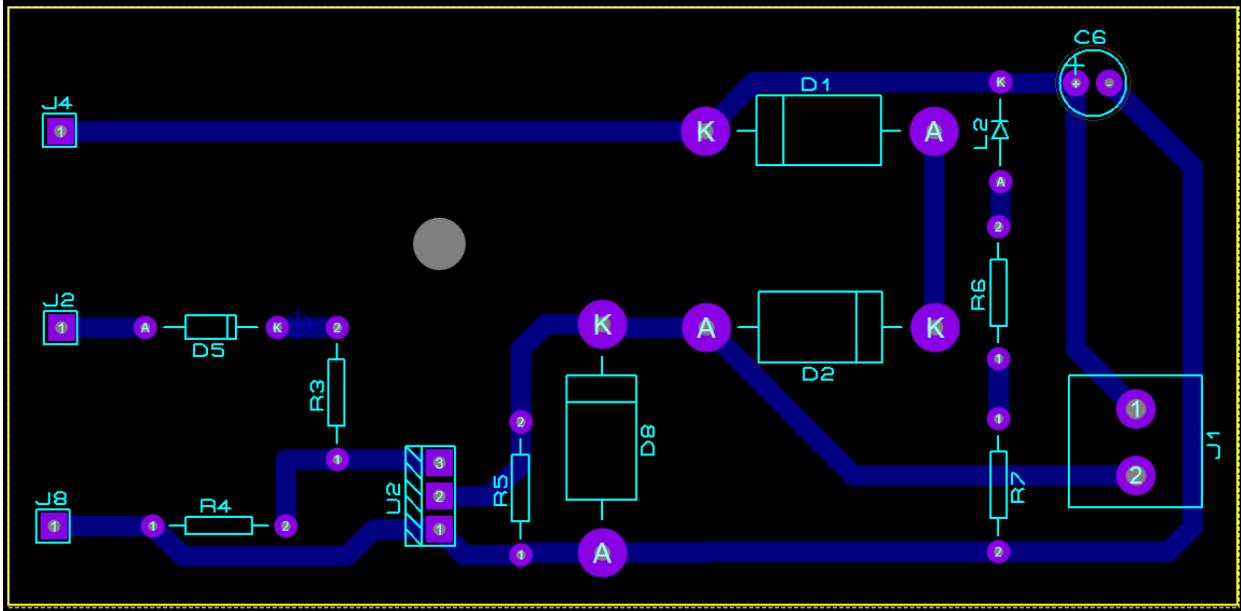


Figura 7.11 Diseño final parte 1 hecho en PCB layout de proteus

Fuente Propia



**Figura 7.12 Diseño final parte 2 hecho en PCB layout de proteus**

**Fuente Propia**

Las figuras 7.13 y 7.14 muestran el diseño en 3D de la PCB que se implementó en el módulo y siempre en 2 partes. Con respecto a las pistas, cabe destacar que las conexiones se realizaron manualmente, aunque Proteus tuviera una herramienta llamada “auto router”, que es para que realice las conexiones de cada pista de forma automática, dado esto se decidió hacer las conexiones manuales, porque se conectaban a conveniencia propia, para tener un diseño más estético y conforme con las medidas que se esperaban.

Para realizar este diseño se utilizó las medidas que trae por defecto el programa, puesto que se consideró de tamaños adecuados para poder realizar la placa.

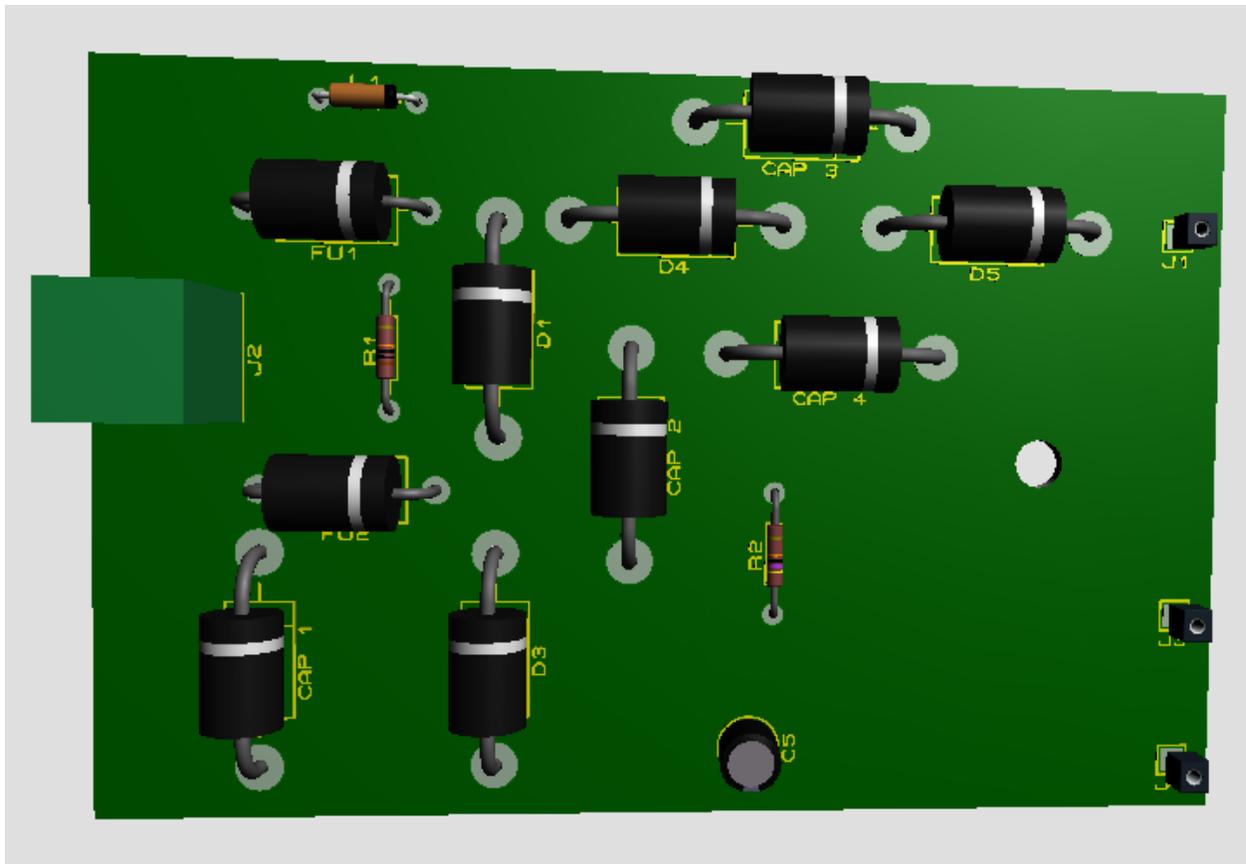
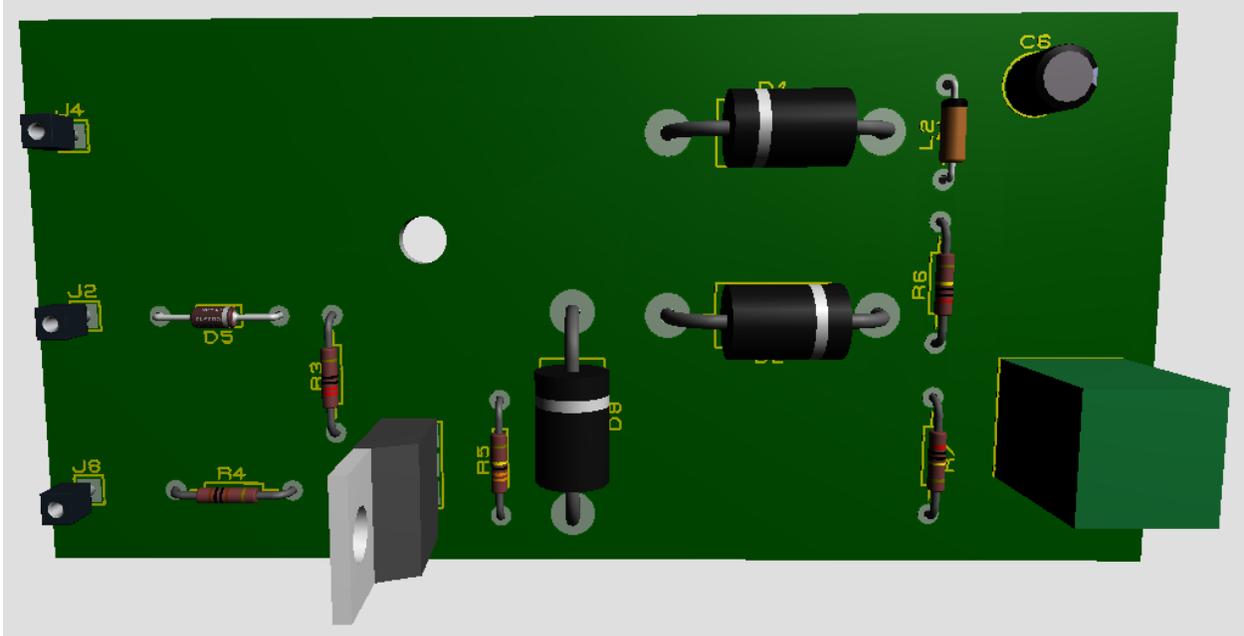


Figura 7.13 Diseño 3D de la PCB Parte 1

Fuente Propia



**Figura 7.14 Diseño 3D de la PCB Parte 2**

**Fuente Propia**

### **7.6.3 Montaje y pruebas de funcionamiento del dispositivo**

En este apartado se evidencia el montaje y funcionamiento del dispositivo. En la figura 7.15 se muestra el montaje interno del circuito finalizado.



**Figura 7.15 Montaje del circuito interno**

### **Fuente Propia**

Ya con el montaje del circuito interno finalizado, se realizó encapsulado del dispositivo para someterlo a las pruebas pertinentes como se muestra en las siguientes figuras.



**Figura 7.16 Encapsulado del dispositivo**

**Fuente Propia**

#### **7.6.4 Requerimientos del Diseño del sistema de trazabilidad**

Al conversar con el propietario de la finca Rancho el Urraco el Ing. Milton Marchena, se hizo saber que el requerimiento principal es que el precio del diseño fuera reducido significativamente para que cualquier ganadero pueda comprarlo, así mismo el ganadero José Reyes Duarte vecino colindante, indica que el precio de un lector comercial vale aproximadamente U\$D 450 es el precio de lector con el cual se debe competir. Además, ambas entidades concuerdan con que se requiere un dispositivo que además de identificar los animales permita manejar datos de trazabilidad para que sean exportados fácilmente hacia una base de datos. Resumiendo, los requerimientos de diseño serían los siguientes:

- Identificador de etiquetas HDX y FDX-B. Según el estándar ISO 11784 e ISO11785.
- Pantalla para mostrar los datos leídos y el estado del lector.
- Teclado matricial 4x4 para controlar el dispositivo. Es necesario agregar botones a nuestro diseño para permitir la comunicación entre el dispositivo y el usuario.

- Batería extraíble de 9 volts se debe garantizar el funcionamiento del dispositivo por al menos una jornada de trabajo es decir 8-12 horas.
- Indicadores visuales para lectura exitosa y lectura fallida.
- Transmisión de datos mediante micro SD, hacia cualquier dispositivo como ordenador o “smartphone”.
- Bajo costo. El precio internacional de referencia es U\$D 450.
- Caja apropiada para entornos ásperos.
- Bastón y cable de aproximadamente 80cm cada uno, el cual le da más distancia al dispositivo.

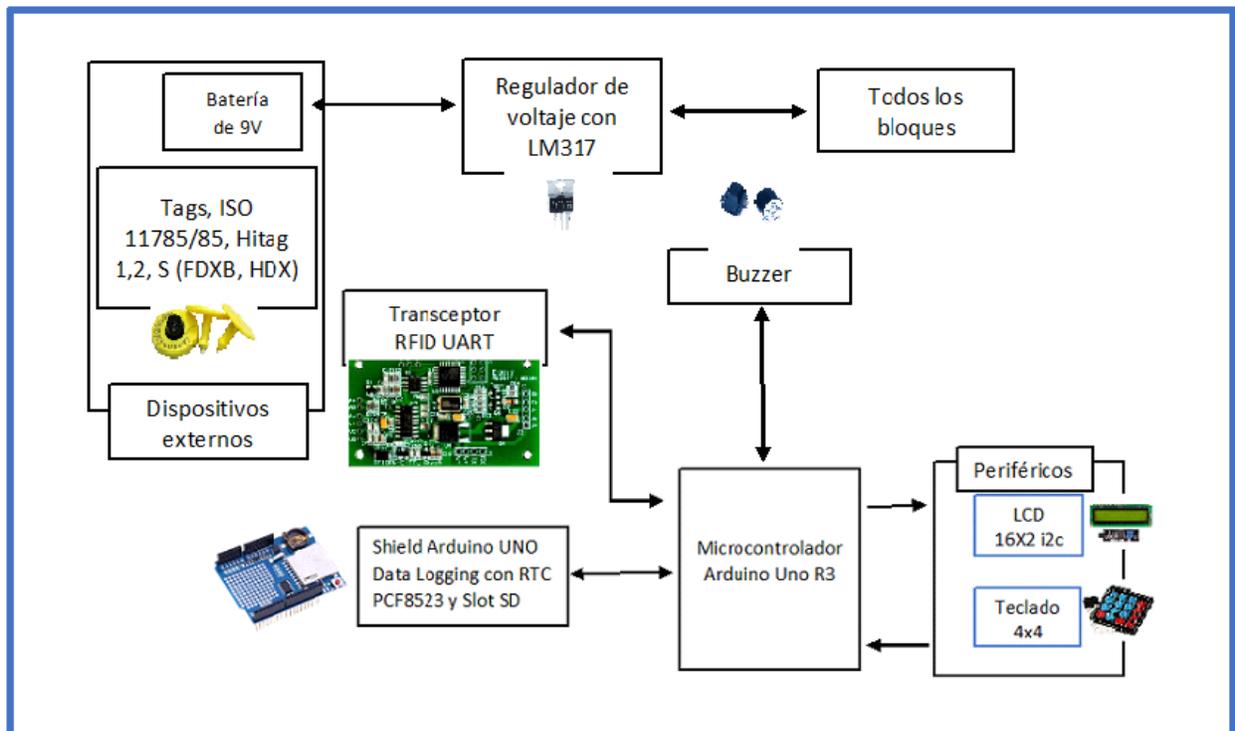
### **7.6.5 Evaluación y Selección de Componentes.**

Para que el dispositivo lograra cumplir los requerimientos estipulado en el diseño, se hizo una lista de componentes, los cuales se escogieron pensando en lo económico, y la versatilidad para trabajar y lograr un acabado compacto, y que de un aspecto atractivo para el usuario.

Para lograr esto, se dividió el sistema en 3 bloques, en la figura 3.24 se muestra el esquema general del diseño de la cerca eléctrica.

### **8.0 Sistema RFID**

RFID se refiere a la identificación a través de radiofrecuencia, es una tecnología que permite rastrear y/o identificar objetos. Normalmente los sistemas RFID contienen un identificador de radiofrecuencia llamado “transpondedor” que consiste en un chip que transmite datos sobre el objeto, un lector de RFID o “transceptor” que recibe los datos transmitidos por el identificador y un sistema de procesamiento que procesa y guarda los datos enviados por el lector; como se puede observar en la Figura 8, los bloques básicos de un sistema RFID: (Huerta, Centeno, 2018)



**Figura 8 Diagrama de bloques del sistema RFID**

Fuente: Propia

### 8.0.1 Identificador de RFID

La primera elección que se hizo fue la de los identificadores de RFID estos son microchips muy delgados con memoria y antena de bobina, los identificadores reciben una señal de radio enviada por el lector de RFID a lo que responden transmitiendo su código de identificación único junto con otros datos de regreso al lector.

Existen pasivos y activos, los pasivos no requieren de baterías y permanecen inactivos hasta que reciben energía del campo electromagnético de un lector RFID. Son capaces de leer a distancias de hasta 20 pies. (Huerta, Centeno, 2018)

Para el diseño del proyecto se utilizara un identificador visual -electrónico estos son dispositivos con tecnología de radio frecuencia, y se pueden leer visualmente y a través de lectores en forma de bastón. Deben cumplir con la normativa ISO 11785 véase figura 8.1.



**Figura 8.1 Identificador visual - electrónico**

**Fuente:** (Huerta, Centeno, 2018)

Todos los dispositivos independientemente de la tecnología tienen un código que puede ser alfanumérico, que se compone del código ISO 11784 para Nicaragua (558, NIC o NI) y nueve números consecutivos, formando de esta manera el Código Único de Identificación Animal (CUIA). El código es único e irrepetible.

La normativa ISO 11785 describe dos tipos de comunicación que pueden ser usados en los identificadores electrónicos, son: HDX (half dúplex) y FDX (full dúplex).

Los transpondedores basados en el protocolo HDX se definen para operar en la banda 134.2kHz, y emplean un método de modulación Shift Keying (FSK) para transmitir sus datos.

Para transmitir un 1 lógico, un transpondedor HDX emitirá 16 ciclos a 124 kHz, y para transmitir un 0 lógico emitirá 16 ciclos a 134 kHz. La señal de retorno empieza solo después de terminar la señal de interrogación y si el acumulador (LC) se ha cargado totalmente.

En el sistema full-duplex (FDX), la señal de retorno empieza tan pronto como empieza la señal de interrogación y el acumulador se ha cargado. Se definen para operar en la banda 134.2kHz, y emplean un esquema bifase de codificación para transmitir su

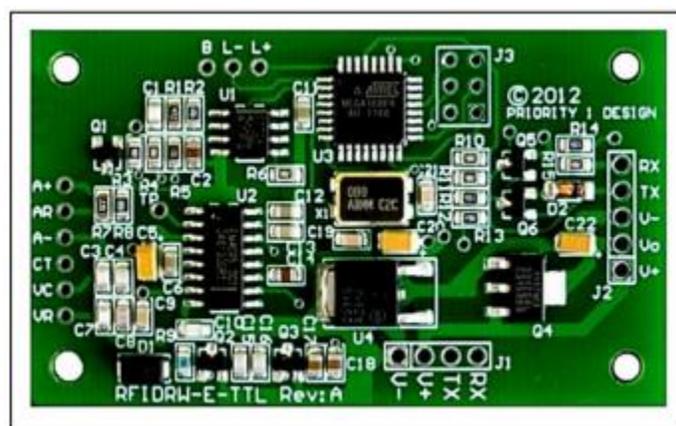
información. La velocidad de bits de datos utilizada es siempre  $f_c / 32$  ( $f_c$  = frecuencia central de resonancia).

Actualmente, sólo hay una compañía en el mercado con el sistema half-dúplex. Todas las demás compañías en el mercado utilizan el sistema full-dúplex, de un tipo u otro. Sin embargo las ISO 11784/85 indican que todos los lectores deben ser capaces de leer ambos tipos de transponders. (Huerta, Centeno, 2018)

### 8.0.2 Modulo lector RFID

La segunda elección que se hizo fue la del lector RFID, que será la parte principal del dispositivo, ya que este es el que cumplirá el rol de leer identificadores animales usando FDX-B y HDX como describe la ISO 11784/11785, el módulo usado para el diseño es el de la compañía australiana Priority1 Design™ el RFIDRW-E-TTL en la figura 8.2 se muestra el módulo.

Este dispositivo fue seleccionado para nuestro diseño debido a que en el mercado de electrónica no existen muchos módulos RFID que cumplan con la norma ISO 11785, en general las frecuencias más comunes son 125KHz y 13.56MHz usados en seguridad vehicular o registro por tarjetas, la normalización del protocolo y los estándares en seguridad de los identificadores pueden explicar el poco interés de los fabricantes y el elevado precio de los bastones electrónicos en el mercado.



**Figura 8.2 Modulo RFIDRW-E-TTL sin antena**

**Fuente:** (Huerta, Centeno, 2018)

### 8.0.3 Características del módulo RFIDRW-E-TTL:

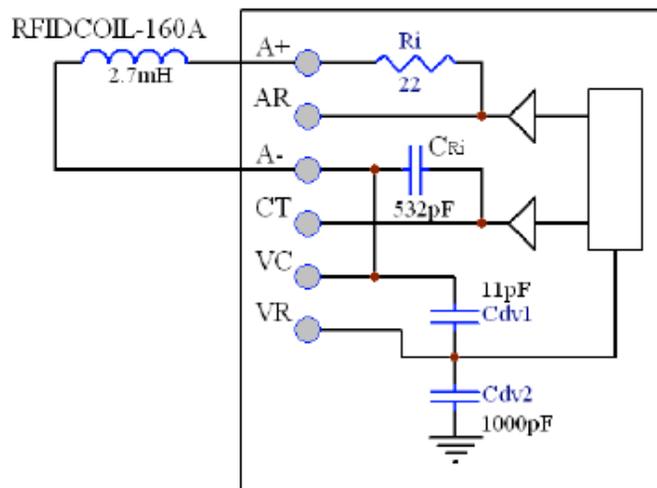
El lector RFIDRW-E-TTL es capaz de leer identificadores animales usando FDX-B y HDX como describe la ISO 11784/11785. Incluye salidas de comunicación TTL (UART) de 0-3.3V y 0-5V compatible con la comunicación serial de Arduino UNO. Puede ser alimentado con 5-15V.

Utiliza un circuito integrado EM4095 con su circuitería externa ya ensamblada y lista para conectar una antena externa de bobina, ya sea la incluida por el fabricante o fabricada por el usuario en donde tiene que considerar la siguiente ecuación:

$$f_0 = \frac{1}{2 * \pi * \sqrt{L_r * C_{ri}}}$$

Donde  $f_0$  es la frecuencia de operación,  $L_r$  la inductancia de la antena y  $C_{ri}$  la capacitancia de sintonización que ya está definida en 532pF.

Esta unidad está diseñada para conectarse a la antena estándar de fábrica RFIDCOIL-49<sup>a</sup> y su conexión se observa en la imagen 3.30.



**Figura 8.3 Conexión de antena con el módulo RFIDRW-E-TTL**

**Fuente:** (Huerta, Centeno, 2018)

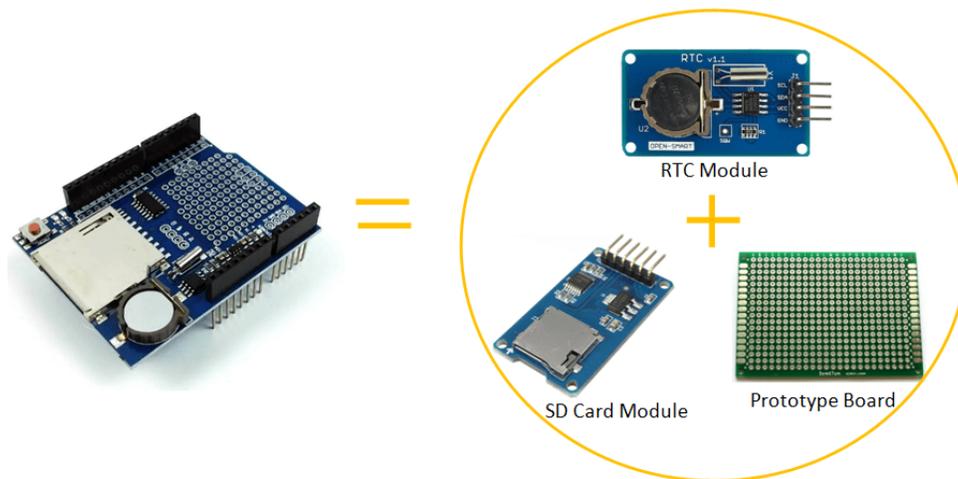
Esta antena posee un rango de lectura máximo de 8cm desde la antena hasta el identificador. Los identificadores utilizados son de la marca ALLFLEX con protocolo de

Comunicación FDX, los comercializados por el IPESA y el punto de venta autorizado en CISAGRO Nicaragua.

Cuando el identificador seleccionado está dentro del rango, se lee y sus datos asociados se transmiten en la línea UART Tx en formato ASCII en serie. (Huerta, Centeno, 2018).

#### 8.0.4 Datalogger Shield

Es una placa de extensión que consta de 3 elementos principales: el módulo de tarjeta SD, el módulo de reloj en tiempo real (RTC) y la placa prototipo. La tarjeta SD y los módulos RTC son muy importantes en el registro de datos, mientras que la placa prototipo se puede utilizar para cablear terminales de sensores o cualquier modificación de cableado. Traducido de (solarduino.com, 2019)



**Figura 8.4 Datalogger Shield**

**Fuente:** (solarduino.com, 2019)

Antes de continuar, se explicara brevemente acerca de los periféricos de comunicación común de Arduino. Los dispositivos y sensores se pueden comunicar con la placa del microcontrolador Arduino mediante 3 tipos comunes de protocolos de comunicación: UART, I2C y SPI.

#### 1) UART

UART son las siglas de Universal Asynchronous Reception and Transmission, es un protocolo de comunicación simple que permite que Arduino se comunice

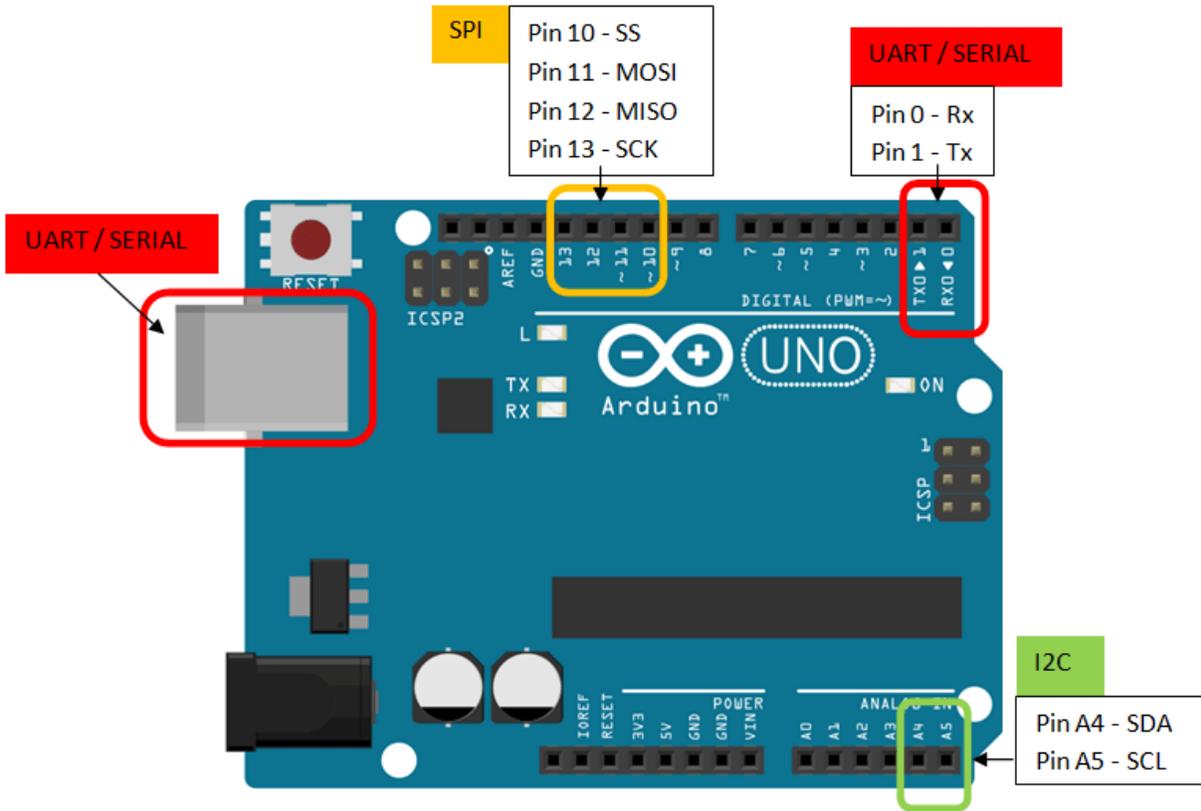
con dispositivos seriales. Se comunica a través de pines Rx y Tx y con otra computadora a través del puerto USB.

## **2) I2C**

I2C significa inter-circuito integrado, es un protocolo de comunicaciones en serie especialmente diseñado para la comunicación de microcontroladores. Es muy popular entre los módulos y sensores que potencialmente podrían conectar hasta 128 dispositivos en la placa Arduino. I2C hace posible conectar múltiples maestros y esclavos a su placa usando exactamente los mismos cables. La compensación por este cableado simplificado es velocidades más lentas que SPI.

## **3) SPI**

**SPI son las siglas de Serial Peripheral Interface.** Es similar a I2C, cuyo protocolo de comunicación está especialmente diseñado para la comunicación entre microcontroladores. A diferencia de I2C, SPI permite un solo dispositivo maestro con dispositivos esclavos hasta 4 unidades solamente. Sin embargo, SPI es mucho más rápido que I2C debido a un protocolo simple. SPI se encuentra comúnmente en módulos donde la velocidad es importante, como tarjetas SD y módulos de pantalla, o en ocasiones sensores que requieren cambios rápidos de información como sensores de temperatura. Traducido de (solarduino.com, 2019)



**Figura 8.5** Protocolos de comunicación de Arduino

**Fuente:** (solarduino.com, 2019)

### 8.0.5 Arduino uno R3

El tercer componente seleccionado fue el Arduino con el que se trabajó, para esto se tomaron aspectos como precio, tamaño (al utilizar un teclado matricial 4x4, una pantalla LCD 16x2 con I2C, y un Shield Arduino UNO Data Logging con RTC DS1307 y Slot SD), costo, que sea de fácil montaje. Se utilizó el Arduino uno, ya que es de fácil uso, el voltaje de operación lógico es de 5V similar al voltaje de operación de la mayoría de placas de Arduino, tiene abundantes pines de propósito general para crear futuras mejoras, la facilidad que este posee para manejar el dispositivos USART para comunicarse con periféricos externos, su costo es bastante razonable y es fácil de conseguir al ser muy popular, y cuenta con un microcontrolador ATmega328p, ver características y presentación en la página de anexos (ANEXO C)

Esta placa de Arduino Uno R3 provee las características técnicas que harían del sistema a desarrollar una herramienta práctica y muy útil. Este ejemplar posee las características de ser liviano, teniendo un peso de tan solo 25 gramos y un consumo de 20mA de corriente. Una gran virtud que tiene el proyecto Arduino es la gran documentación que existe en la Web, tanto en español como en inglés, donde podemos encontrar innumerables ejemplos listos para funcionar. Este proyecto cuenta con una comunidad que ayuda tanto a desarrollar productos nuevos como solucionar problemas técnicos.

#### **8.0.6 Zumbador 5V Buzzer Activo 4 a 7V DC**

Para el aviso auditivo se utilizó un buzzer activo a 5v, para este componente se centró en encontrar uno que fuera bastante fuerte auditivamente (la idea es que sea usado en lugares donde hay bastante ruido y que este se sea escuchado por el usuario), el tamaño además es el indicado para añadirlo al dispositivo, ver presentación en la página de anexos (ANEXO D)

#### **8.0.7 LCD 16X2**

Para ver los caracteres tomados del lector RFID se utilizó una pantalla LCD 16X2 esta es alimentada por 5 volt y con una interfaz de comunicación i2C, la cual ayuda a optimizar los puertos del Arduino, ver características y presentación en la página de anexos (ANEXO E).

#### **8.0.8 Teclado Matricial 4x4**

Para ingresar los datos del bovino o moverse entre la interfaz se decidió usar un teclado matricial 4x4, en su aplicación con Arduino o cualquier otra plataforma de microcontroladores, el sistema de conectividad es simple, consta con 8 pines digitales en total, además que puede trabajar con microcontroladores de 3.3 V y 5 V sin tener problema alguno, ver presentación en la página de anexos (ANEXO F).

#### **8.0.9 Baterías**

Una forma de alimentar Arduino son las baterías de 9 voltios, Estas pilas tienen una capacidad en torno a 300 mAh y un proyecto sencillo con Arduino puede consumir 200 mAh, por lo que no llegará a una hora de autonomía.

Las típicas pilas AA proporcionan 1,5V. Se pueden poner varias pilas en serie hasta llegar al voltaje necesario (lo ideal es poner 5 o 6) y alimentar Arduino con ellas. La diferencia entre utilizar estas pilas y utilizar las de 9V es enorme. Una sola pila alcalina AA tiene entre 2700-2900 mAh (por los 300 mAh de una recargable de 9V), por lo que son una muy buena opción. La única pega que tiene esta opción es que como pilas que son se gastan, y tendrás que comprar pilas a menudo. Aun así, una opción muy recomendable.

Las baterías LiPo (Polímero de Litio). Esta batería tiene mucha duración (tienen muchos mAh). Tienen una vida útil bastante larga, lo que hace que compense utilizar este recurso, aunque sean más caras que las pilas AA. Sin lugar a dudas son la mejor opción para alimentar un coche a radiocontrol, dron o cualquier dispositivo móvil que se te ocurra. Existen baterías LiPo de distintos voltajes y capacidades. En el caso de alimentar Arduino, la mejor opción es utilizar una batería de 7,4V y, al menos, 1600 mAh.

Las baterías LiPo se componen de celdas y cada celda es de 3,7V, por lo tanto los voltajes que podemos encontrar de estas baterías son múltiplos de 3,7V.

Estas baterías son recargables y debemos cargarlas adecuadamente para alargar su vida, para ello disponemos de módulos cargadores de baterías LiPo. (Aprendiendo, S.F)

#### **8.0.10 Batería de 9 voltios Panasonic**

Según el tester USB el proyecto completo montado en arduino solo consume 120 mAh (ver figura 3.37), por lo cual para la fuente se decidió trabajar con una Pila Panasonic, es una batería de un solo uso (no recargable). Esta tiene en la salida voltaje **9 V** y una capacidad de **300 mAh**, estas pilas tienen la forma de un prisma rectangular cuyas dimensiones son: 48,5 mm x 26,5 mm x 17,5 mm. La pila 9V se utiliza normalmente en los detectores de humo, detectores autónomos de monóxido de carbono, los pedales de efectos, las guitarras electro-acústicas y los mandos de aeromodelismo. Son utilizadas igualmente como fuente de alimentación secundaria de ciertos relojes electrónicos, es por eso que decidimos usar este tipo de batería, y cabe mencionar también que estas baterías de carbono de zinc no se descargan si no están en uso. Este formato de

pila está basado en principalmente una Química de tipo alcalina, zinc-carbono, litio-hierro y, bajo forma recargable, de tipo níquel cadmio (NiCd), níquel-metal hidruro (NiMH) y ion de litio. Los pilas 9V a base de mercurio ya no se fabrican hoy en día para razones medioambientales.



**Figura 8.6 Pila de 9 volt Panasonic**

**Fuente:** (Cornershop, S.F)

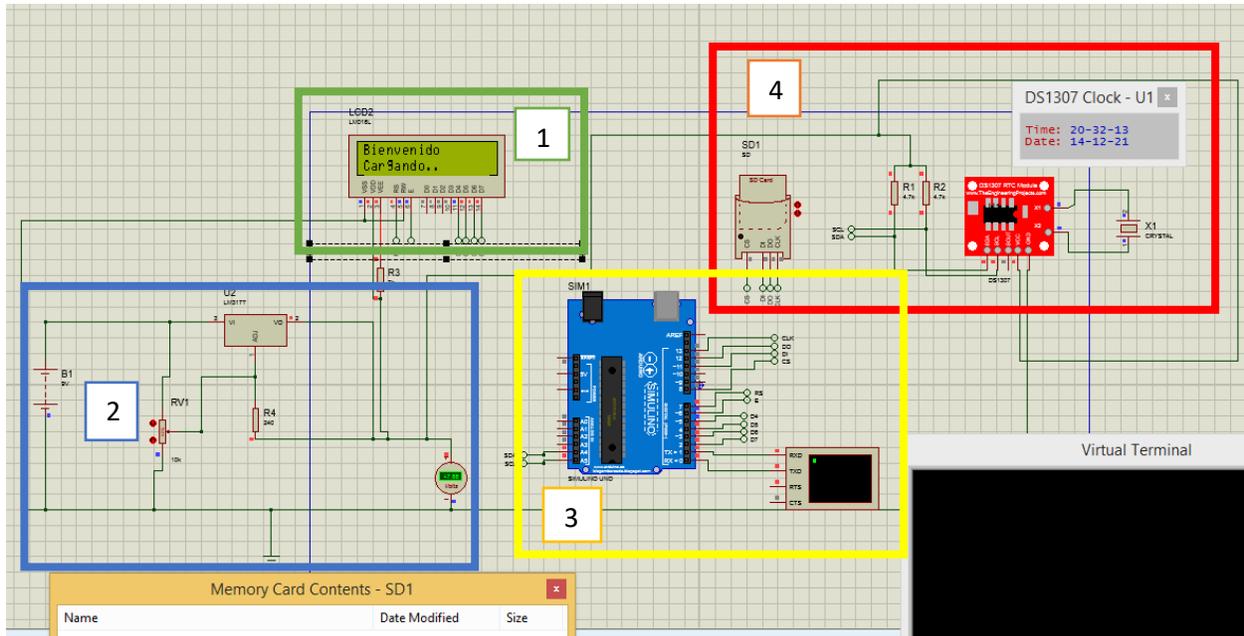


**Figura 8.7 Tester USB (consumo del Circuito completo de Arduino)**

**Fuente:** Propia

### 8.0.11 Esquemático

Habiendo adquirido los componentes para el dispositivo se procedió a usar el programa de simulación electrónica Proteus en su última versión, para elaborar el esquemático del dispositivo y así comprobar que al unir todos los componentes estos funcionarían de la manera adecuada y cumpliendo cada uno con su función.



**Figura 8.8 Circuito del sistema de trazabilidad bovina simulado en proteus**

**Fuente:** Propia

En la imagen anterior se puede observar lo que es el circuito del dispositivo, se dividió en 3 secciones para entender como es el proceso de activación de los actuadores.

En el cuadro verde (sección 1) se puede ver en su interior lo que es la pantalla LCD 16X2 la cual nos mostrara los caracteres programados por el Arduino.

En el cuadro azul (sección 2) se observa lo que es el regulador de voltaje el cual estará sacando los 7.66 volt para alimentar al microcontrolador de Arduino.

En el cuadro amarillo (sección 3) se tiene el sistema de Arduino, con su terminal virtual la que se está sustituyendo por el sistema RFID, debido a que no se encuentra en

proteus, esta terminal nos simula un lector y un teclado para navegar en el menú del sistema.

Los que están en el círculo rojo (sección 4) son el RTC y la micro SD, cada uno actuara en dependencia del Datalogger Shield, el datalogger registrara los datos obtenidos por el sistema RFID, y pasaran a guardarse en una memoria SD, la cual después se introducirá en una computadora y se extraerán los datos.

#### **8.0.12 Distancia de lectura**

La cantidad de energía que puede ser absorbida de una onda electromagnética es directamente proporcional a su frecuencia, por ello, los transpondedores pasivos que operan a altas frecuencias tienen mayor rango de lectura que los transpondedores pasivos de baja frecuencia como los del ISO 11784/85 que operan a 134.2kHz. Por ello la mayoría de los transpondedores pasivos operan en altas frecuencias. Aunque existen algunos casos como el del estándar RFID para animales el cual está definido en LF y por ende el diseñador debe ingeniárselas para desarrollar sistemas que extiendan el rango al máximo, el rango de operación de la identificación animal por radio frecuencia es de 100kHz-150kHz según TELCOR. Otros factores que inciden en el rango de lectura pueden ser:

- El diseño o tipo de antena que se use.
- El esquema de modulación que se utiliza en el protocolo transceptor transpondedor.
- El entorno de operación.
- La potencia máxima que pueden entregar el lector al transpondedor en caso que este último sea activo. (Sánchez, García, Agosto 2017)

Teniendo el circuito Funcionando en el programa de simulación, falta hacerlo funcionar físicamente, para eso se diseñara una PCB que ayudara a hacer el circuito lo mas compacto posible, y se creara un diseño de encapsulado para el sistema.

#### **8.0.13 Elaboración del Case y PCB para el proyecto**

En este apartado se estara explicando, el proceso que se tomó para desarrollar en físico el diseño electrónico, utilizando los materiales de bajo costo propuestos anteriormente, se explicara el diseño para la elaboración del Case (encapsulado) del dispositivo, así

mismo se explicara el proceso de creación de la PCB en la que irán soldados los componentes.

#### **8.0.14 Case del dispositivo**

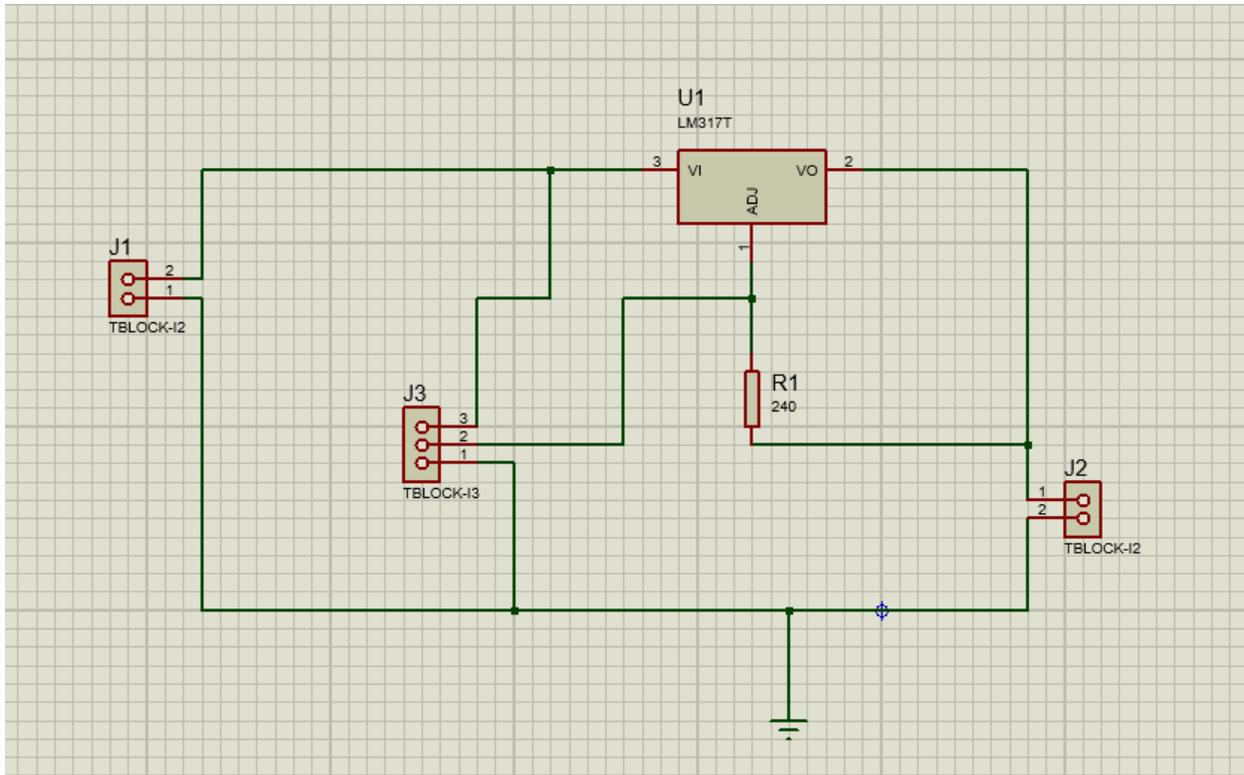
Para el proyecto se optó por comprar una caja plástica de derivaciones, debido a que al diseñarla salían los costos un poco más elevados y como objetivo del case a utilizar se deseó que fuera lo más compacto posible para que en el momento de montar los componentes sea lo más sencillo posible para el usuario.

El Case tiene unas medidas externas de 105 X 105 X 60 Mm tipo intemperie, a continuación, se mostrará una imagen del case que se compró. Ver especificaciones en (anexo G)

#### **8.0.15 PCB Layout Proteus Profesional Versión 8**

PCB Layout es una herramienta de proteus que permite el diseño profesional de PCBs y que combina el conocimiento científico con la intuición natural para crear una visión sencilla y unificada del circuito. Su estructura permite seguir líneas guías marcos precisos y ajustes exactos.

PCB Layout Proteus Profesional Versión 8 posee un área de trabajo (Workspace) que muestra una vista previa gráfica de todos los documentos contenidos en un proyecto abierto. Posee un editor de vértices de polígonos en PCB, regla de diseño de PCB, y la posibilidad de personalización en la designación de nombres de los materiales usados (posee una vasta librería de materiales). Ver figuras 8.9 donde se muestra el esquemático el regulador con Lm317 elaborado en proteus.



**Figura 8.9 Esquemático de nuestro circuito en proteus**

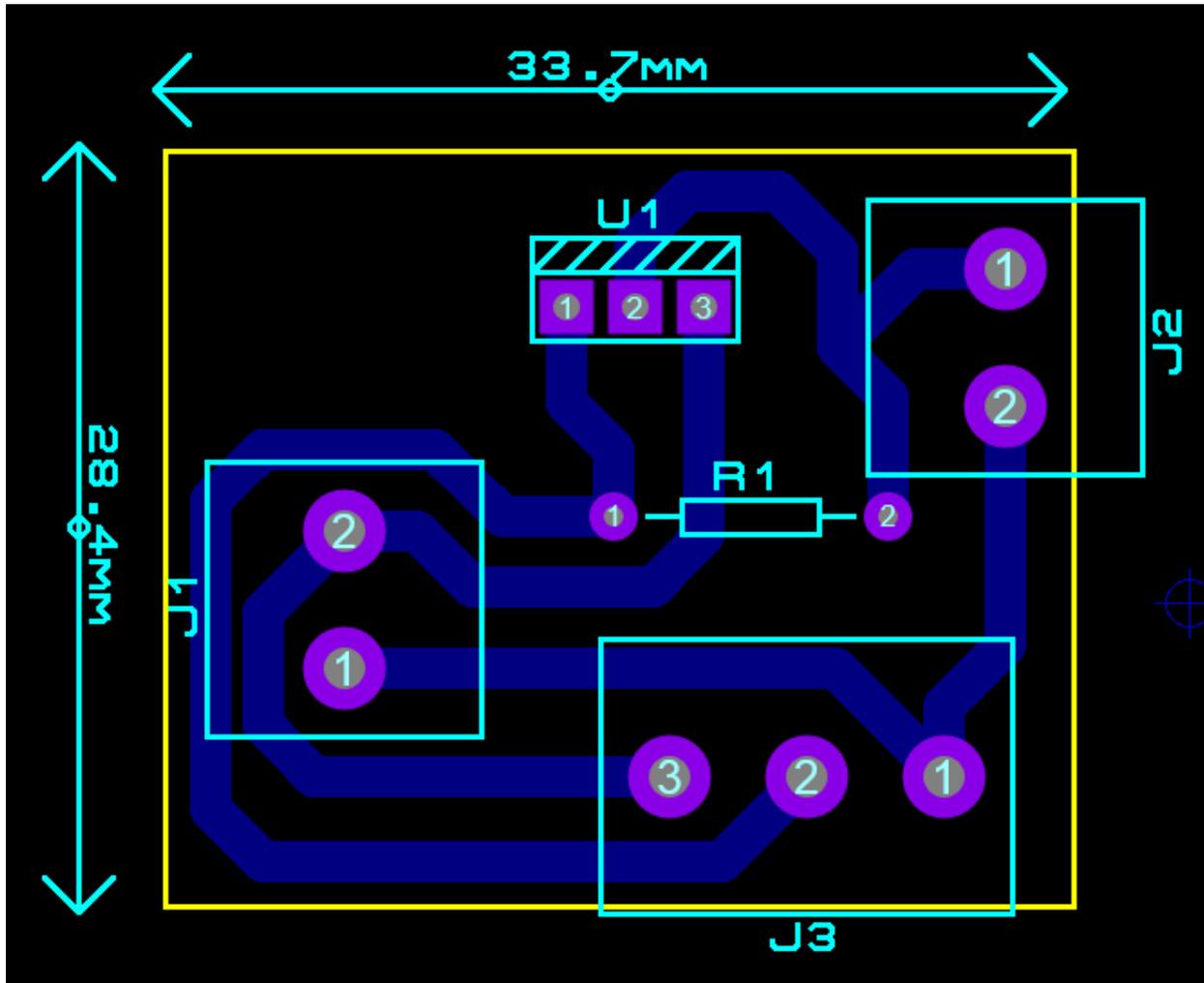
#### **Fuente Propia**

En el software de PCB Layout de proteus, un proyecto de PCB es el conjunto de documentos de diseño (Diagrama esquemático, editor PCB, Explosión de materiales) que se requieren para especificar y fabricar una placa de circuito impreso. La forma de diseñar una PCB es similar a la de otros softwares, primero se requiere un diagrama esquemático con el diseño del circuito electrónico y se procede a simular el sistema permitiendo corregir errores.

Cuando el diseño esquemático está libre de errores puede ser transferido al editor de trabajo PCB, utilizando un proceso conocido como la sincronización de diseño. La siguiente fase es la de diseñar el PCB de acuerdo con las reglas de diseño y por último se generan las salidas de fabricación y montaje.

Cada componente agregado en el diagrama esquemático tiene asociado un layout, lo cual permite la facilidad de manejo del editor de PCB al momento de exportar el diagrama

esquemático. En la red existe una gran cantidad de librerías de componentes que pueden ser instaladas en el software, ver la siguiente hecha en PCB layout de proteus.

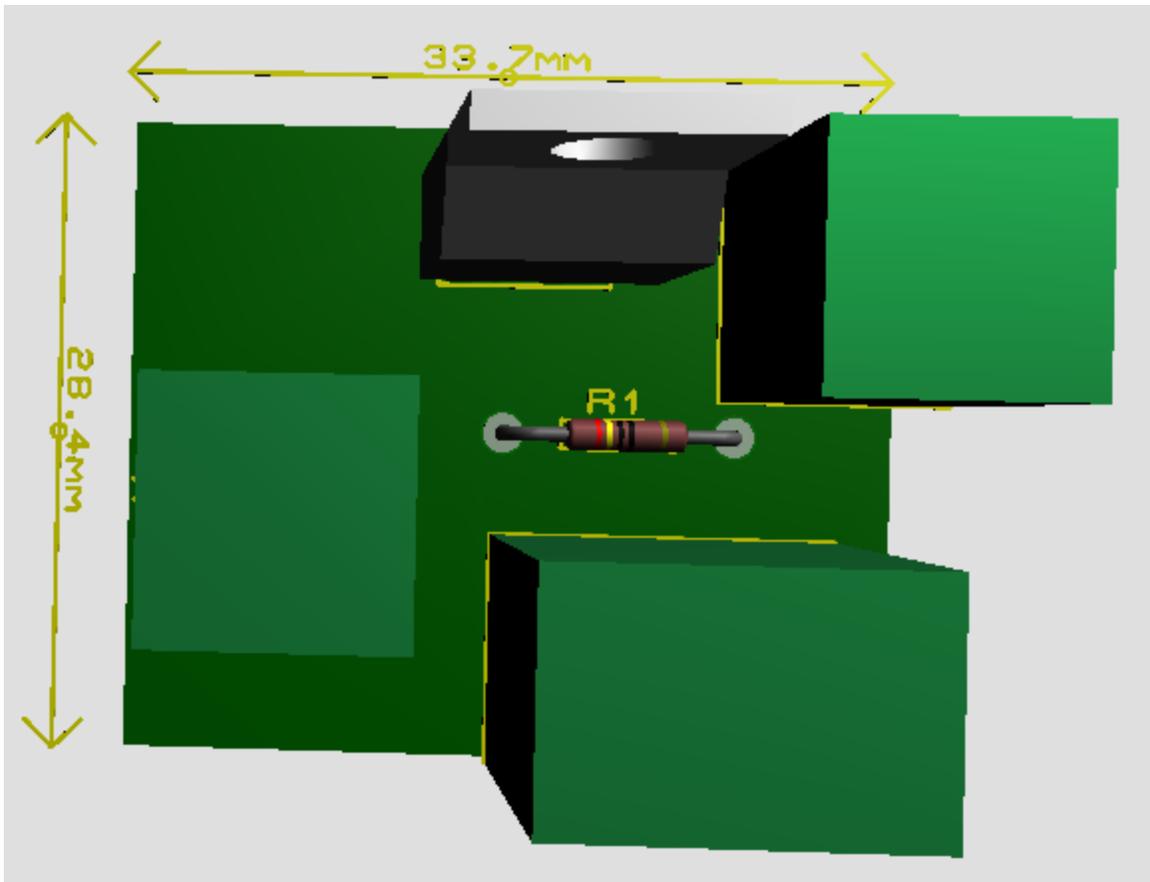


**Figura 8.10 Diseño final hecho en PCB layout de proteus**

**Fuente Propia**

En la figura 8.11 se muestra el diseño en 3D de la PCB que se implementó en el módulo. Con respecto a las pistas, cabe destacar que las conexiones se realizaron manualmente, aunque Proteus tuviera una herramienta llamada "auto router", que es para que realice las conexiones de cada pista de forma automática, dado esto se decidió hacer las conexiones manuales, porque se conectaban a conveniencia propia, para tener un diseño más estético y conforme con las medidas que se esperaban.

Para realizar este diseño se utilizó las medidas que trae por defecto el programa, puesto que se consideró de tamaños adecuados para poder realizar la placa.

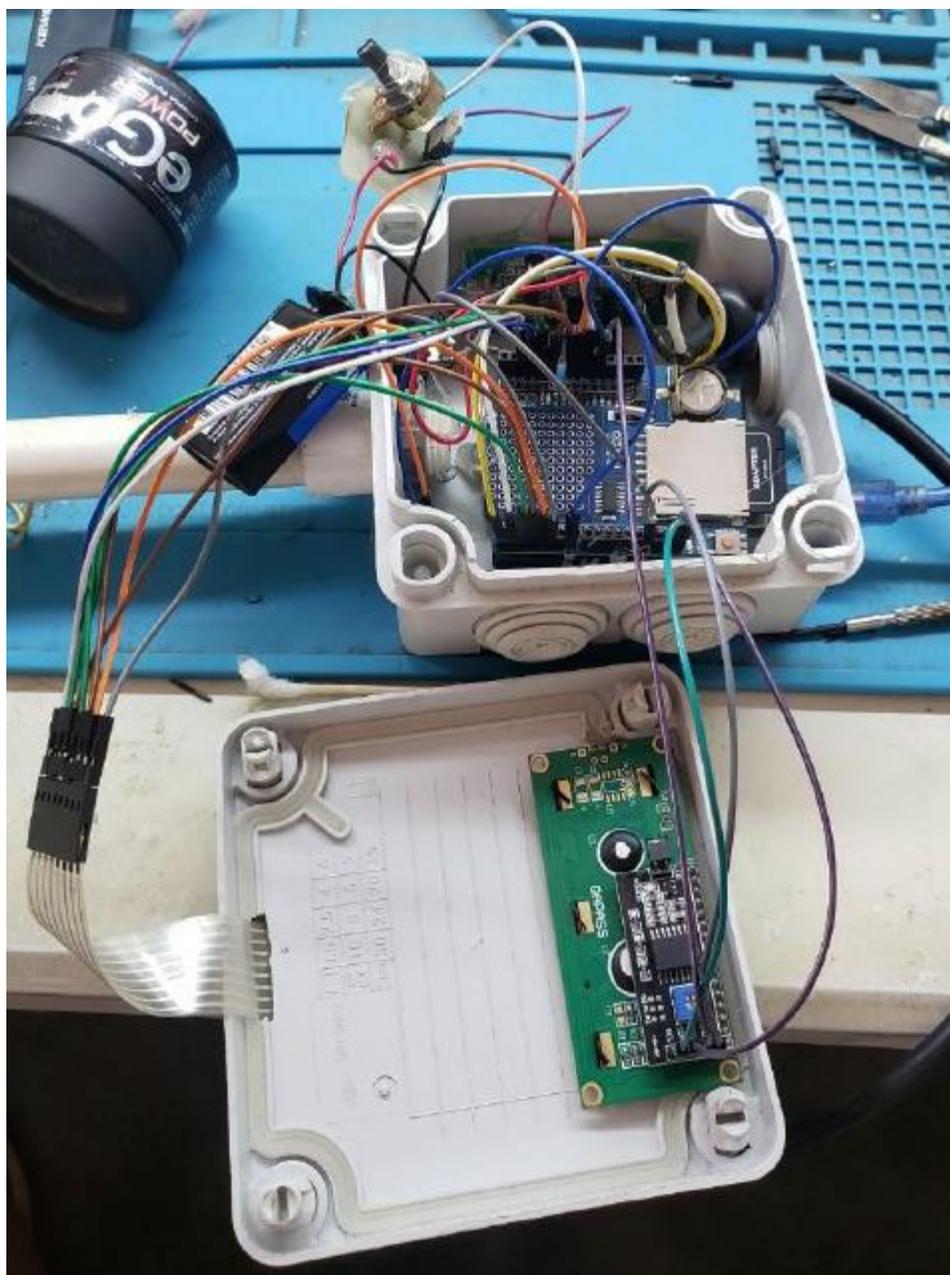


**Figura 8.11 Diseño 3D de la PCB**

**Fuente Propia**

### **8.0.16 Montaje y pruebas de funcionamiento del dispositivo**

En este apartado se evidencia el montaje y funcionamiento del dispositivo. En la figura 8.12 se muestra el montaje interno del circuito finalizado.



**Figura 8.12 Componentes del circuito interno**

**Fuente Propia**

Ya con el montaje del circuito interno finalizado, se realizó encapsulado del dispositivo para someterlo a las pruebas pertinentes como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 8.13 Encapsulado del dispositivo**

**Fuente Propia**

### **9.0 Presupuesto económico y beneficios que llevara la implementación del proyecto a la Finca Rancho el Urraco.**

Con las pruebas efectuadas de ambos proyectos se logra confirmar que el funcionamiento del dispositivo cumple con los requerimientos propuestos al inicio del proyecto, la cerca eléctrica mostro los pulsos de electro shock creando así en el bovino una barrera mental, así mismo el sistema de trazabilidad confirmo la lectura de cada una de las chapas de las vacas, guardando los datos en una micro SD.

A continuación, se hará un análisis económico de ambos proyectos por separado con respecto a los del mercado después se unificará en un solo costo;

### **9.0.1 ¿Cercado eléctrico o alambre de púas?**

El balance costo-beneficio para las fincas y el negocio pecuario ha evolucionado gracias a la implementación del cerco eléctrico, una herramienta que aporta a la economía, mantenimiento, ahorro y, por supuesto, a la seguridad de los animales.

En la actualidad, quienes se dedican a la ganadería o al campo deben tener en cuenta las ventajas de la cerca eléctrica frente al cercado tradicional.

### **9.0.2 Reducción de costos:**

Las cercas eléctricas permiten desarrollar de manera práctica los sistemas de pastoreo rotacional, facilitando la división de los potreros o terrenos, mientras que las cercas de alambres de púas lo hacen costoso y poco práctico.

El costo de instalación de una cerca eléctrica es menor en comparación con la de alambre de púas, se estima que el ahorro puede ser hasta de un 80 por ciento, esto debido a que se requieren menos cables y postes de soporte, sumado a que el mantenimiento y limpieza de la cerca eléctrica es más sencillo.

### **9.0.3 Facilidad en su instalación:**

Las cercas eléctricas son mucho más prácticas en su instalación, comparadas con las cercas tradicionales como la de alambre de púas.

Su transporte es fácil y rápido, debido a que sus herramientas son ligeras y sencillas, por su parte, el cercado del alambre de púas demanda mucho más tiempo, puesto que se necesita cavar agujeros para los postes de soporte y su transporte es más complejo por los componentes pesados.

### **9.0.4 Protección y seguridad para los animales:**

Si bien es cierto que la cerca eléctrica da choques de corriente o electricidad a los animales que se acercan a ella, no dejará secuelas y tampoco generará una carga letal más allá de hacer psicología en la mente de ellos, para recordarles que deben mantener su distancia; esto ocurre sobre todo con las crías.

Algunos ganaderos aseguran que la cerca eléctrica puede durar varios días sin energía y los animales no se acercan a ella, demostrando que este tipo de cercado funciona

como entrenamiento sin causar lesiones o daños fatales, lo que no ocurre con el alambre de púas, puesto que este sí genera daños físicos a los animales, al enredarse y cortarse con ella.

#### **9.0.5 Ahorro:**

El mantenimiento de la cerca eléctrica es más sencillo y de menor costo, convirtiéndose en un ahorro en materia de economía, tiempo, insumos y mano de obra, además de alargar la vida útil del cercado.

Otro punto a favor es que permite dar un manejo más adecuado a la cosecha de los pastos dentro de los corrales por medio de la implementación de cercas eléctricas móviles, de modo que los animales puedan disponer de alimento fresco y en la cantidad requerida. (AGROFACIL, 2021)

Al ser un dispositivo compacto brindó los siguientes beneficios:

- Al ser compacto y un poco liviano se puede transportar fácilmente y esto permite instalarlo sin problemas.
- El dispositivo permite ser usado en interior o en exterior sin importar como este el clima.

### 9.0.6 Costos eléctricos, electrónicos y otros.

Descripción	Cantidad	Precio	Total
Fusible 1 amperio	2	C\$ 10,00	C\$ 20,00
Bombillos de Neon	2	C\$ 50,00	C\$ 100,00
Condensadores 105J 400VAC	4	C\$ 60,00	C\$ 240,00
Diodos 1N5404	7	C\$ 20,00	C\$ 140,00
Diac	1	C\$ 25,00	C\$ 25,00
SCR o Triac_Q4015L	1	C\$ 50,00	C\$ 50,00
Resistencia 100k	1	C\$ 4,00	C\$ 4,00
Resistencia 470k	1	C\$ 4,00	C\$ 4,00
Resistencia 220 ohm	1	C\$ 4,00	C\$ 4,00
Resistencia 1k	1	C\$ 4,00	C\$ 4,00
Resistencia 3.3M	1	C\$ 4,00	C\$ 4,00
Resistencia 2M	2	C\$ 4,00	C\$ 8,00
Switch on/off	1	C\$ 50,00	C\$ 50,00
Capacitor 47UF X 50VDC	1	C\$ 40,00	C\$ 40,00
Bornes Rojo/Negro	2	C\$ 20,00	C\$ 40,00
Transformador de Alta	1	C\$ 887,50	C\$ 887,50
Capacitor de carga	1	C\$ 710,00	C\$ 710,00
Placa PCB	2	C\$ 60,00	C\$ 120,00
Case de 150 X 150 X 70 Mm tipo intemperie	1	C\$ 350,00	C\$ 350,00
<b>Total</b>			<b>C\$2.800,50</b>

**Tabla 1: Presupuesto de elaboración del impulsor**

**Fuente Propia**

Todos estos componentes electrónicos fueron comprados en Arduino Nicaragua.

### 9.0.7 Costos mecánicos

Descripción	Cantidad	UM	Precio	Total
Case de 150 X 150 X 70 Mm tipo intemperie	1	unidad	C\$ 240,00	C\$ 240,00
Cable Protoduro	2	mts	C\$ 30,00	C\$ 60,00
Tapon Redondo de Hule de 2 pulgadas	1	unidad	C\$ 12,00	C\$ 12,00
Tubo PVC de 1 pulgada	2	mts	C\$ 20,00	C\$ 40,00
Tapon para tubo PVC 1 pulgada	2	unidad	C\$ 12,00	C\$ 24,00
<b>Total</b>				<b>C\$ 312,00</b>

**Tabla 2: Costos Mecánicos**

Fuente Propia

### 9.0.8 Material y costos del cercado

Descripción	Cantidad	UM	Precio	Total
Varillas Coperweld (Polo tierra)	6	unidad	C\$ 80,00	C\$ 480,00
Alambre Galvanizado 16	1	qq	C\$3.500,00	C\$ 3.500,00
Tensores	5	unidad	C\$ 180,00	C\$ 900,00
Aisladores de postes	1	bolsas	C\$ 540,00	C\$ 540,00
Aisladores esquineros	1	bolsas	C\$ 450,00	C\$ 450,00
Manijas de puertas	1	unidad	C\$ 180,00	C\$ 180,00
Aislador de Varilla	1	caja	C\$ 540,00	C\$ 540,00
Mariposa (Aislador de puerta)	1	cajas	C\$ 540,00	C\$ 540,00
Desviador de Rayos	1	unidad	C\$1.600,00	C\$ 1.600,00
Cordon para cerca electrica	1	rollo	C\$1.470,00	C\$ 1.470,00
Postes	30	unidad	C\$ 80,00	C\$ 2.400,00
Varillas Carrugadas 3/8	7	qq	C\$1.980,00	C\$13.860,00
<b>Total</b>				<b>C\$26.460,00</b>

**Tabla 3: Presupuesto para elaborar la cerca**

Fuente Propia

### 9.0.9 Material instalado en campo

Descripción	Cantidad Inst	UM
Varillas Coperweld (Polo tierra)	4	unidad
Alambre Galvanizado	607	m
Tensores	2	unidad
Aisladores de postes	9	unidad
Aisladores esquineros	20	unidad
Manijas de puertas	3	unidad
Aislador de Varilla	1	caja
Mariposa (Aislador de puerta)	3	unidad
Desviador de Rayos	1	unidad
Cordón para cerca eléctrica	1	rollo
Postes	20	unidad
Varillas Corrugadas 3/8	1	qq
<b>Total</b>		

**Tabla 3: Instalado en campo**

Fuente Propia

### 9.0.10 Costo de Mano de Obra del diseño e instalación de la cerca eléctrica.

Descripción	Cantidad	Precio	Total
Diseño e Implementación de la Cerca Eléctrica	1	C\$23,500.00	C\$23,500.00
Mano de Obra – Días/Hombre	14	C\$3,500.00	C\$3,500.00
<b>Total</b>			<b>C\$27,000.00</b>

**Tabla 4: Costo de Mano de Obra**

Fuente Propia

### 9.0.11 Costos directos totales de la cerca eléctrica

Descripción	Total
Costos eléctricos, electrónicos y otros.	C\$ 2,800.50
Costos mecánicos	C\$ 312.00
Material y costos del cercado	C\$26,460.00
Costo de mano de obra	C\$ 27,000.00
<b>Total</b>	<b>C\$56,572.50</b>

**Tabla 5: Costos directos totales**

Fuente Propia

Estos materiales se compraron en Agro veterinaria el Agricultor, por el técnico de venta Selvin Gámez y su propietario Iván Bucardo en Jalapa N.S.

#### **9.0.12 Sistema de trazabilidad bovina**

Como se había mencionado antes dentro del sector pecuario se necesita llevar un control minucioso del ganado bovino lo que se le conoce como trazabilidad, cuando los productores trazan su ganado tienen que llevar un registro de su sanidad, su genética, alimentación, peso, incluyendo formatos de traza del programa de trazabilidad implementado por el IPSA. En este proyecto se desarrolló un prototipo que facilita la recolección de datos de cada animal al implementar la tecnología RFID y el registro digital dentro de una memoria SD para la trazabilidad bobina en formatos IPSA. En Nicaragua la trazabilidad se divide en dos procesos; los eventos que se realizan de la finca al matadero y se conoce como trazabilidad primaria y la trazabilidad que se realiza a la carne y leche, la cual se conoce como trazabilidad de procesos industriales.

La trazabilidad es importante porque es una herramienta de gestión de riesgo para las sanidades agropecuarias que los mercados internacionales exigen como requisitos de comercialización como se vio en el caso de los episodios de Rabia parálitica bovina en Chontales, el caso de residuos con la molécula de ethion en carne exportada a los EEUU, además, es un apoyo a la Policía Nacional para localizar propietarios de bovinos identificados con aretes de trazabilidad recuperados en casos de abigeato etc. (Huerta, Centeno, 2018)

Según el técnico del IPSA Yader Aguirre actualmente en Nicaragua más del 80% de la población lleva el registro del ganado de manera tradicional (a papel y lápiz), esto debido a que los lectores RFID son un poco caros en el mercado, por lo cual a los pequeños ganaderos se les dificulta el adquirirlos, el llevar un registro a manuscrito se hace un poco tequioso cuando se tiene bastante ganado debido a que hay que ir leyendo chapa por chapa y si no se tiene apoyo de nadie es aún mucho más difícil, es por eso que el tener un dispositivo electrónico que sea barato en el mercado y que sea capaz de leer la chapa que tiene el animal es una forma muy práctica para arreglar este problema.

A continuación, se muestra una tabla con los costos del sistema de trazabilidad.

### 9.0.13 Costo de los componentes electrónicos

Descripción	Cantidad	Voltaje	Costo	Total
Arduino uno R3	1	5v-7.5v	C\$ 300,00	C\$ 300,00
RFIDRW-E-TTL	1	5.5v-15v	C\$1.400,00	C\$ 1.400,00
Modulo expensor I2C-LCD	1	5v	C\$ 100,00	C\$ 100,00
Pantalla LCD 16x2	1	2.7v-5.5v	C\$ 150,00	C\$ 150,00
LM-317 TO-220	1	1.25v-37v	C\$ 16,00	C\$ 16,00
Resistencia 220 ohm	1	-	C\$ 4,00	C\$ 4,00
Potenciometro 10k	1	-	C\$ 30,00	C\$ 30,00
Kit de 100 cables hembra	1	-	C\$ 100,00	C\$ 100,00
Kit de 100 cables macho	1	-	C\$ 100,00	C\$ 100,00
Adafruit datalogger shield	1	5v	C\$ 200,00	C\$ 200,00
Teclado Matricial 4x4	1	5v-24v	C\$ 150,00	C\$ 150,00
Bateria CR1220	1	3v	C\$ 60,00	C\$ 60,00
Memory Card sd 8gb	1	-	C\$ 170,00	C\$ 170,00
Bateria	1	9	C\$ 70,00	C\$ 70,00
<b>Total</b>				<b>C\$ 2.850,00</b>

**Tabla 6: Costo de los componentes electrónicos**

Fuente Propia

### 9.0.14 Costos mecánicos del sistema de trazabilidad

Descripción	Cantidad	UM	Precio	Total
Case de 105 X 105 X 60 Mm tipo intemperie	1	unidad	C\$ 10,00	C\$ 10,00
Cable Protoduro calibre 12	2	mts	C\$ 30,00	C\$ 60,00
Tapon Redondo de Hule de 2 pulgadas	1	unidad	C\$ 12,00	C\$ 12,00
Tubo PVC de 1 pulgada	2	mts	C\$ 20,00	C\$ 40,00
Tapon para tubo PVC 1 pulgada	2	uniad	C\$ 12,00	C\$ 24,00
<b>Total</b>				<b>C\$ 82,00</b>

**Tabla 7: Costos mecánicos**

Fuente Propia

### 9.0.15 Costo y mano de obra del diseño de un Lector RFID

Descripción	Cantidad	Precio	Total
Diseño de un Lector RFID	1	C\$15,000.00	C\$15,000.00
<b>Total</b>			<b>C\$15,000.00</b>

Tabla 8: Costo de mano de obra

Fuente Propia

### 9.0.16 Costos directos totales del Lector RFID

Descripción	Total
Costo de los componentes electrónicos	C\$ 2,850.00
Costos mecánicos	C\$ 82.00
Costo de mano de obra del diseño	C\$ 15,000.00
<b>Total</b>	<b>C\$ 17,932.00</b>

Tabla 9: Costos directos totales

Fuente Propia

### 9.0.17 Costo total del proyecto

Descripción	Total
Cerca Eléctrica	C\$56,572.50
Lector RFID	C\$ 17,932.00
<b>Total</b>	<b>C\$74,504.50</b>

Tabla 10: Costos totales

Fuente Propia

## VIII. CONCLUSION

Se puede concluir en que el sistema ha sido un éxito en base a que se cumplieron los objetivos planteados al comienzo de este trabajo monográfico, dando como resultado la implementación de un sistema electrónico de pastoreo y trazabilidad bovina utilizando tecnología RFID, para llevar un mejor control y registro de trazabilidad del ganado bovino en la finca Rancho el Urraco. El sistema responde a los requerimientos planteados por la finca antes mencionada, de forma que integra características y funcionalidades descritas a lo largo del documento.

Se lograron identificar las necesidades básicas de la finca Rancho el Urraco mediante las entrevistas realizadas a 3 propietarios de fincas de la comunidad el Carbón, en el que se destaca la importancia del cuidado, manejo y control del hato bovino, siendo el sistema electrónico para pastoreo y trazabilidad bovina la principal herramienta que permita proteger el ganado y minimizar los problemas que al final solo generan gastos económicos.

La implementación se diseñó con los requerimientos obtenidos, en los que se destacan el sistema de trazabilidad el cual incluye; Arduino uno, lector RFID, sistema de registro de datos (micro SD y datalogger), batería de 9V para alimentar el Arduino, para el caso de la cerca eléctrica o sistema electrónico de pastoreo se usó lo siguiente; fuente de energía 110V AC, Capacitor carga de 6uf 5% 630vdc 50/60 Hz, Transformador de alta, Triac Q4015L, Diac.

Se realizaron pruebas del diseño en tabla de nodos, para determinar su correcto funcionamiento, donde estas fueron exitosas en su mayoría, con inconvenientes que se solucionaron en el proceso. Seguidamente se desarrolló el diseño en tarjetas PCB utilizando la técnica ampliamente usada como es el método de planchado y la introducción de la pista previamente planchada en ácido donde las pruebas que se realizaron fueron las esperadas.

Con el encapsulado y las pruebas pertinentes del sistema se logró obtener los resultados deseados, al utilizar case emplastecidos y herméticos para el encapsulado y una cantidad mínima de componentes permitió que el dispositivo fuera algo compacto y

liviano, esto conlleva que el costo de elaboración sea reducido para que sea accesible a ganaderos que no cuentan con el dinero suficiente para comprar uno comercial.

## IX. RECOMENDACION

Los aspectos a mejorar son los siguientes:

- Se recomienda un mantenimiento regular para el sistema, de preferencia cada 6 meses, de manera que se garantice el correcto funcionamiento del sistema.
- Realizar un manual básico para el funcionamiento del sistema.
- Mejorar la programación para que este guarde datos en tiempo real con su fecha y hora.
- Introducir una antena que tenga un mejor alcance de lectura de datos que el actual.
- Reducir el tamaño del dispositivo para un mejor manejo del sistema de trazabilidad electrónica.
- Agregar un led que me indique cuando se han guardado los datos.
- Incorporar una fuente de alimentación recargable en el sistema de trazabilidad electrónica.
- Agregar sensores que envíen un mensaje cuando la cerca eléctrica haya sido cortada.
- Aumentar la capacidad de alcance del impulsor eléctrico.
- Hacer que el impulsor eléctrico funcione con 12v provenientes de un panel solar.
- Que tenga protección para el agua, ya que trabajará en la intemperie y se necesita que trabaje en momentos de lluvia, y este no sufra daños.

## **X. BIBLIOGRAFÍA**

1. Ramirez, Sepúlveda, Gómez, Ayala (2017). IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CERCA ELECTRICA Obtenido de [http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/wp-content/uploads/2018/06/CERCAS-ELECTRICASV13\\_baja.pdf](http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/wp-content/uploads/2018/06/CERCAS-ELECTRICASV13_baja.pdf)
2. CERCAR (Cercas y Alarmas), Carrera 30A No. 8A-24 (S.F). MANUAL PARA EL MONTAJE DE CERCAS ELÉCTRICAS ELECTRO SHOCK PERMANENTES Y TEMPORALES Obtenido de [https://www.cercalarmas.com/manual\\_cercar.pdf](https://www.cercalarmas.com/manual_cercar.pdf)
3. Romero, Levío, Carillanca, (2009). CERCO ELÉCTRICO Obtenido de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR36894.pdf>
4. AGROMUNDO, (S.F). Todo Para Cerco Eléctrico Ganadero Obtenido de <https://www.agromundo.com.mx/servicios/cerco-electrico-ganadero>
5. Celis, Navarro, (1998). El cerco electrico y su uso Obtenido de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boltec/NR07795.pdf>
6. COMITÉ INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA (CIRSA) (2013). ESTÁNDAR REGIONAL DE RASTREABILIDAD O TRAZABILIDAD BOVINA Obtenido de [https://www.oirsa.org/contenido/2018/salud\\_animal/estandar%20regional%20de%20trazabilidad%20bovina.pdf](https://www.oirsa.org/contenido/2018/salud_animal/estandar%20regional%20de%20trazabilidad%20bovina.pdf)
7. IPSA, Trazabilidad bovina en Nicaragua (S.F). Obtenido de <https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/6%20Trazabilidad%20Agrop/FOLLETO%20DE%20TRAZABILIDAD.pdf>
8. Slideshare (S.F) CERCA ELECTRICA Obtenido de <https://es.slideshare.net/edisson107/cerca-electrica>
9. VELASCO, (2018). IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UN CERCO ELÉCTRICO PARA PROTECCIÓN DE GANADO UTILIZANDO ENERGÍA SOLAR Y ENVÍO DE MENSAJES CUANDO EXISTA UNA VIOLACIÓN DEL SISTEMA Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9250>
10. Sandro (2015). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CERCA PERIMETRAL ELECTRIFICADA CONTROLADA POR UN MICROPROCESADOR INTEGRADO, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL LA PLAYITA DEL CANTÓN LA MANÁ PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013 Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3413>

11. TECNIPESA (2020). Qué es y cómo funciona la tecnología RFID Obtenido de <https://www.tecnipesa.com/blog/69-tecnologia-rfid-que-ventajas-tiene>
12. Universidad Internacional de Valencia (2017). Rfid: qué es y cómo funciona Obtenido de <https://www.universidadviu.com/rfid-que-es/>
13. LA VOZ DEL SANDINISMO (2013). Entregadas 50 mil tarjetas del transporte Urbano Colectivo de Managua Obtenido de <https://www.lavozdelsandinismo.com/nicaragua/2013-06-12/entregadas-50-mil-tarjetas-del-transporte-urbano-colectivo-de-managua/>
14. Engormix (2015) Opciones actuales para la identificación de animales domésticos y silvestres Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/opciones-actuales-identificacion-animales-t32054.htm>
15. Arduino.cl (2010). ¿Que es Arduino? Obtenido de <https://arduino.cl/que-es-arduino/> Obtenido de <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
16. bolanosdj (S.F). Tipos de arduinos Obtenido de <http://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/ARDUINO2/tiposarduino.pdf>
17. Luis Llamas (2016). USAR UN TECLADO MATRICIAL CON ARDUINO Obtenido de <https://www.luisllamas.es/arduino-teclado-matricial/>
18. NXP Semiconductors N.V. (2015). PCF8523 Real-Time Clock (RTC) and calendar Obtenido de <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/PCF8523.pdf>
19. Adafruit (2017). Adafruit PCF8523 Real Time Clock Pinouts Obtenido de <https://learn.adafruit.com/adafruit-pcf8523-real-time-clock/pinouts>
20. SISTESEGGROUP SRL (S.F). ¿Qué es una cerca eléctrica? Obtenido de <https://www.sisteseggroup.com/que-es-una-cerca-electrica/>

# **VIII. ANEXOS**

**Anexo A:** Preguntas Realizadas en la Entrevista a los propietarios de fincas de la zona El Carbón.

### **Preguntas de Entrevista**

**La entrevista está dirigida a propietarios de fincas ganaderas.**

**¿Cuántos años lleva ejerciendo la labor como ganadero?**

**¿Qué opina usted sobre implementar la tecnología en la trazabilidad bovina?**

**¿Qué sistema de trazabilidad bovina se lleva actualmente en su finca?**

**¿Cuáles son los métodos que utiliza para llevar registro del hato bovino?**

**¿Qué sistema de pastoreo bovino se utiliza actualmente en la finca?**

**¿Qué instrumentos utiliza para el cuidado de los animales?**

**¿Qué es para usted una cerca eléctrica?**

**¿Cree usted que una cerca eléctrica sea más cara que una cerca tradicional?**

**¿Cuáles son los obstáculos que presentan los animales cuando son nuevos en una finca?**

**¿Qué opina sobre implementar la tecnología para contrarrestar estos obstáculos que atraviesan los animales en su etapa de adaptación?**

**¿Qué opina usted sobre la implementación de una cerca eléctrica para el cuidado y protección del ganado en su finca?**

**¿A quién cree usted que se le facilite más adaptarse a la tecnología, a los animales de descendencia Cárnicos o Lecheros?**

**¿Qué beneficios cree usted que le traerá el usar el sistema de pastoreo bovino electrónico?**

**Esta es una imagen de las preguntas realizadas al propietario de la finca Rancho El Urraco, en la parte de abajo se encuentra la firma del dueño del lugar al que le realizamos dicha entrevista, esto con el fin de garantizar que se realizó dicha visita**

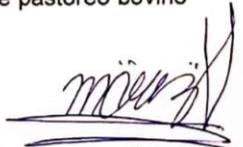


*Aides en Ciencia y Tecnología*

### **Preguntas de Entrevista**

La entrevista está dirigida a propietarios de fincas ganaderas.

- ¿Cuántos años lleva ejerciendo la labor como ganadero?
- ¿Qué opina usted sobre implementar la tecnología en la trazabilidad bovina?
- ¿Qué sistema de trazabilidad bovina se lleva actualmente en su finca?
- ¿Cuáles son los métodos que utiliza para llevar registro del hato bovino?
- ¿Qué sistema de pastoreo bovino se utiliza actualmente en la finca?
- ¿Qué instrumentos utiliza para el cuidado de los animales?
- ¿Qué es para usted una cerca eléctrica?
- ¿Cree usted que una cerca eléctrica sea más cara que una cerca tradicional?
- ¿Cuáles son los obstáculos que presentan los animales cuando son nuevos en una finca?
- ¿Qué opina sobre implementar la tecnología para contrarrestar estos obstáculos que atraviesan los animales en su etapa de adaptación?
- ¿Qué opina usted sobre la implementación de una cerca eléctrica para el cuidado y protección del ganado en su finca?
- ¿A quién cree usted que se le facilite más adaptarse a la tecnología, a los animales de descendencia Cárnicos o Lecheros?
- ¿Qué beneficios cree usted que le traerá el usar el sistema de pastoreo bovino electrónico?



Milton Adonis  
Marchena Cruz.



*Lider en Ciencia y Tecnología*

### Preguntas de Entrevista

La entrevista está dirigida a propietarios de fincas ganaderas.

- ¿Cuántos años lleva ejerciendo la labor como ganadero?
- ¿Qué opina usted sobre implementar la tecnología en la trazabilidad bovina?
- ¿Qué sistema de trazabilidad bovina se lleva actualmente en su finca?
- ¿Cuáles son los métodos que utiliza para llevar registro del hato bovino?
- ¿Qué sistema de pastoreo bovino se utiliza actualmente en la finca?
- ¿Qué instrumentos utiliza para el cuidado de los animales?
- ¿Qué es para usted una cerca eléctrica?
- ¿Cree usted que una cerca eléctrica sea más cara que una cerca tradicional?
- ¿Cuáles son los obstáculos que presentan los animales cuando son nuevos en una finca?
- ¿Qué opina sobre implementar la tecnología para contrarrestar estos obstáculos que atraviesan los animales en su etapa de adaptación?
- ¿Qué opina usted sobre la implementación de una cerca eléctrica para el cuidado y protección del ganado en su finca?
- ¿A quién cree usted que se le facilite más adaptarse a la tecnología, a los animales de descendencia Cárnicos o Lecheros?
- ¿Qué beneficios cree usted que le traerá el usar el sistema de pastoreo bovino electrónico?

J. R. D. R.  
José Reyes Duarte Rodríguez



*Lider en Ciencia y Tecnología*

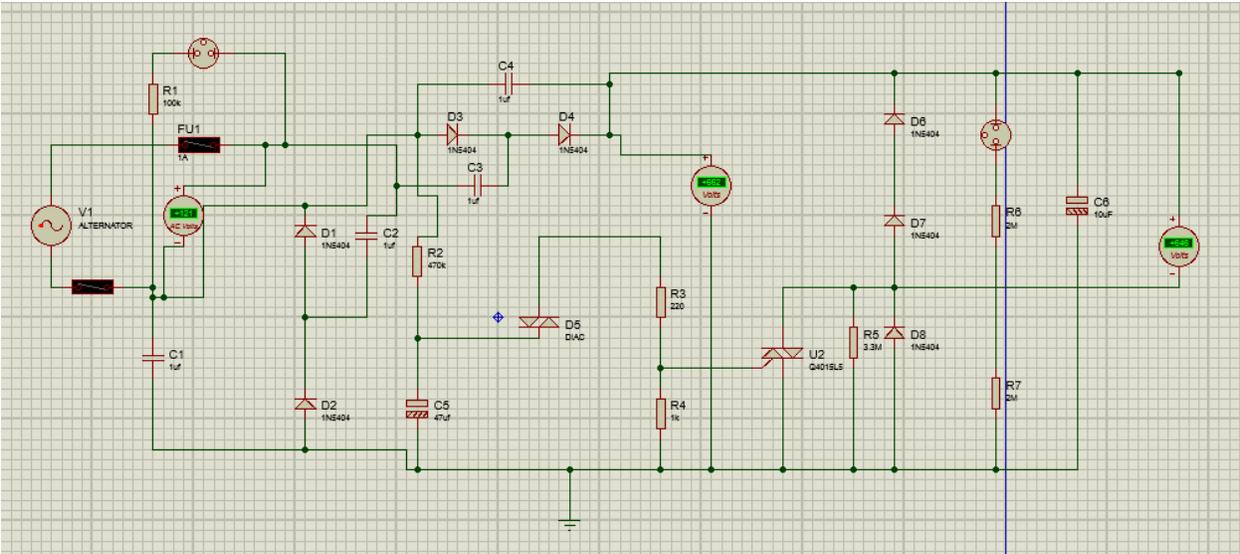
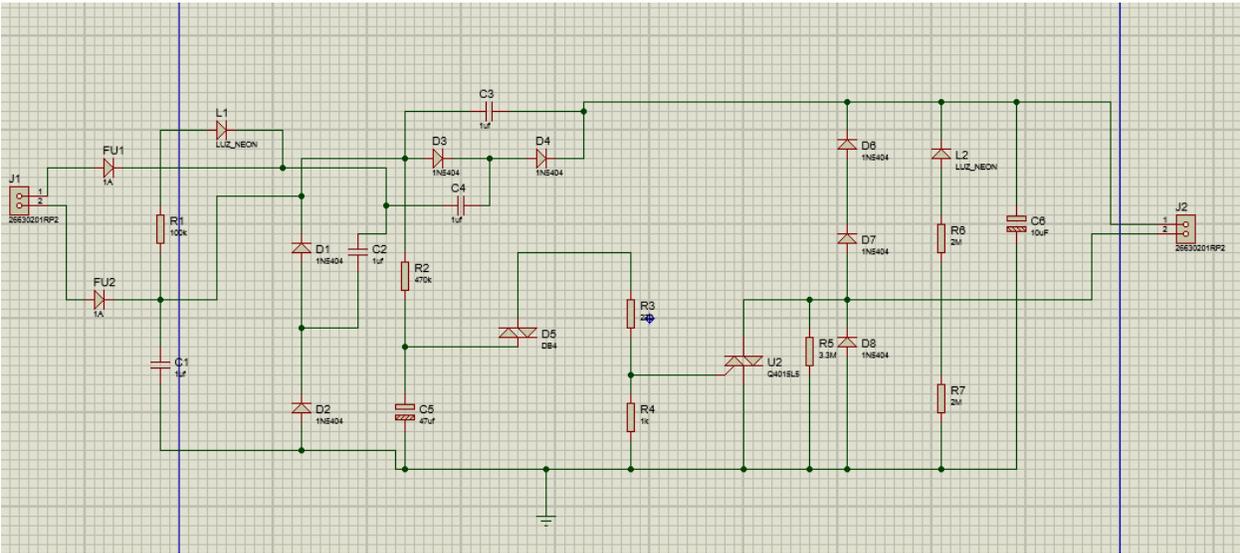
### **Preguntas de Entrevista**

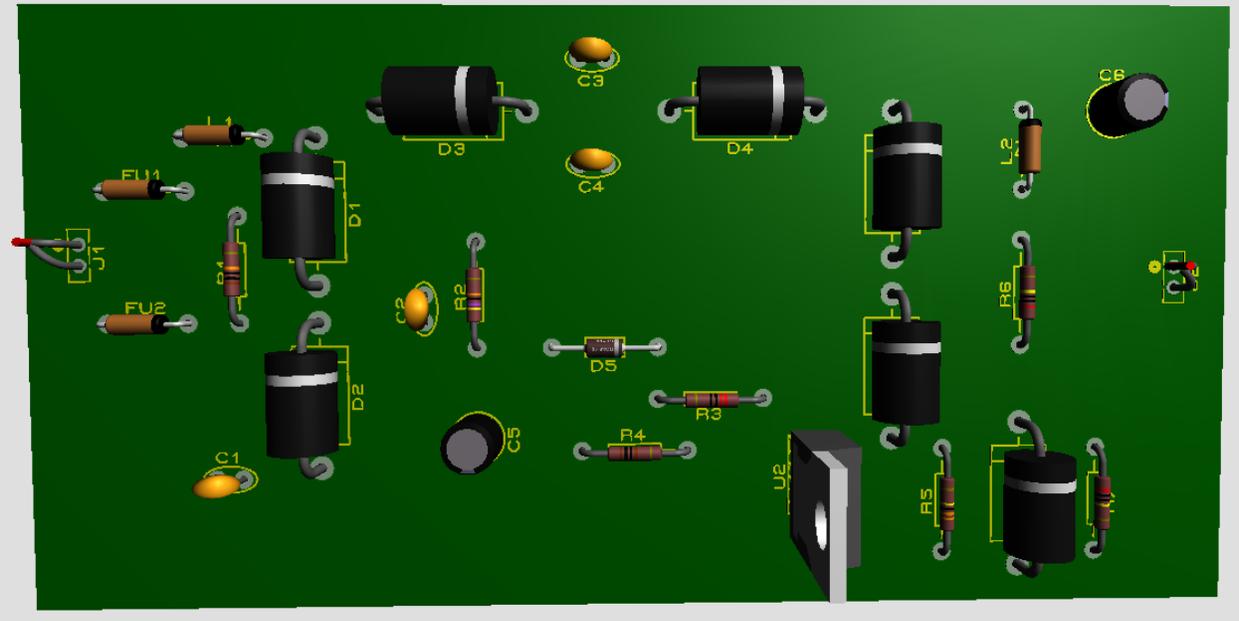
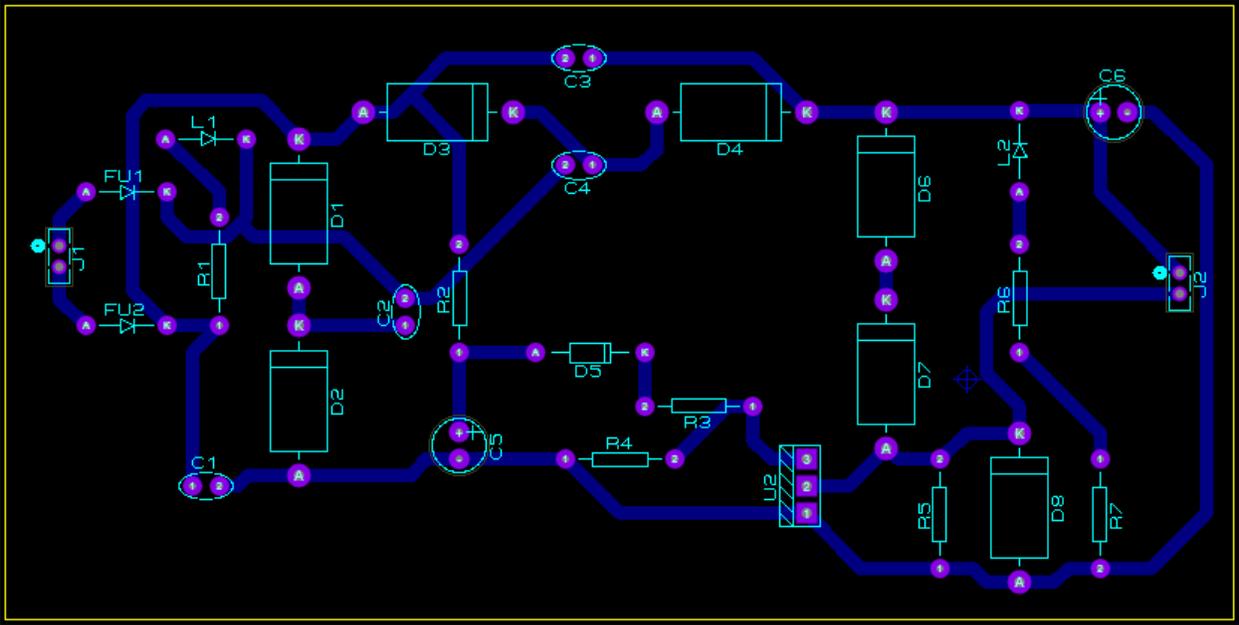
La entrevista está dirigida a propietarios de fincas ganaderas.

- ¿Cuántos años lleva ejerciendo la labor como ganadero?
- ¿Qué opina usted sobre implementar la tecnología en la trazabilidad bovina?
- ¿Qué sistema de trazabilidad bovina se lleva actualmente en su finca?
- ¿Cuáles son los métodos que utiliza para llevar registro del hato bovino?
- ¿Qué sistema de pastoreo bovino se utiliza actualmente en la finca?
- ¿Qué instrumentos utiliza para el cuidado de los animales?
- ¿Qué es para usted una cerca eléctrica?
- ¿Cree usted que una cerca eléctrica sea más cara que una cerca tradicional?
- ¿Cuáles son los obstáculos que presentan los animales cuando son nuevos en una finca?
- ¿Qué opina sobre implementar la tecnología para contrarrestar estos obstáculos que atraviesan los animales en su etapa de adaptación?
- ¿Qué opina usted sobre la implementación de una cerca eléctrica para el cuidado y protección del ganado en su finca?
- ¿A quién cree usted que se le facilite más adaptarse a la tecnología, a los animales de descendencia Cárnicos o Lecheros?
- ¿Qué beneficios cree usted que le traerá el usar el sistema de pastoreo bovino electrónico?

Facundo E. Marchena

Anexo B: Diseño de circuitos en proteus.





## Anexo C: Arduino uno R3

### Características:

- Fabricante: Atmel (Microchip).
- Voltaje de operación: 1.8 a 5.5 VDC.
- Arquitectura de CPU: 8 bit AVR
- Memoria flash: 32 KB.
- Memoria RAM: 2 KB.
- EEPROM: 2 KB.

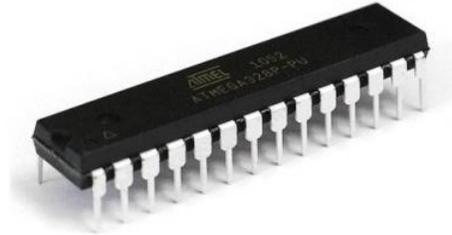


- **Figura 1 Presentación de Arduino Uno**
  - **Fuente:** (bolanosdj, S.F)



**Figura 2 Distribución de pines ATmega328p**

**Fuente:** (respuestas aqui, s.f.)



**Figura 3 ATMega328P**

**Fuente:** (mercadolibre, s.f)

**Anexo D: Presentación de un Zumbador 5V Buzzer Activo 4 a 7V DC**



**Figura 3.33 Buzzer activo de 4 a 7 VDC**

**Fuente:** (solectroshop, S.F)

## Anexo E: Características de un LCD 16X2

### Características de la LCD:

Pantalla: 2 líneas x 16 caracteres.

Retroiluminación: azul con color blanco de carácter.

Controlador LCD: HD44780

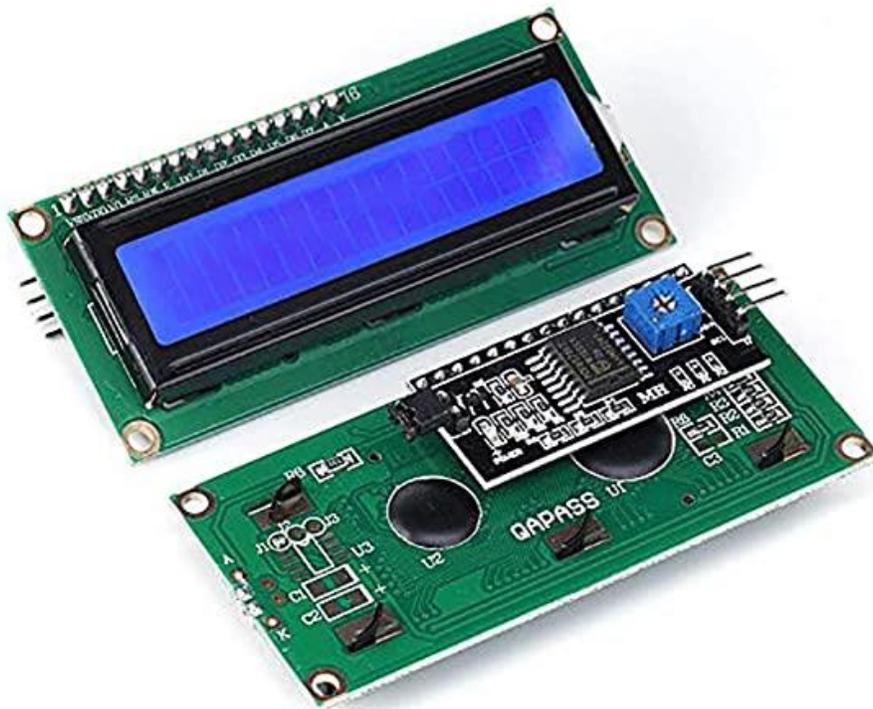
Definición de pines: VCC, GND,SDL y SCA

Ajuste de contraste: potenciómetro.

Ajuste de retroiluminación: puente.

Dirección predeterminada: 0x27 para el chip PCF8574T; 0x3F para el chip CF8574AT.

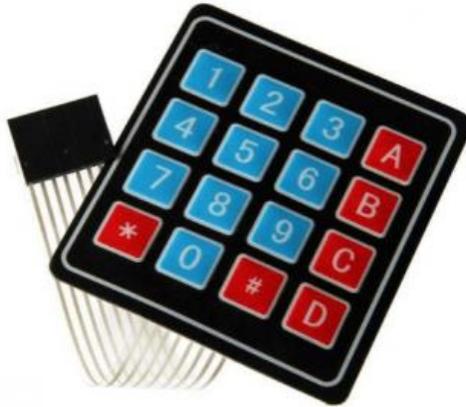
Voltaje de funcionamiento: 5 V.



**Figura 4 LCD 16x2 con Interfaz i2C**

**Fuente:** (www.amazon.com, S.F)

## **Anexo F: Presentación de un Teclado Matricial 4x4**



**Figura 5 Teclado Matricial 4x4**

**Fuente:** (electronicamade.com, S.F)

## **Anexo G: Especificaciones del case de trazabilidad bovina.**

Construida según la norma UNE EN 60 439-1-3.

Grado de protección IP-55.

Resistencia al impacto IK-08.

Resistencia al hilo incandescente 650° C.

Dimensiones exteriores 105x105x60 mm

Dimensiones interiores 100x100x60 mm



**Figura 6 Case de 105 X 105 X 60 Mm tipo intemperie**

**Fuente:** (www.electromaterial.com, S.F)