



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

**“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”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA
Para optar al Grado Académico de:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

AUTOR: WELLINGTON DAVID VELASCO LLANO

TUTOR: Dr. GEOVANNY ESTUARDO VALLEJO. V

Riobamba-Ecuador

2018

© Wellington David Velasco Llano

Se autoriza la reproducción total o parcial con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: La propuesta tecnológica: “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”, de responsabilidad WELLINGTON DAVID VELASCO LLANO, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Julio Santillán Castillo VICEDECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA.	
Ing. Freddy Chávez. V DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES.	
Dr. Geovanny Estuardo Vallejo. V DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	
Ing. Edwin Altamirano. S MIEMBRO DEL TRIBUNAL.	

Yo, **WELLINGTON DAVID VELASCO LLANO** declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Wellington David Velasco Llano

172032638-6

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios por haberme permitido seguir con vida y salud para poder cumplir la meta que me he propuesto desde que inicie mis estudios.

A mis padres, Luis Polivio Velasco Reisancho y Aida Piedad Llano Peñafiel, por su apoyo incondicional durante este tiempo, por la paciencia que me han brindado, los consejos del día a día, el saber que con ellos tengo el respaldo que más he necesitado, gracias por su amor y las fuerzas que me brindan.

A mis hermanas, Mayra y Karen, quienes son mi inspiración y motivación de seguir adelante, el apoyo que me brindan.

A mi gorda Pamela con esa sonrisa que me da motivos de seguir adelante.

David

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme las fuerzas necesarias de no rendirme, de ver una luz en cada camino, por guiar mis pasos.

A mi padre por enseñarme el significado del trabajo, saber que uno siempre tiene que caminar hacia adelante sin desmayar, que los obstáculos que son algo cotidiano, el carácter se forma en el proceso, por su paciencia y amor.

A mi madre por todo el cariño y amor que me ha brindado, a ser una persona decidida que no fácilmente decae, a encontrar soluciones, sus enseñanzas que me han forjado en el transcurso del tiempo, por la confianza depositada en mí demostrando ser la columna de mi vida en todo momento, mi escudo y mi sostén.

A mis hermanas las cuales siempre han estado conmigo en las buenas y malas situaciones a saber que ellas son mi familia.

A mis amigos que en el transcurso de los años se ha ido conociendo y se ha formado una gran confianza permitiendo conocer lo bueno y lo malo, a apreciar lo grandioso que es pasar una juventud caprichosa.

David

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1 Cercas eléctricas en la ganadería.....	5
<i>1.1.1 Componentes del cerco eléctrico.</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2 Funcionamiento del cerco eléctrico</i>	<i>8</i>
<i>1.1.2.1 Requisitos para cercos eléctricos para animales.....</i>	<i>11</i>
<i>1.1.3 Tipos de cercas eléctricas.....</i>	<i>12</i>
<i>1.1.2. Ventajas del cerco eléctrico</i>	<i>14</i>
1.2 Energía fotovoltaica	14
<i>1.2.1 Paneles Solares.....</i>	<i>15</i>
1.3 Raspberry	23
<i>1.3.1 Hardware de la raspberry</i>	<i>24</i>
<i>1.3.2 Software de la raspberry</i>	<i>25</i>
1.4 Arduino.....	27
<i>1.4.1 Hardware del Arduino.....</i>	<i>28</i>
<i>1.4.2 Software del Arduino.....</i>	<i>31</i>
1.5 Tecnología ZigBee	31
<i>1.5.1 Características Generales de la Tecnología ZigBee</i>	<i>32</i>
CAPÍTULO II	
3. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO.....	33
2.1 Hardware - Conexiones del circuito.....	33
<i>2.1.1 Diagramación de conexiones eléctricas y electrónicas.....</i>	<i>33</i>
2.2 Hardware – Selección para la implementación del prototipo	37
<i>2.2.1 Hardware del sistema de cercado eléctrico</i>	<i>37</i>
<i>2.2.3 Hardware del sistema de monitoreo</i>	<i>46</i>
<i>2.2.4 Hardware del sistema de alerta</i>	<i>52</i>
<i>2.2.5 Hardware del sistema fotovoltaico</i>	<i>53</i>
2.3 Caracterización del sistema del prototipo	54

2.3.1	<i>Descripción del funcionamiento del sistema de monitoreo y control del prototipo</i>	54
2.4	Determinación área de experimentación	56
2.4.1	<i>Determinación variables del sistema</i>	57
2.5	Software del prototipo	58
2.5.1	<i>Instalación sistema operativo - Raspberry</i>	58
2.5.2	<i>Programación del Microcontrolador</i>	59
2.5.3	<i>Configuración comunicación inalámbrica</i>	60
2.5.4	<i>Integración de hardware para el monitoreo</i>	63
2.5.5	<i>Desarrollo de la interfaz gráfica para el monitoreo remoto</i>	66
2.6	Costos Eléctricos & Electrónicos	70
2.6.1	<i>Costos Mecánicos</i>	70
2.6.2	<i>Costo de mano de obra</i>	70
2.6.3	<i>Costos directos totales</i>	71
2.6.4	<i>Costos indirectos</i>	71
2.6.5	<i>Costo total</i>	71
CAPÍTULO III		
3.	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	72
3.1	Sistema fotovoltaico	72
3.2	Sistema eléctrico & electrónico del cerco móvil	78
3.3	Intalación de las estacas en el cerco eléctrico móvil	80
3.3.2	<i>Instalación del hilo conductor</i>	81
3.3.3	<i>Mensaje de Alerta GSM</i>	82
3.3.4	<i>Cálculo de las resistencias de un bobino</i>	84
3.4	Interfaz gráfica de monitoreo	85
3.5	Costos referenciales entre cercas móviles	85
CONCLUSIONES		87
RECOMENDACIONES		88
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Distribución de alambres, alturas y voltajes según animales.....	10
Tabla 2-1: Diferencia entre cerca fijas y móviles	13
Tabla 3-1: Valores de irradiación de los diferentes meses.....	23
Tabla 4-1: Distribución de los elementos de la raspberry Pi, modelo B+.....	25
Tabla 5-1: Tipos de software compatibles con la raspberry pi	26
Tabla 6-1: Modelos de la raspberry pi.....	26
Tabla 7-1: Modelo con su número de puertos USB.....	27
Tabla 8-1: Tipos de Arduinos.....	31
Tabla 1-2: Características placa Arduino UNO.....	40
Tabla 2-2: Características placa Raspberry PI3.....	51
Tabla 3-2: Elementos consumidores de energía	53
Tabla 4-2: Longitudes zonas definidas del cerco.....	57
Tabla 5-2: Variables del sistema	58
Tabla 6-2: Principales parámetros para la configuración de los Xbee.	62
Tabla 7-2: Codificación caracteres para transmisión del estado de los sensores	64
Tabla 8-2: Costos eléctricos & Electrónicos	70
Tabla 9-2: Costos mecánicos.....	70
Tabla 10-2: Costos mano de obra.....	70
Tabla 11-2: Costo directos totales	71
Tabla 12-2: Costo indirectos totales	71
Tabla 13-2: Costo total.....	71
Tabla 1-3: Consumo en mA del equipamiento	72
Tabla 2-3: Comparación de costos cerco eléctrico	84
Tabla 3-3: Datos de la resistencia de diferentes bovinos	83
Tabla 4-3: Comparación de costos cerco eléctrico	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 0.1: Cerca Eléctrica	3
Figura 0.2: Área Protegida.....	3
Figura 1.1: Cerca eléctrica	5
Figura 2.1: Componentes básicos de una cerca eléctrica.....	6
Figura 3-1 Salidas de un impulsor.....	7
Figura 4-1 Esquema de funcionamiento de una cerca un hilo y tierra	9
Figura 5-1 Esquema de funcionamiento de una cerca dos hilos	9
Figura 6-1 Alturas recomendadas para alturas de cerco en animales.....	10
Figura 7-1 Tipos de cercas eléctricas	12
Figura 8-1 Energía solar fotovoltaica	15
Figura 9-1 Panel solar con su celda.....	15
Figura 10-1 Esquema de funcionamiento de una celda de un panel	16
Figura 11-1 Elementos de un panel solar	17
Figura 12-1 Mapa de radiacion solar mundial	20
Figura 13-1 Radiacion solar-Ecuador	22
Figura 14-1 logo de raspberry Pi son su ejemplar modelo B.....	24
Figura 15-1 Elementos de una raspberry Pi, modelo B+	24
Figura 16-1 Tarjeta y logo de arduino	28
Figura 17-1 Componentes de un arduino	28
Figura 18-1 Topologías para WSN	32
Figura 1-2 Diagrama de integración del equipamiento.....	34
Figura 2-2 Conexión general del sistema.	35
Figura 3-2 conexión entre arduinos.....	35
Figura 4-2 Diagrama electrónico sistema Sensores – SIM900A GSM/GPRS.....	36
Figura 5-2 Diagrama electrónico Arduino B – Xbee	37
Figura 6-2 Bobina de arranque de un vehículo.....	39
Figura 7-2 Arduino UNO.....	39
Figura 8-2 Interfaz de potencia	42
Figura 9-2 Diseño PCB	42
Figura 10-2 Estacas cola de cerdo (pigtail).	43
Figura 11-2 Distribución de estacas.	44
Figura 12-2 Mango aislante	44
Figura 13-2: Hilo Polieléctrico	45
Figura 14-2 Carrete Plástico.....	46
Figura 15-2 Final de carrera.	47
Figura 16-2 Estado de sensor según el estado del alambre del cerco.....	47

Figura 17-2 Módulo Xbee S2.....	48
Figura 18-2 Tarjeta SIM900A GSM/GPRS.	52
Figura 19-2 Bloque eléctrico & electrónico	55
Figura 20-2 Monitoreo del estado del cercado eléctrico.....	55
Figura 21-2 Esquema general dimensiones cercado eléctrico.	57
Figura 22-2 Sistemas Operativos Raspberry Pi3.	59
Figura 23-2 IDE Arduino, reconocimiento de la tarjeta	60
Figura 24-2 Codificación Arduino (comunicación SIM900)	60
Figura 25-2 Topología punto a punto – módulos Xbee.	61
Figura 26-2 IDE XCTU.	61
Figura 27-2 Configuración del Xbee Receptor.....	62
Figura 28-2 Configuración Xbee Transmisor.....	63
Figura 29-2 Arduino y Xbee (Transmisor).....	64
Figura 30-2 Codificación Arduino (Transmisor).....	65
Figura 31-2 Conexión Raspberry - Xbee receptor.....	65
Figura 32-2 Verificación comunicación Xbee Xplorer USB y la Raspberry.	66
Figura 33-2 QT Creator con Python.....	67
Figura 34-2 Menú selección de tipo de proyecto.....	68
Figura 35-2 IDE - Qt Creator - Python.....	68
Figura 36-2 Diseño de la interfaz gráfica de monitoreo.	69
Figura 1-3 Consumo de mA de los dispositivos electrónicos y eléctricos.	72
Figura 2-3 Consumo amperaje del sistema completo	73
Figura 3-3 Consumo amperaje del Arduino UNO.....	73
Figura 4-3 Consumo amperaje del Arduino UNO – Xbee S2	74
Figura 5-3 Consumo amperaje del Arduino UNO – SIM900A.	74
Figura 6-3 Montaje panel y batería	76
Figura 7-3 Inclinación del panel a 45 grados.....	77
Figura 8-3 Sistema Fotovoltaico ensamblado.....	78
Figura 9-3 Pruebas generación alto voltaje	79
Figura 10-3 Generador de alto voltaje instalado.....	79
Figura 11-3 Circuito eléctrico & electrónico.....	80
Figura 12-3 Instalación estacas	81
Figura 13-3 Montaje hilo polieléctrico sobre carrete plástico	81
Figura 14-3 Cerco móvil.....	82
Figura 15-3 Circuito eléctrico & electrónico.....	83
Figura 16-3 Circuito eléctrico & electrónico.....	83
Figura 17-3 Circuito eléctrico & electrónico.....	85

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-1 Punto máximo de potencia	18
Ecuación 2-1 Eficiencia de conversión de energía	19
Ecuación 3-1 Factor de forma	19
Ecuación 4-3 Punto máximo de potencia	84

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A.** NORMA IEC 60335-2-76 (ANEXO BB)
- ANEXO B.** DATASHEET ARDUINO UNO
- ANEXO C.** DATASHEET XBee S2
- ANEXO D.** DATASHEET RASPBERRY PI
- ANEXO E.** DATASHEET SHIELD900 GSM/GPRS

ABREVIATURAS

VCD	Voltaje de corriente continua o directa
mA	mili Amperios
A	Amperios
Ah	Amperios Hora
GSM	Sistema Global Comunicaciones Móviles
GPS	Servicio General de Paquetes Vía Radio
V	Voltaje
I	Corriente
R	Resistencia
W	Watt
P	Potencia
Bps	Bytes por segundo
Cde	Consumo de energía por día
Ten	Total energía necesaria
HSP	Horas Sol Pico
Ndm	Número de Módulos
TX	Transmisor
RX	Receptor
HDMI	Interfaz Multimedia de Alta Definición
SIM	Servicios Integrados para la movilidad
Ed	Energía Diaria
Em	Energía Media
Hd	Suma Diario Promedio
Hm	Suma Mensual Promedio
IDE	
Pmp	Punto de Potencia Máxima
Vmp	Valor máximo de voltaje
Imp	Valor máximo de la intensidad de corriente
N	La eficiencia de conversión de energía
Pmp	Punto de potencia máxima
E	Nivel de radiación solar en la superficie del panel
AC	Superficie de niveles Fotovoltaicos
FF	Factor de forma
Voc	Voltaje de un circuito abierto
Isc	Corriente de un corto circuito

Pi	Potencia recibida del panel
High	Alto
Low	Bajo

RESUMEN

El presente trabajo describe el diseño e implementación de un prototipo de cerco eléctrico autosustentable y con un sistema de alerta cuando exista una violación al perímetro de protección o pastoreo del ganado, se lo realizó con el fin de proporcionar una herramienta tecnológica a pequeños y medianos ganaderos. Se partió del diseño eléctrico y electrónico, donde el elemento principal para la generación de alto voltaje se empleó una bobina de 12 VCD del sistema de arranque de un automóvil, se determinó que la energización del cerco no es constante sino mediante pulsos, por lo que se implementó un generador de pulsos con un Arduino UNO en conjunto con una interfaz de potencia basada en transistores. Se usó tecnología GSM/GPRS con el Shield SIM900A para generar el sistema de alerta por mensajes de texto; para la evaluación de violación del cerco se emplearon, sensores finales de carreras adaptados con muelles combinando el fenómeno físico tensión. Para la experimentación en campo del prototipo se construyó un cerco del tipo móvil con estacas pigtail e hilo polieléctrico. Al crear un sistema autosustentable se eligió el uso de energía solar, y para la selección de los componentes del sistema fotovoltaico se empleó el método de corrientes en el que se determinó que el sistema global tiene un consumo de 245mA y dentro de esta consideración se seleccionó un panel de 50Wp, un regulador de 12Vdc de 10A y una batería de 40Ah. Adicionalmente se creó un sistema de monitoreo remoto fundamentado en la tecnología ZigBee con módulos Xbee S2 para la comunicación inalámbrica y la consola para monitoreo se la implementó en QT Creator con Python sobre una Raspberry PI3. Se obtuvo como resultado el óptimo funcionamiento del sistema evaluado en campo, integrando la parte de control y monitoreo haciéndolo un sistema completo.

Palabras clave: <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA>, <GANADERÍA>, <ENERGÍA SOLAR>, <SISTEMAS DE CONTROL>, <SISTEMA DE MONITOREO>, <CERCA ELÉCTRICA GANADERA>, <PROCESAMIENTO DE SEÑALES>, <ARDUINO (HARDWARE-SOFTWARE)>.

ABSTRACT

This work deals with the design and implementation of a self-sustaining electric fence prototype with a warning system if there is a perimeter violation for protection or the grazing of livestock. It was conducted to provide a technological tool for small and mid-sized cattle farmers. It was drawn from the electronic and electric design where a 12 VDC coil of the starting system of a car was implemented as a main element for the generation of high voltage. It was determined that the energization of the fence is not constant but by pulses and so an Arduino UNO pulse generator was implemented together with a power interface based on transistors. It was used GSM/GPRS technology with Shield SIM900A to generate the alert system via text messaging on mobile phones. For the evaluation of the fence violation, sensors for end stop signals adapted with a spring were employed combining the physical phenomenon tension. A fence of mobile type was built with pigtail stakes and polyelectric thread for the experimentation in the field of the prototype. The use of solar energy was chosen to create a self-sustaining system, and for the selection of the photovoltaic system components, the currents method was used. In which it was determined that the global system has a consumption of 245 Ma and within this consideration a panel of 50Wp was selected, a regulator of 12 Vdc of 10 A and a battery of 40Ah. Additionally, a remote monitoring system was created based on Zigbee technology with Xbee S2 modules for wireless communication and the monitoring console was implemented in QT Creator with Python on a Raspberry PI3. The optimum performance of the system evaluated in the field was obtained, integrating the control and monitoring part, marking it a complete system.

KEYWORDS: <ELECTRONIC ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <LIVESTOCK>, <SOLAR ENERGY>, <CONTROL SYSTEM>, <MONITOR SYSTEM>, <ELECTRIC FENCE FOR LIVESTOCK>, <SIGNAL PROCESSING>, ARDUINO (HARDWARE AND SOFTWARE)>.

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

Mundialmente la utilización de energía eléctrica para el consumo en hogares, empresas, industrias, se ha ido incrementando durante la revolución industrial la nueva tecnología se ha visto propensa a desarrollar nuevos métodos que nos permitan optimizar el daño al medio ambiente.

La utilización de energía renovable ha ido incrementándose con el tiempo en diferentes áreas, es así que la empresa Global Trade Starts Here, ha desarrollado una manera eficiente para la protección de ganado en la que proporciona una descarga eléctrica no letal que haga al animal retroceder si excede el área de pasto o impida el ingreso de intrusos no deseados que pueda provocar la pérdida de un animal. (Shenzhen Tongher Technology Co., 2013).

En diferentes partes del mundo como México un país donde se ha incrementado el índice delictivo por diferentes motivos la población ha ido desarrollando ideas para la protección de viviendas y de sus animales con diferentes métodos y recursos. La empresa Cerco Eléctrico SAECSA ofrece un sistema de mallas electrificadas que brindan un mayor rendimiento, eficacia en su funcionamiento y considerable tiempo que mejorara las técnicas de manejo de ganado, incrementando la rentabilidad del productor de campo. (SAECSA, 2016).

En Ecuador la utilización de energía renovable en áreas de cercas eléctricas para la protección de ganado, a diferente de países que aplican nuevos métodos de protección y cuidado de sus animales, protecciones de vivienda, sistemas de calentamiento de agua.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se puede implementar un prototipo de cerca eléctrica alimentado con energía solar para protección del ganado y envío de mensajes de alerta?

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué niveles de voltaje se utilizará para el sistema de control de protección de ganado usando energía solar?

¿Cuál es el tipo de batería adecuada para el almacenamiento de energía solar para la cerca?

¿Cómo implementar el sistema de comunicación para el envío de mensajes de alerta?

¿Cuáles son los sensores más prácticos para la detección de corte de energía y la detección de intrusos?

¿Cómo probar el funcionamiento del prototipo implementado?

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La ganadería en el Ecuador se ha ido desarrollando de tres maneras diferentes: Pastoreo, agrícola e industrial, manteniéndose en el sector productivo como el mejor tanto en exportación como el consumo interno.

Los propietarios del sector ganadero han venido presentando malestares por la presencia de grupos que se dedican al hurto de ganado generando pérdidas económicas y despido de personal, dándose una gran preocupación a quienes son los empleados los más afectados, dándose también que las denuncias causan temor entre ellos por las represalias que se tomaría en contra de su familia y la falta de confianza en el sistema judicial por la lentitud de respuesta inmediata.

Viéndose afectado por la delincuencia los propietarios han venido desarrollando ideas que permitan detectar inmediatamente la pérdida de un ganado dando seguimiento a través de chip implantados en las pieles de los animales.

Este proyecto busca el uso óptimo de la energía solar, permitiendo su utilización en la implementación de un prototipo de cerco eléctrico para la protección de ganado dándose como alternativa un método que nos permita ayudar a economizar costos y su alto consumo excesivo de energía eléctrica, impidiendo pérdidas en el sector ganadero con la ayuda de los paneles fotovoltaicos se podrá optimizar este peligro que se ejecuta en diferentes áreas del país.

JUSTIFICACIÓN APLICATIVA

En el diseño de un prototipo de cerco eléctrico con la utilización de paneles fotovoltaicos permitirá obtener la protección para el ganado que se encuentra en el área de cobertura del cerco eléctrico permitiendo que no se produzca intento de robo o pérdida.

El sistema del cerco eléctrico tendrá un control, de encendido y apagado manual cuando el administrador así lo requiera. Todo el sistema será alimentado por baterías las que serán recargadas continuamente por paneles solares.

Como podemos notar en la figura 0-1 la instalación del cerco eléctrico.

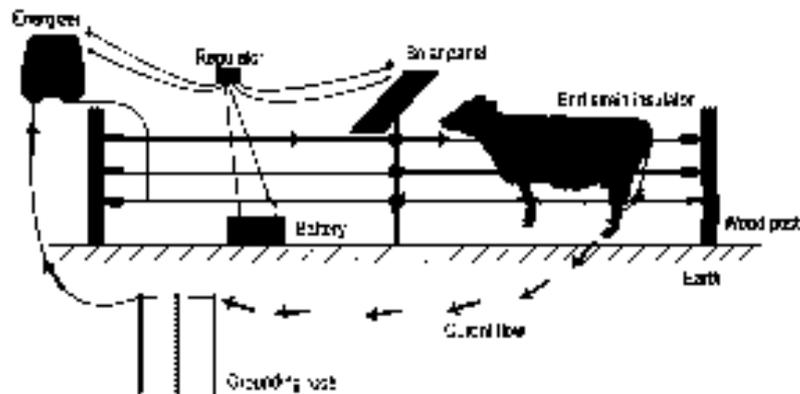


Figura 0-1: Cerca Eléctrica
Fuente: (Shenzhen Tongher Technology Co., 2013)

Mediante la implementación de sensores se permitirá determinar si existe una detección de intruso o corte de energía del cerco, en caso de darse alguno de estos dos eventos el sistema podrá comunicarse con el administrador utilizando mensajes de alerta indicándole la información sobre que sucedió y en qué zona del cerco se produjo esta anomalía.

Como se puede diferenciar en la figura 0-2, se toma en cuenta la zoon en la que se encuentra cada sensor.



Figura 0-2: Área Protegida
Elaborado por: Wellington David Velasco Llano

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- Implementar un prototipo de cerco eléctrico para protección de ganado utilizando energía solar y envío de mensajes cuando exista una violación del sistema.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar un circuito eléctrico para la generación de pulsos de alto voltaje en un cerco para control de ganado bobino.
- Seleccionar el equipamiento necesario para la implementación de un sistema de energía solar para la sustentación del cerco eléctrico.
- Establecer un sistema de seguridad integrando sensores al cerco y un medio de alerta por mensajes de texto.
- Realizar pruebas de funcionamiento del prototipo.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Cercas eléctricas 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. (Rhades, y otros, 2015) Permitiendo la optimización en el manejo de los recursos forrajeros como se muestra en la figura 1-1.



Figura 1-1: Cerca eléctrica

Fuente: (IONAPEL, 2001)

Consiste 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.

1.1.1 Componentes del cerco eléctrico.

Una cerca eléctrica convencional está constituida por:

1. Fuente de energía
2. Energizador o impulsor
3. Alambre
4. Estacas y aisladores.

En la figura 2-1 se muestra una cerca con todos sus elementos básicos que lo componen y el lugar donde deben ser colocados.

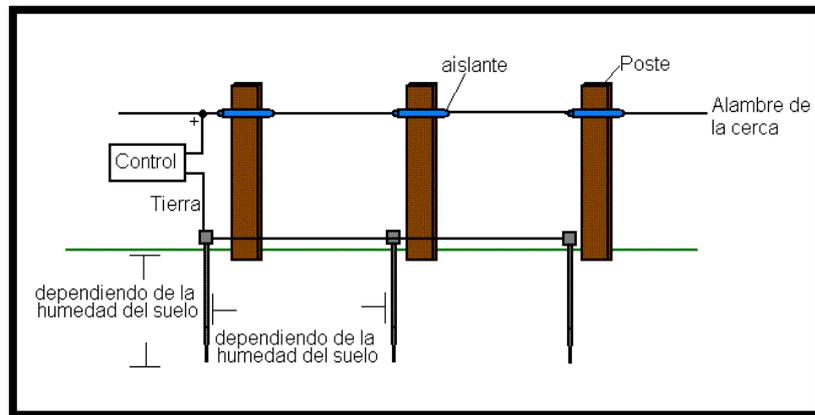


Figura 2-1: Componentes básicos de una cerca eléctrica.

Fuente: (Cuenca , 2018)

1.1.1.1 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. (Romero , y otros, 2009).

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.

1.1.1.2 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 (ICPROC, 1998), por ello debe ser cuidadosamente escogido. Se puede alimentar sea con una fuente de energía de corriente continua o corriente alterna.

Dispone de dos salidas: el cable vivo y la toma de tierra; el cable vivo se observa en la figura 3-1, 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. (Ugarteche Ribera, 2000)

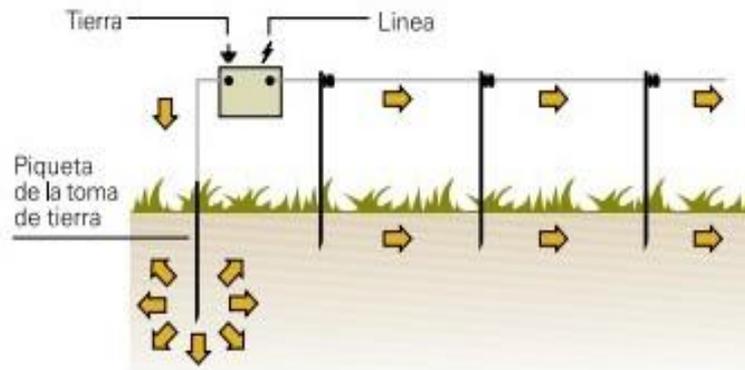


Figura 3-1: Salidas de un impulsor.

Fuente: (Montes, 2016)

Un fierro galvanizado o de cobre es empleado para crear la toma de tierra, debe ser enterrado de 30 cm a 2 m” (Romero , y otros, 2009), 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 (IONAPEL, 2001) y en zonas áridas resulta imposible usar la tierra por si sola como conductor (Ugarteche Ribera, 2000), para ello se complementa con un alambre sin aislar conectada 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 (Ugarteche Ribera, 2000).

Se debe realizar una adecuada toma de tierra ya que podría ser la causa principal para el mal funcionamiento.

1.1.1.3 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 (Romero , y otros, 2009), 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. (Romero , y otros, 2009)

1.1.1.4 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 (Romero , y otros, 2009).

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 (INIA, 2004), es decir que nunca se deben tocar entre sí. Este principio es fundamental para la elección del aislante.

1.1.2 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. (Montes, 2016).

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 4-1 y 5-1 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.

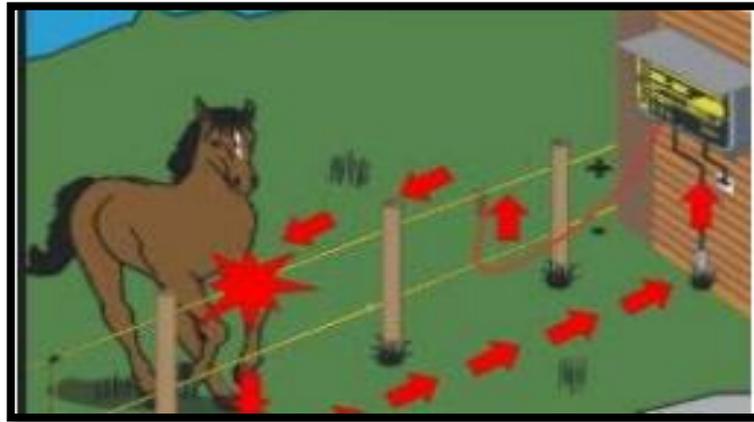


Figura 4-1: Esquema de funcionamiento de una cerca un hilo y tierra

Fuente: (IONAPEL, 2001)

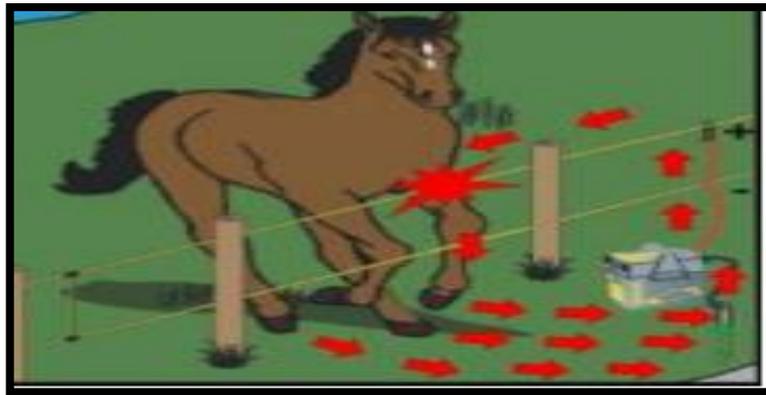


Figura 5-1: Esquema de funcionamiento de una cerca dos hilos

Fuente: (IONAPEL, 2001)

Para cada tipo de especie se requiere una potencia específica, se recomienda una potencia mínima de 6 Joule (TERKO, 2002), un voltaje específico, número de alambres y las distancias en la que deben ser colocadas. Estos datos necesarios se detallan en la Tabla 1-1 y como se muestra en la Figura 6-1

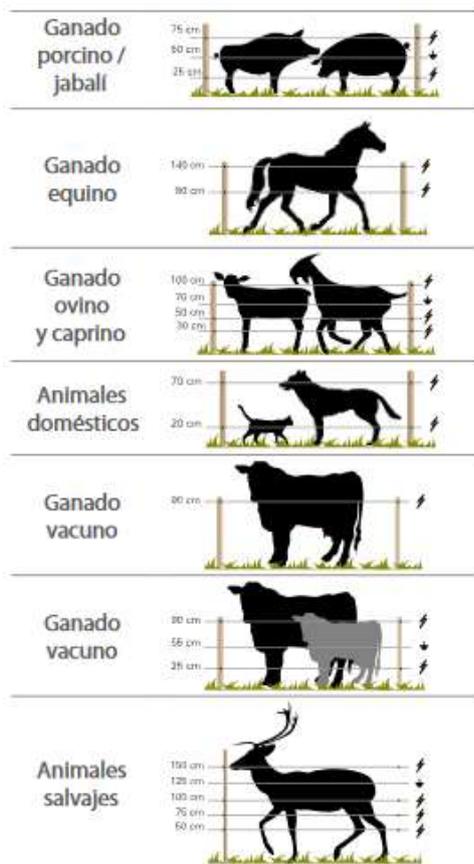


Figura 6-1: Alturas recomendadas para hilos del cerco
Fuente: (IONAPEL, 2001)

En la tabla 1-1 se muestra los datos de la distancia de los alambres a partir del suelo.

Tabla 1-1: Distribución de alambres, alturas y voltajes según animales

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

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: (IONAPEL, 2001)

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

1.1.2.1 Requisitos para cercos eléctricos para animales

Se basa según las normas Norma IEC 60335-2-76 (ANEXO A)

Los cercos eléctricos para animales y su equipo auxiliar deberán instalarse, operarse y mantenerse de manera de minimizar el peligro para la persona, animales o el medio circundante.

Se evitará las construcciones de cercos eléctricos para animales con probabilidad de que produzca que los animales o personas queden atrapados.

No se proveerá un cerco eléctrico para animales que se alimente de dos energizadores separados o de circuitos de cercos independientes del mismo energizador.

Para dos cercos eléctricos de animales separados, cada uno alimentado por un energizador diferente temporizado independiente, la distancia entre los alambres de los dos cercos eléctricos será como mínimo de 2m. Si esta brecha tuviera que cerrarse, esto se efectuará mediante material eléctricamente no conductivo o una barrera metálica aislada.

El alambre de púa o el alambre concertina no deberá ser electrificado por un energizador.

Un cerco no electrificado que incorpore alambre de púa o alambre concéntrica puede utilizarse para soportar uno o más alambres compensados electrificados de un cerco eléctrico de animales. El dispositivo soporte de los alambres electrificados serán construidos de modo tal de asegurar que estos alambres estén posicionados a una distancia mínima de 150 mm respecto al plano vertical de los alambres no electrificados. El alambre de púa y el alambre concertina llevarán conexión a tierra a intervalos regulares.

Respecto de la puesta a tierra, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante del energizador.

Deberá mantenerse una distancia mínima de 10m entre el electrodo de tierra del energizador y las partes conectadas de cualquier otro sistema de tierra. (SEC, 2004)

1.1.3 Tipos de cercas eléctricas

Existen dos tipos de cercas:

1. Cercas fijas
2. Cercas móviles

La figura 7-1, 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.

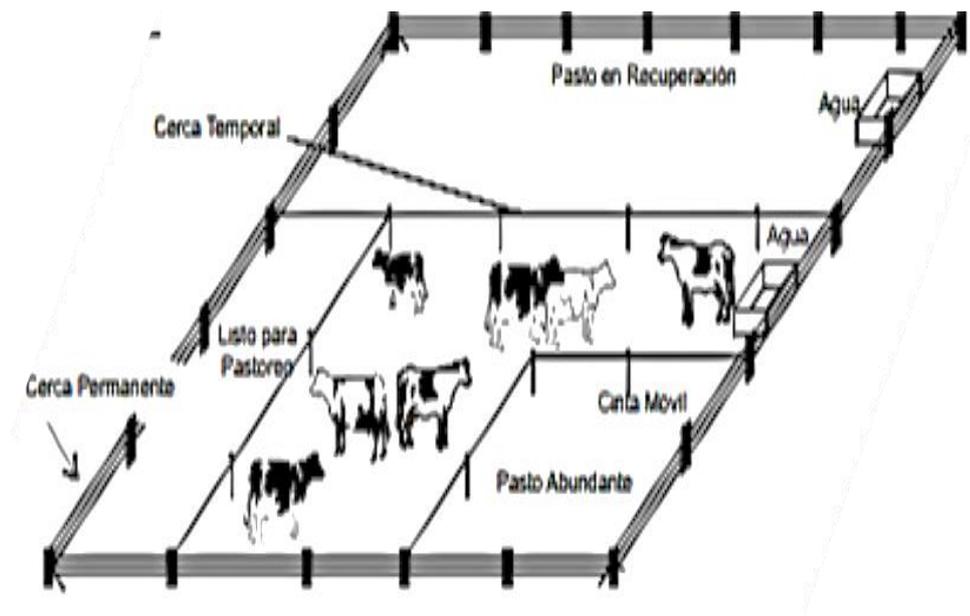


Figura 7-1: Tipos de cercas eléctricas.

Fuente: (CERCAR, 2000)

1.1.1.1. 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.

1.1.1.2. 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 1.1, mientras que el otro alambre tendría una conexión a tierra colocado por debajo del alambre que se encuentra electrificado. (CERCAR, 2000)

En la tabla 2-1 se muestra la diferencia entre cercos eléctricos como fijos y móviles.

Tabla 2-1: Diferencia entre cerca fijas y móviles.

CERCO FIJO	CARACTERISTICAS
	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
CERCO MÓVIL	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

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Fuente: (CERCAR, 2000)

1.1.2. *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. (CERCAR, 2000)

1.2 **Energía fotovoltaica**

La energía solar fotovoltaica se caracteriza por basar su funcionamiento en el uso de paneles fotovoltaicos que captan las radiaciones luminosas del sol y las transforman en una corriente

eléctrica. En ésta existe una conversión directa de la luz solar en electricidad, mediante un dispositivo electrónico denominado “célula fotovoltaica”. (Chuquín, Márquez, 2011)



Figura 8-1: Energía solar fotovoltaica

Fuente: <http://www.cemaer.org/wp-content/uploads/2016/10/energia-solar.jpg>

La cantidad de energía solar aprovechable depende de muchos factores, algunos de ellos pueden ser controlados en el diseño e instalación del sistema (orientación, inclinación, ubicación de paneles, etc.) y otros se escapan de control ya que están en función de la localización geográfica y meteorología de la instalación. (Chuquín, Márquez, 2011)

1.2.1 Paneles Solares

Un módulo o panel es un conjunto de celdas como muestra la figura 9-1 conectadas en serie o paralelo para producir los voltajes y corrientes deseadas. No se requiere de mantenimiento lo único que se debe hacer es limpiar la superficie del mismo, por la acción del clima se puede llenar de polvo (Romero, 2015) esto también dependerá del lugar en el que se haya instalado el sistema.

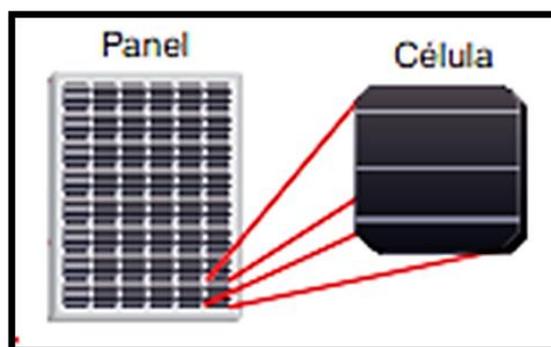


Figura 9-1: Panel solar con su celda.

Fuente: (Martínez , 2008)

En conclusión, son dispositivos eléctricos, donde su componente principal es el silicio (Si), el cual ayuda a convertir la luz del sol en corriente eléctrica directa, debido al efecto fotovoltaico. (Romero, 2015)

1.2.1.1 Principio de funcionamiento

El funcionamiento se basa principalmente en el efecto fotovoltaico o efecto fotoeléctrico, producidas en los materiales semiconductores como el silicio, donde incide la radiación solar produciendo electricidad.

La luz que emite el sol llega al panel en forma de fotones a la superficie constituida por silicio, esta interacción provoca el desprendimiento de los electrones de los átomos de silicio, rompiendo y atravesando la barrera de potencial de la capa semiconductor (POWER SONIC, 2001) como se muestra en la figura 10-1.

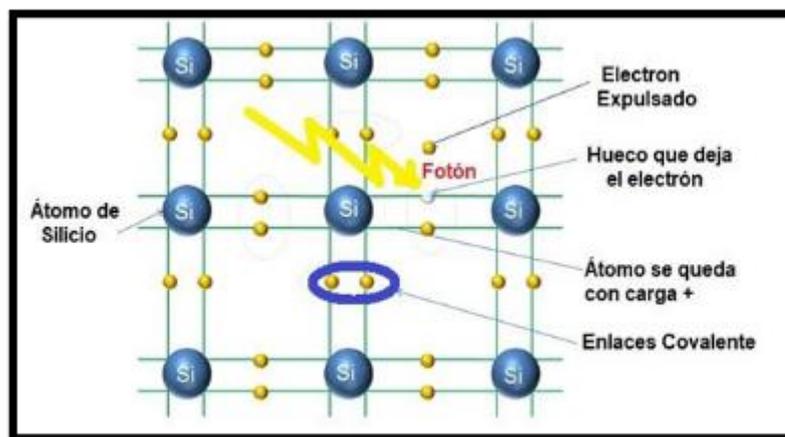


Figura 10-1: Esquema de funcionamiento de una celda de un panel.

Fuente: (Delta Volt SAC, 2010)

1.2.1.2 Partes de un panel solar

Un panel solar está compuesto de un conjunto de celdas por lo general de silicio, pero para su correcto funcionamiento poseen algunas partes o elementos que lo compone.

Como se puede observar en la Figura 11-1, los paneles solares llevan un cristal con un marco de aluminio con el fin de proteger las celdas solares de los agentes atmosféricos. Esta superficie debe

ser anti reflexiva y antiadherente para que no se quede pegada la suciedad y otros agentes contaminantes.

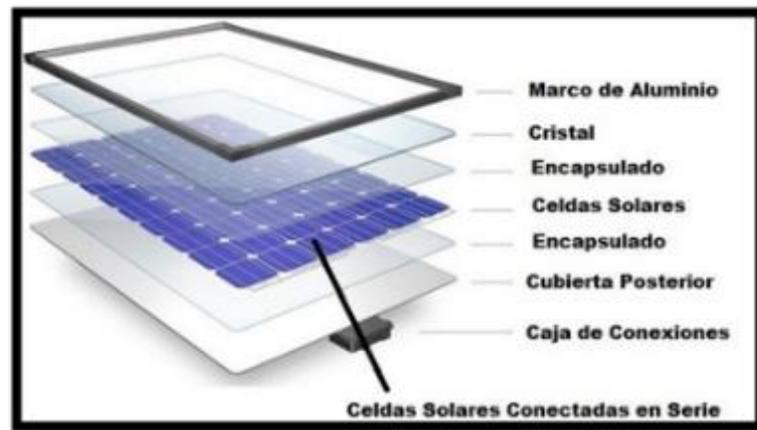


Figura 11-1: Elementos de un panel solar.

Fuente: (Delta Volt SAC, 2010)

1.2.1.3 Tipos de paneles

En la actualidad debido al gran avance tecnológico, se encuentran los siguientes tipos de paneles solares:

- Paneles solares con celdas de Silicio.
- Paneles solares orgánicas (OPV) 37

1.2.1.4 Paneles solares con celdas de silicio

Las celdas fabricadas de silicio son las más comunes. En base a la experiencia se ha comprobado que su vida útil tiende a más de 30 años sin ningún mantenimiento (Delta Volt SAC, 2010). Por ello no es sorprendente que la mayoría de las empresas se atrevan a garantizar un rendimiento de 80% en 25 años.

Estos paneles tienen la capacidad de producir aproximadamente 1,5 watt de energía, 0.5 voltios de CC y 3 amperios bajo condiciones óptimas, estableciendo estas condiciones como un día con luz solar en pleno verano a una radiación de 1000W/m² (POWER SONIC, 2001).

1.2.1.5 Paneles Fotovoltaicos Orgánicos (OPV) 37

Se trata de polímeros orgánicos capaces de reaccionar y liberar electrones en presencia de luz solar. La particularidad de estos paneles es que se pueden ser elaborados por medio de procesos de impresión y de recubrimiento a alta velocidad y escalables, como las pinturas en spray. Por ello facilita su aplicación sobre superficies metálicas, paredes exteriores de un edificio o techo (POWER SONIC, 2001) se lo puede obtener a precios más bajos que los tradicionales de silicio.

Los expertos aseguran que gracias a los avances de la nanotecnología se están mejorando sus propiedades de eficiencia y grosor cabe recalcar que tiene baja dependencia a la temperatura y al ángulo de luz (POWER SONIC, 2001), con lo que se puede conseguir la máxima potencia energética durante el tiempo que se desee.

1.2.1.6 Factores de eficiencia de un panel

- Punto máximo de potencia
- Eficiencia de conversión de energía
- Factor de forma
- Potencia y costos

1.2.1.7 Punto máximo de potencia

Es la máxima potencia que el panel y/o conjunto de paneles puede generar, es decir, cuando el voltaje y la corriente alcanzan sus valores máximos simultáneamente (POWER SONIC, 2001) es decir que el voltaje y la intensidad de corriente tengan sus valores picos máximos. Se calcula con la siguiente ecuación

$$P_{mp} = V_{mp} \times I_{mp} \quad (1)$$

Donde:

Pmp: punto de potencia máxima.

Vmp: Valor máximo de voltaje.

Imp: valor máximo de la intensidad de corriente.

1.2.1.8 Eficiencia de conversión de energía

La eficiencia de un panel es el porcentaje de energía generada con relación a la cantidad de energía recibida del sol. Representada por la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Pmp}{E \times Ac} = \frac{Vmp \times Imp}{Pi} \quad (2)$$

Donde:

n: la eficiencia de la conversión de energía.

Pmp: punto de potencia máxima (W).

E: nivel de radiación solar en la superficie del panel (W/m²).

AC: superficie del nivel fotovoltaico.

Pi: potencia recibida por el panel.

1.2.1.9 Factor de forma

Definido como la eficacia del panel solar con relación al punto máximo de potencia, dividido por el producto entre el voltaje en circuito abierto y la corriente de cortocircuito. Representado por la siguiente ecuación.

$$FF = \frac{P_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} = \frac{n \times A_c \times E}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (3)$$

Donde:

FF: factor de forma.

Pmp: punto máximo de potencia.

Voc: voltaje de un circuito abierto.

Isc: corriente de un cortocircuito.

Para determinar la sostenibilidad autónoma del sistema resulta necesario conocer la incidencia de la radiación solar a nivel mundial, donde en la Figura 12-1 se observa que la zona ecuatorial es la más afectada por este fenómeno que resulta benéfico a la hora de usar este tipo de recurso para la generación de energía eléctrica.

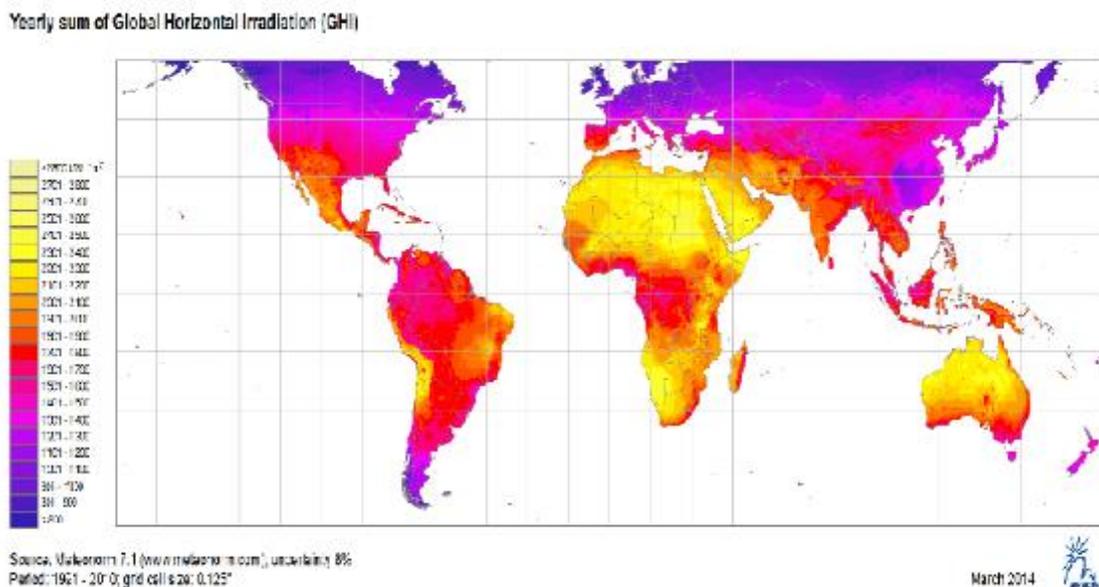


Figura 12-1: Mapa de radiación solar mundial.

Fuente: <http://cosmonova.de/energy/index.php/es/informationen-es#>

La magnitud de radiación solar que llega a la Tierra puede ser medida y su unidad es el W/m². (Pérez, 2018)

Alrededor de 60 Mw/ m^2 se determina que es la radiación que atraviesa la superficie del sol, llegando algo más de $1,3 \text{ Kw/m}^2$ al tope de la atmósfera terrestre; a este valor se le asigna la denominación de energía proveniente del sol que por unidad de tiempo Ics, es recibida en la unidad de área por una superficie perpendicular a la radiación ubicada en el espacio a la distancia media del sol y la tierra. (Pérez, 2018)

Al atravesar la atmósfera terrestre la radiación solar es parcialmente atenuada y redistribuida y alcanza la superficie del planeta con valores máximos que rara vez están sobre el 1 kW/ m^2 en días despejados. (Chuquín, Márquez, 2011)

Se han determinado tres tipos de radiaciones:

Radiación directa. Aquella que llega en forma directa del foco solar, sin elementos intermedios que provoquen reflexiones o refracciones intermedias, esta puede reflejarse y concentrarse para generar utilidad.

Radiación difusa. Es la emitida por la bóveda celeste diurna provocada por los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar que se dan en la atmósfera, en las nubes, y el resto de elementos atmosféricos y terrestres, esta radiación no permite concentrar la luz difusa que proviene de todas direcciones.

Radiación reflejada: Es la radiación reflejada generada por el suelo u objetos que se encuentre cerca.

El valor de Kwh que se puedan generar de acuerdo a la radiación solar sobre 1 m^2 se la conoce como irradiación, que no está distribuida en forma uniforme sobre la superficie terrestre es por eso que en unos lugares se concentra mas energía solar que en otras. (Pérez, 2018).



Figura 13-1: Radiación Solar - Ecuador.

Fuente: <http://cosmonova.de/energy/index.php/es/informationen-es#>

En Ecuador las zona del sur de la provincia de Loja, el noreste de la provincia del Azuay, las zonas de altiplano al sur de Riobamba y las circundantes al nevado Chimborazo, el callejón interandino central y norte desde Ambato hasta el valle del Chota, la zona costera de la provincia de Esmeraldas, gran parte del Oriente ecuatoriano, en especial la zona ubicada entre Lago Agrio y la Joya de los Sachas, entre otros son las más óptimas para aprovechar la energía solar con la colocación de paneles fotovoltaicos, la captación de radiación solar es directa, tal como se puede observar en los mapas de la Figura 13-1. (Chuquín, Márquez, 2011)

En la tabla 3-1 se muestra los valores de irradiación de los diferentes meses

Dónde:

Ed: Producción media diaria de energía eléctrica del sistema (kWh)

Em: Producción media mensual de energía eléctrica del sistema (kWh)

Hd: suma diario promedio de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema (kWh / m²)

Hm: suma promedio de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema (kWh / m²)

Tabla 3-1: valores de irradiación de los diferentes meses

MES	ED	EM	HD	HM
ENERO	3.45	107	4.35	135
FEBRERO	4.11	115	5.25	147
MARZO	4.70	146	6.21	193
ABRIL	4.53	136	6.05	181
MAYO	4.76	148	6.49	201
JUNIO	5.11	153	7.14	214
JULIO	5.26	163	7.49	232
AGOSTO	5.18	160	7.34	228
SEPTIEMBRE	4.69	141	6.46	194
OCTUBRE	4.39	136	5.88	182
NOVIEMBRE	3.63	109	4.66	140
DICIEMBRE	3.38	105	4.27	133
TOTAL	4.43	135	5.97	182

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: (Chuquín, Márquez, 2011)

1.3 Raspberry

Una Raspberry es un computador de placa reducida, conocida también como Computadora de placa simple (SBC) de bajo costo. Desarrollado por la fundación de Reino Unido Raspberry Pi, ver Figura 14-1, de ahí su nombre, su desarrollo surgió en 2006 por parte de Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang and Alan Mycroft del laboratorio de informática de la Universidad de Cambridge. (Raspberry Pi, 2018)



Figura 14-1: Logo de Raspberry pi con su ejemplar modelo B

Fuente: (Raspberry Pi, 2018)

La placa Raspberry Pi es considerada como una maravilla en miniatura (Raspberry Pi, 2018), ya que en su interior posee un gran poder de computo a diferencia de su tamaño reducido y dispone la capacidad de realizar cosas extraordinarias. Su reducido tamaño la convierte en ideal para llevar (Raspberry. Una inversión en el futuro, 2012), es por ello se puede trasportar de un lugar a otro sin ninguna barrera.

1.3.1 Hardware de la raspberry

Con el avance de la tecnología, hoy en día los componentes básicos de una placa de Raspberry son los siguientes elementos que además se observan en la Figura 15-1.

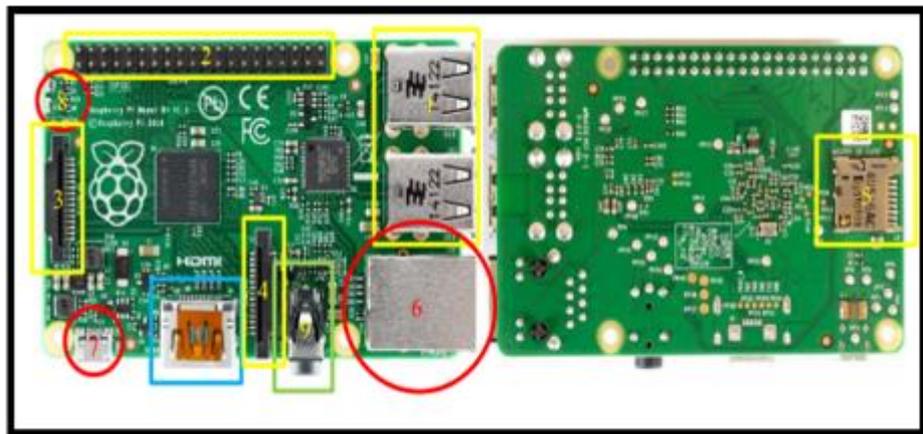


Figura 15-1: Elementos de una Raspberry Pi, Modelo B+.

Fuente: (Gonzalez Domínguez , 2015)

En la tabla 4-1 se muestra los elementos de la tarjeta raspberry Pi

Tabla 4-1: distribución de los elementos de la raspberry Pi, modelo B+

No.	Características
1	Salidas de puertos
2	Pines GPIO (General Purpose Input/Output).
3	Conector SDI (Display Serial Interface) display module, para la conexión de pantallas.
4	Conector CSI Camera Module, para la conexión de cámaras.
5	Ranura de tarjeta micro SD
6	Puerto Ethernet (RJ45), para conectar directamente un PC
7	Alimentación micro USB
8	Leds indicadores
9	Salida de audio
10	Salida HDMI, para la conexión de audio y video.

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: (Gonzalez Domínguez , 2015)

1.3.2 Software de la raspberry

Según el sistema operativo nos dota de cierta funcionalidad a entradas y salidas básicas (Camarero, y otros, 2017), las mismas que se pueden leer en forma de carácter, mostrarse en cadena, entre otros. Por eso es indispensable la elección adecuada del sistema operativo, va a depender del uso y objetivos que busquemos (Montòn Cartero, 2014) básicamente en la aplicación que se va a desarrollar.

La Raspberry Pi está diseñada para ejecutar el sistema operativo GNU/Linux” (Raspberry Shop, 2017) y sobre todo la Fundación Raspberry ha elegido Linux como sistema operativo (Raspberry. Una inversión en el futuro, 2012) por ser de la gama open source y se han desarrollado varias versiones compatibles con la Raspberry Pi, entre ellos:

En la tabla 5-1 se muestra los tipos de software para la programación de la raspberry pi

Tabla 5-1: tipos de software compatibles con la raspberry pi

No.	Características
1	Raspbian OS
2	RISC OS.
3	Arch Linux.
4	Pidora.
5	OpenELEC

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: (Raspberry Shop, 2017)

1.3.3 Modelos de Raspberry Pi

En la actualidad existen 7 modelos, una mejores que otras, los mismos que se detallan a continuación:

En la tabla 7-1 se muestra los diferentes modelos de la Raspberry Pi

Tabla 6-1 Modelos de la raspberry pi

No.	Características
1	Modelo A
2	Modelo B
3	Modelo A+
4	Modelo B+
5	Pi 2 modelo B
6	Pi Zero
7	Pi 3 modelo B

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: (Raspberry Shop, 2017)

La organización recientemente dio a conocer un octavo modelo de placa, pensada especialmente en el uso empresarial e industrial. se asemeja muchísimo a una memoria RAM de portátil (Raspberry Shop, 2017).

Para identificar el tipo de placa hay que fijarse en el número de puertos USB que posee; tal y como se muestra en la tabla 7-1:

Tabla 7-1 Modelo con su número de puertos USB.

Modelo	Número de puertos
Modelo A	1
Modelo B	2
Pi	4

Realizada por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: (Raspberry Shop, 2017)

La selección de la placa Raspberry será de acuerdo a las necesidades del proyecto que se plantee (Camarero, y otros, 2017).

1.4 Arduino

Es una plataforma de hardware libre por su código, formada básicamente por una placa de entradas y salidas (Paz, y otros, 2010) simples con un lenguaje de programación Processing /Wiring (Paz, y otros, 2010) y un gestor de arranque. Utilizado generalmente en el desarrollo de objetos interactivos autónomos o a su vez conectado a un software del ordenador.

Las placa de Arduino se basan generalmente de microcontroladores de Atmega328, Atmega168 o en el Atomega8” (Paz, y otros, 2010), con chips sencillos y costos bajos con el fin del desarrollo de múltiples diseños.

La figura 16-1 muestra el sistema embebido Arduino físicamente en conjunto con el logo representativo de la empresa oficial que lo elabora, sin embargo, cabe recalcar que hay tarjetas no oficiales elaboradas por varias empresas.



Figura 16-1: Tarjeta y logo de Arduino.
Fuente: (Grupo HALLEY, 2014)

1.4.1 Hardware del Arduino

La placa de Arduino como se observa en la figura 17-1 consta de entradas y/o salidas que funcionan a 5 voltios (Fernández Cueto, 2016). Cada pin puede proporcionar un “máximo de 40 mA (Grupo HALLEY, 2014). Por esto la intensidad máxima de entrada debe ser de 40 mA.

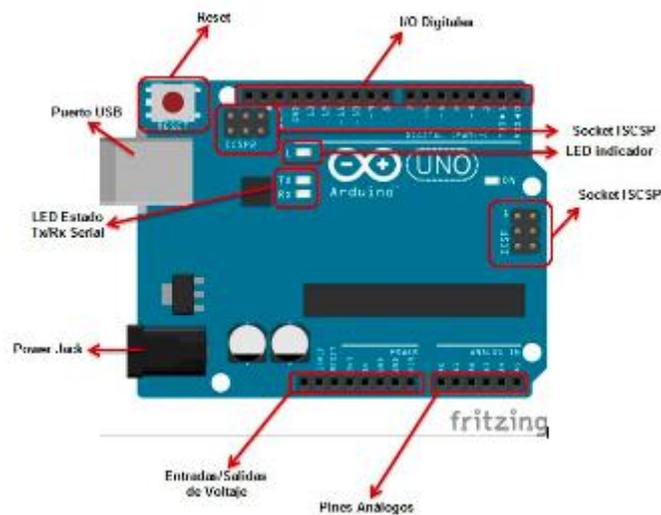


Figura 17-1: Componentes de un Arduino uno.
Fuente: (Fernández Cueto, 2016)

La parte física de esta placa está constituida por los siguientes elementos. Como se puede apreciar en la figura 15.1 Ciertos elementos pueden variar de un tipo de Arduino a otro, pero los elementos más importantes son los que se detallan a continuación.

1.4.1.1 Conector de alimentación

Utilizado para alimentar el Arduino, siempre y cuando no está conectada a un puerto un USB, ya que este también “puede servir como una fuente de alimentación” (Paz, y otros, 2010). La placa acepta tensiones entre 7 y 12 voltios (v).

1.4.1.2 Puerto USB

Este elemento es usado para alimentar y cargar los programas al Arduino, también para la comunicación con el programa mediante la instrucción serial.

1.4.1.3 Botón Reset

Es una puesta a cero del microcontrolador AT mega. Cumple con su única función de reiniciar el programa que está cargado el Arduino en el micro controlador. “una vez pulsado, enviar las señal LOW al pin RESET de la placa para parar y arrancar el microcontrolador” (Torrente , 2013)

1.4.1.4 Leds Tx y Rx

Estos elementos son como su nombre lo indica diodos LEDs, el mismo que “indica la comunicación entre el Arduino y el ordenador” (Pomares Baeza, 2009). Parpadean de una manera rápida en el instante de que se carga el programa de igual manera la comunicación en serie.

1.4.1.5 Pines digitales

Es en el lugar donde se conectan los cables del circuito utilizado. Son los únicos que pueden procesar “voltaje entre 0 y 5 voltios” (Fernández Cueto, 2016). Son llamados digitales ya que estos voltajes son el fundamento de la electrónica digital.

1.4.1.6 Pines GND y 5 V

GND es una abreviatura la palabra en inglés “Ground” que significa tierra, utilizados para conectar el circuito a la tierra.

En cambio “el pin de 5 V son los que suministran 5 voltios de energía” (Fernández Cueto, 2016), si en el caso el pin es de 3 V entonces suministrara una energía eléctrica de 3 voltios. Además, sirve para los circuitos externos de la placa.

1.4.1.7 Entradas analógicas

Estos elementos son como su nombre lo indica analógicas. Ellos son los encargados de “leer la señal de un sensor y lo convierte a un valor digital” (Fernández Cueto, 2016). Se los utiliza con la instrucción análogo read (leer).

1.4.1.8 Pin 13 LED

Este elemento de la placa actúa como un dispositivo de salida incorporado al Arduino. Se lo utiliza al momento de que se ejecute su primer programa además es muy útil para la depuración.

1.4.1.9 Microcontrolador

Este componente es un circuito integrado programable, aquel que “ejecuta las ordenes grabadas en su memoria” (Fernández Cueto, 2016) por esta función de este elemento dentro de la tarjeta es muy importante. Por ello es considerado como “el corazón de la placa de Arduino” (Fernández Cueto, 2016).

1.4.1.10 Led de encendido

Este elemento es aquel que indica que “la placa de Arduino está alimentándose” (Fernández Cueto, 2016), es decir que la intensidad de corriente pasa a la placa. Por eso se prende cada vez que el Arduino se conecte a una fuente de voltaje, si no se enciende existe una gran probabilidad de que existe un error en el sistema.

1.4.2 Software del Arduino

Para poder utilizar el Arduino es necesario instalar el Software Arduino. Por ello se debe instalar el software Arduino en un ordenador que ejecute cualquiera de los siguientes Sistemas Operativos: Windows, Mac OS X, GNU/Linux o cualquier sistema compatible con la placa.

1.4.2.1 Tipos de Arduinos

En el mercado hay un sinnúmero de Arduinos, por lo que se detalla la siguiente gama existentes. En la tabla 7-1 se muestra los diferentes tipos de arduinos

Tabla 8-1: Tipos de Arduinos

No.	característica
1	Arduino UNO
2	Arduino DUE
3	Arduino Leonardo
4	Arduino Mega 2560
5	Arduino Mini
6	Arduino Nano
7	Arduino YUN
8	Arduino FIO

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: (Grupo HALLEY, 2014)

1.5 Tecnología ZigBee

La tecnología barata para comunicación inalámbrica, es una tecnología de comunicación inalámbrica que presume de sencillez y de un ahorro notable en los costes de producción. (Gutiérrez, 2015)

ZigBee es una nueva tecnología de inalámbrica de corto alcance y bajo consumo originaria de la antigua alianza Home RF y que se definió como una solución inalámbrica de baja capacidad para aplicaciones en el hogar como la seguridad y la automatización. (Javier Martín Moreno, 2007)

Se denomina ZigBee a un estándar que define un conjunto de protocolos que sirven para armar redes inalámbricas de corta distancia y baja velocidad de datos. Es capaz de entregar hasta 250 Kbps en datos y operar en las bandas de 868 MHz, 915 MHz y 2.4 GHz. Esta organización fue fundada en el año 2002 sin ningún fin de lucro, el estándar que desarrollaron tiene a varias

compañías aliadas, desde fabricantes de semiconductores y desarrolladores de software a Fabricantes de Equipos Originales con sus siglas en ingles OMS, e instaladores. Desarrolla un protocolo que adopta para sus dos primeras capas física (PHY) y la subcapa (MAC); el estándar IEEE 802.15.4 que se encarga de definir el nivel físico y el control de acceso al medio. “Las capas superiores son definidas por la Alianza ZigBee y corresponden a las capas de red y de aplicación las cuales contienen los perfiles del uso, ajustes de seguridad y la mensajería”. (Marla Glen M., 2012), como se muestra en la figura 18-1.

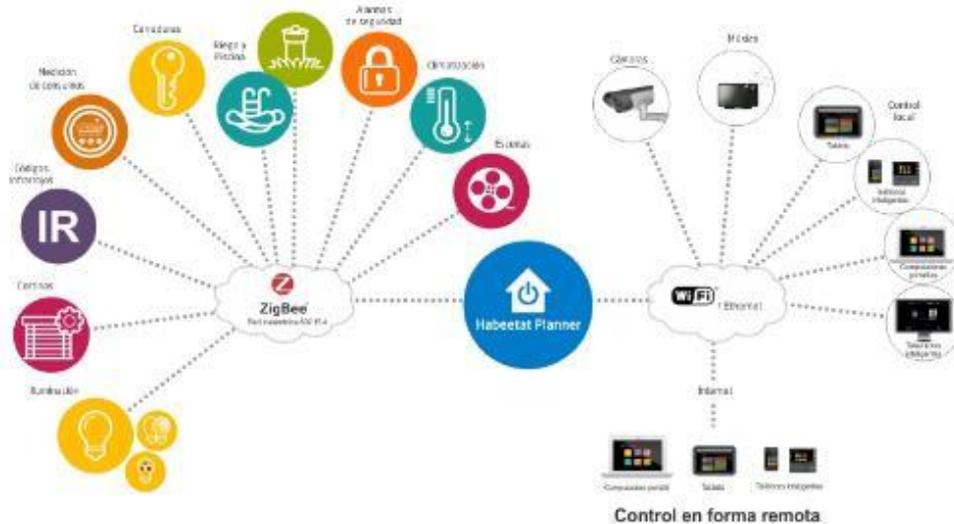


Figura 18-1: Topologías para WSN

Fuente: <https://elandroidelibre.espanol.com/wp-content/uploads/2015/08/arquitectura-sistema-es.jpg>

1.5.1 Características Generales de la Tecnología ZigBee

ZigBee, también conocido como "Homero Lite", es una tecnología inalámbrica con velocidades comprendidas entre 20 kB/s y 250 kB/s; los rangos de alcance son de 10 m a 75 m. Puede usar las bandas libres ISM (6) de 2,4 GHz (Mundial), 868 MHz (Europa) y 915 MHz (EEUU). Una red ZigBee puede estar formada por hasta 255 nodos los cuales tienen la mayor parte del tiempo el transcribir ZigBee dormido con objeto de consumir menos que otras tecnologías inalámbricas. Un sensor equipado con un transcribir ZigBee pueda ser alimentado con dos pilas AA durante al menos 6 meses y hasta 2 años. Así también la fabricación de un transmisor ZigBee consta de menos circuitos analógicos de los que se necesitan habitualmente. Diferentes tipos de topologías como estrella, punto a punto, malla, árbol. (MORENO, 2007)

2. CAPITULO II

3. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

El tema planteado se lo realizo con el fin de elaborar un sistema autónomo de cercado eléctrico para ganadería con recursos tecnológicos que lo hagan diferente a los que habitualmente se los tiene en el mercado.

2.1 Hardware - Conexiones del circuito

2.1.1 Diagramación de conexiones eléctricas y electrónicas

Cabe recalcar que la selección del equipamiento se la hizo considerando elementos de la gama open source para evitar cargos de marcas o licencias y hacer el sistema accesible al bolsillo del pequeño y mediano ganadero.

Posterior a la selección del equipamiento se procede a plantear la integración de cada uno de ellos para generar el sistema deseado, por lo que se procede con el planteamiento de conexiones eléctricas y electrónicas.

El sistema se resume en el siguiente diagrama de bloques que dará una vista general para interpretación de las conexiones, figura 1-2.

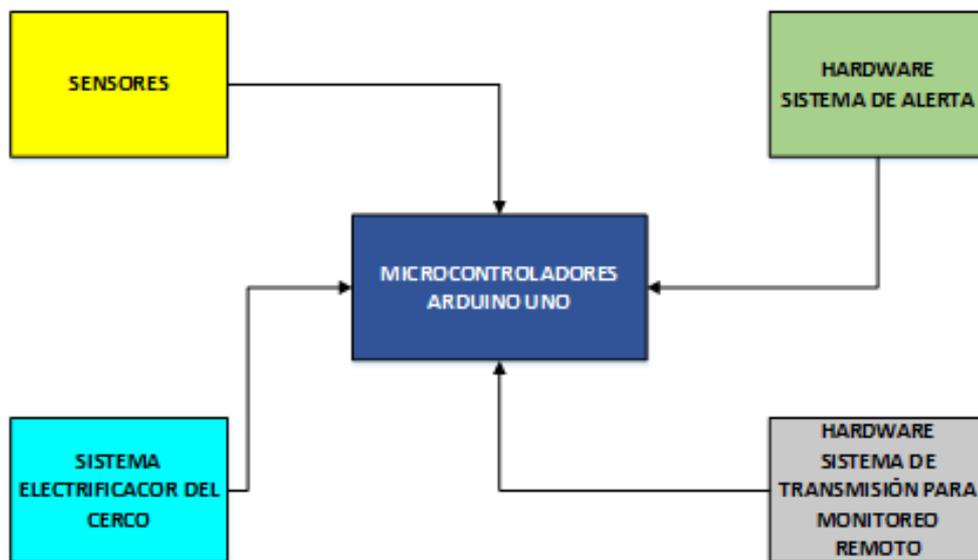


Figura 1-2: Diagrama de integración del equipamiento.

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

El diagrama de bloques indica que el sistema de control del cerco eléctrico estará gobernado por los microcontroladores, el porque de los dos microcontroladores, pues como requerimientos están la integración de la SIM900 para el sistema de alerta y el módulo Xbee para la emisión de información al punto de monitoreo remoto, ambos dispositivos manejan comunicación serial a diferente velocidad de transmisión por lo que al utilizar uno solo se crearía una colisión de información.

La figura 2-2 representa la conexión de todos los elementos locales que serán ubicados junto al cerco para ejecutar el control, monitoreo y el sistema de alerta. Se empleó Proteus V8.4 para el montaje del circuito.

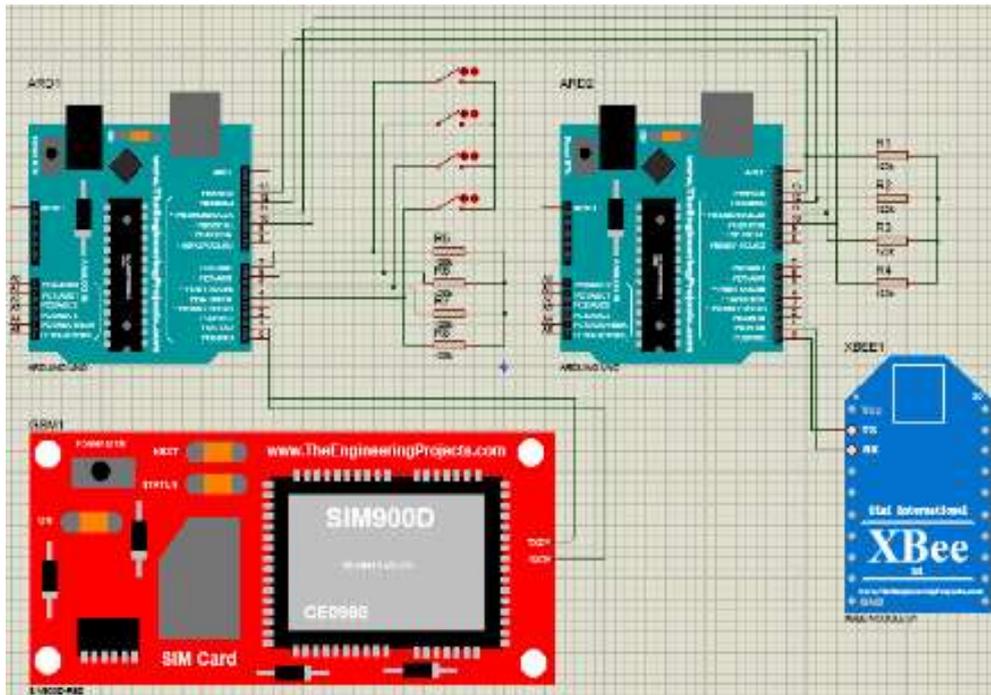


Figura 2-2: Conexión general del sistema

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

En la Figura 3-2 se señala las conexiones entre los arduinos donde se observa que los pines 10, 11, 12, 13 de los dos arduinos se conectan, se lo realiza con el fin de que el arduino A tenga configuradas sus entradas como salidas y sus estados de HIGH o LOW se transmitan al arduino B, estos pines estarán relacionados con los estados de los sensores dentro de la programación.

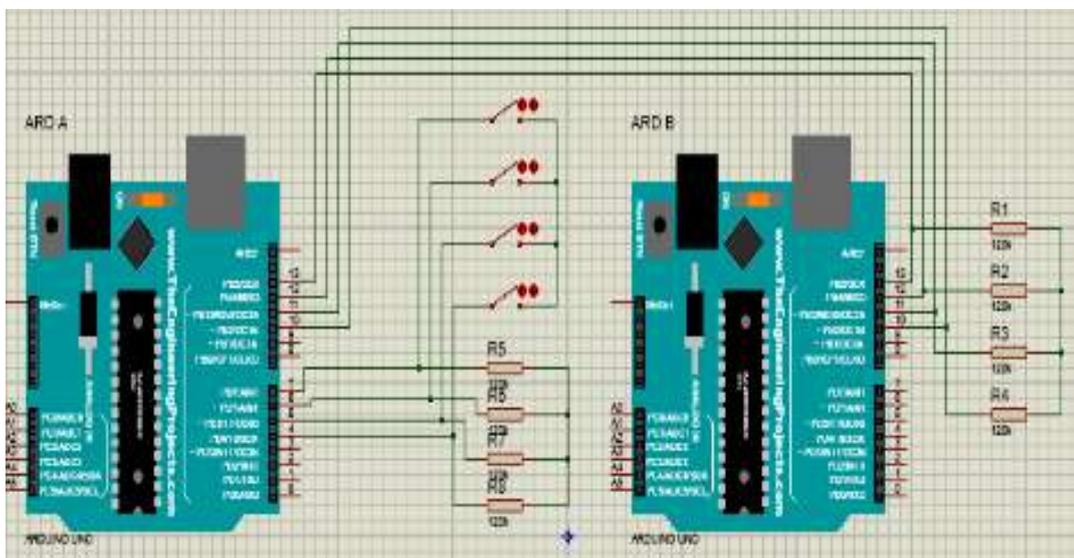


Figura 3-2: Conexión entre Arduinos

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

El Arduino A se conjuga con la SIM900A, figura 4-2 y realiza la lectura del estado de los sensores que como se indicó en la selección dan una señal discreta que será considerada y tratada en la programación del microcontrolador.

La comunicación de las tarjetas se la realiza a través de los pines RX y TX del Arduino ejecutando comunicación tipo UART por comando AT.

El pin digital D2 conectado hacia la SIM900A se lo utiliza para dentro de la programación del microcontrolador activar y desactivar el mencionado Shield.

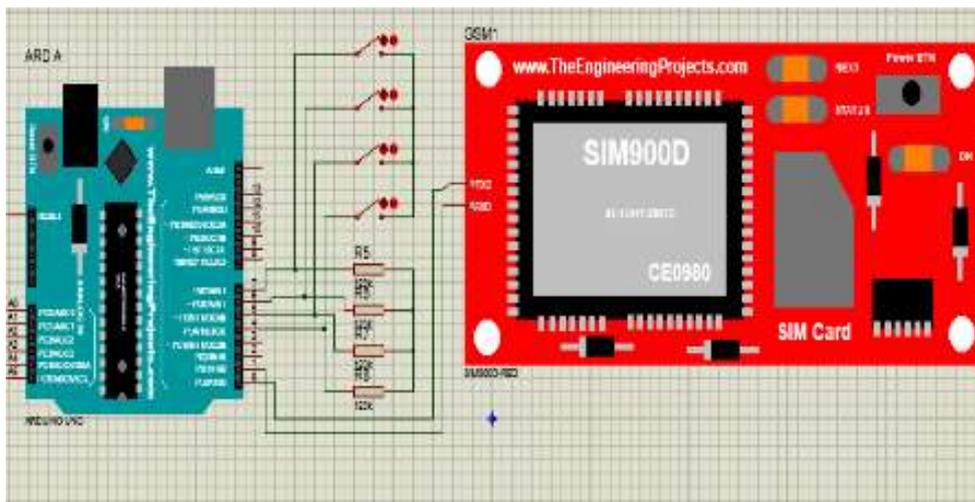


Figura 4-2: Diagrama electrónico sistema Sensores – SIM900A GSM/GPRS

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Conexión del microcontrolador arduino y la tarjeta modulo xbee por los pines Tx y Rx como se muestra en la figura 5-2.

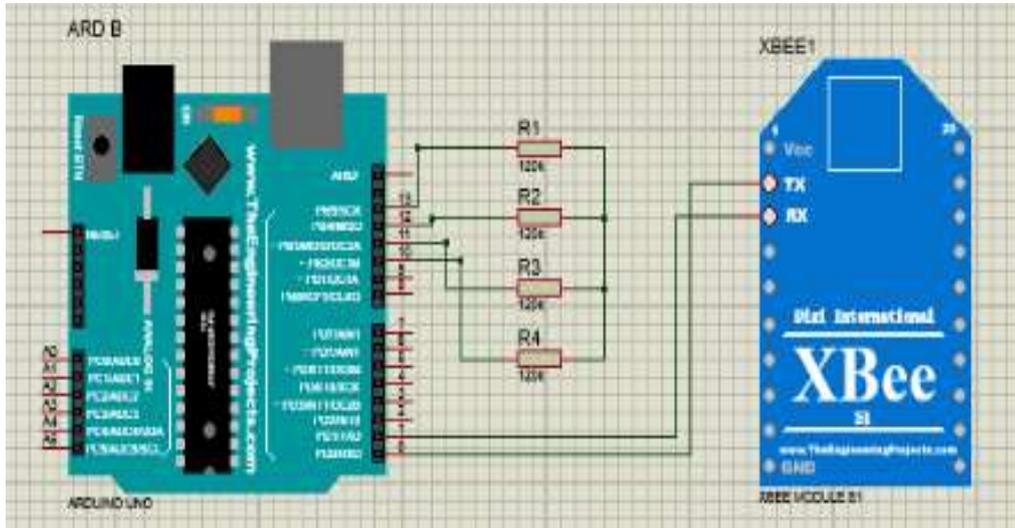


Figura 5-2: Diagrama electrónico Arduino B – Xbee

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

La conexión entre Arduinos puede dar lugar a considerar una comunicación de maestro – esclavo donde el Arduino B recibe lo que le envía el Arduino A para en base al análisis de esa información cargarla en el módulo Xbee para ser transmitida en forma inalámbrica hacia el receptor en el punto remoto de monitoreo.

Adicional a lo expuesto en los diagramas electrónicos el Arduino A emite una señal de pulso para el control de los pulsos del electrificador.

2.2 Hardware – Selección para la implementación del prototipo

2.2.1 Hardware del sistema de cercado eléctrico

Anteriormente se expusieron los criterios de funcionamiento que se esperan dentro del sistema a implementarse para lo que posterior a aquello se determina el equipamiento necesario y se plantea el diseño del sistema, considerando como factor esencial el hecho de generar un sistema de bajo coste, para ser aplicado por pequeños y medianos ganaderos.

2.2.1.1 Hardware sistema electrificador

En el marco conceptual se revisó que para la implementación de una cerca eléctrica se requiere de un elemento impulsor de alto voltaje y el respectivo cerco con sus accesorios para conducción del mismo sobre el área definida, a continuación, se realiza la selección de cada elemento que hará posible el funcionamiento esperado del sistema.

Selección del generador de alto voltaje

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.

La bobina de un auto es un dispositivo de inducción electrónica que forma parte del sistema de encendido de un motor de combustión interna que tiene como objetivo el elevar el voltaje normal que sería 6, 12, y 24 voltios de corriente continua que dependerá el tipo de auto, a un valor 1000 veces mayor con el propósito de producir la chispa en la bujía, la cual con la mezcla de aire y combustible en la cámara de combustión permite la explosión que genera que el motor del auto encienda. (Read, Reid, 2013)

La bobina de la figura 6-2 básicamente se puede relacionar como una máquina eléctrica estática, como un transformador que cuenta con 2 arrollamientos o bobinados, uno primario y otro secundario, con una relación de transformación de 1 a 1000 y con secciones inversas con respecto a sus longitudes más un núcleo ferromagnético. El primario posee dos puntos de conexión de tal manera que una alimenta la parte positiva desde el contacto que está en el encendido del motor, y el otro es del negativo al positivo de interrupción cíclica. El secundario es con conexión a masa y otra de salida de alta tensión. (Read, Reid, 2013)



Figura 6-2: Bobina de arranque de un vehículo

Fuente: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61dGrO4WjnL._SL1500_.jpg

Una vez revisado el principio de funcionamiento de la bobina del encendido de un auto, se establece que es útil para el desarrollo del sistema de cercado eléctrico planteado en este caso se reciclo una bobina de un taller automotriz.

Selección del elemento generador de tiempo de pulsos

Como se expuso en el literal 1.1.2 el cerco eléctrico requiere dar pulsos de alto voltaje en tiempos en el orden de los milisegundos y una frecuencia de 1Hz, en este punto se evalúa el uso de un sistema embebido de la gama open source, el Arduino UNO que consiste en una pequeña, pero completa placa que alberga un microcontrolador ATmega328, como se muestra en la figura 7-2.



Figura 7-2: Arduino UNO

Fuente: https://ik.imagekit.io/bfrs/tr:w-500,h-500,pr-true,cm-pad_resize,bg-FFFFFF/image_himeshreddivari/data/Arduino-Uno-2-500x500.jpg

Este tipo de Arduino puede funcionar con alimentación proporcionada desde un puerto USB, o se le puede asignar una alimentación externa.

continuación, se exponen las principales características del Arduino UNO extraídas de su datasheet que se encuentra en el ANEXO A.

Tabla 1.2: Características placa Arduino UNO

Característica	Descripción
Microcontrolador:	ATmega328
Voltaje Operativo	5V
Voltaje de Entrada	7-12V
Voltaje de Entrada (límites)	6-20V
Pines digitales de Entrada/Salida:	14 (6 proveen salida PWM)
Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida	40 mA
Corriente DC entregada en el Pin	3.3V: 50 mA
Pines entradas análogas	6
Memoria Flash	32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB es usado por Bootloader.
Memoria SRAM	2KB
Memoria EEPROM	1KB
Velocidad de Reloj	16 MHz

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: (Sabika, 2010)

Pines digitales de Entrada/Salida: 14 (6 proveen salida PWM) se destaca la selección de éste sistema embebido por la facilidad que proporcionan sus pines digitales, que es el generar señales

de PWM, recurso a emplearse para el control de pulsos para habilitar el sistema eléctrico de alto voltaje.

Integración Sistema eléctrico & electrónico

Establecidos los recursos para la generación de alto voltaje y el control de pulsos por lapsos de tiempo se dispone el integrarlos con el fin de construir un energizador para el cercado planteado.

El Arduino facilita en su pin digital configurado como salida un nivel lógico de HIGH y LOW respectivamente de si está activo o no, éste se encuentra en el rango de 5VCD con capacidad de proporcionar no más de 40mA, lo que resulta un problema al momento de acoplar directamente la bobina al Arduino, siendo que la bobina es de 12VCD y se desea que desarrolle al 100% de su funcionamiento se plantea una adecuación electrónica basada en transistores.

Para la interacción del Arduino con la bobina se diseña un interfaz de potencia controlada por dos transistores conectados en configuración Darlington empleada para amplificación de la corriente, donde la base de T2 está polarizada mediante la señal del emisor de T1, siendo que cuando T2 alcance la saturación actuará como un switch cerrado que permitirá el flujo de energía hacia la bobina, para que esta ejecute la amplificación del voltaje.

En el circuito de la Figura 8-2 se puede observar adicionalmente que se ha considerado el diseño con dos fuentes de alimentación, una para el Arduino (5VCD) y otra para la bobina, (12VCD) donde para la interacción de los dos elementos se juntan las tierras, sin embargo, hay que considerar que la placa electrónica puede disponer una sola fuente de 12VCD, como en el caso de aplicación, ya que el Arduino posee un regulador de voltaje.

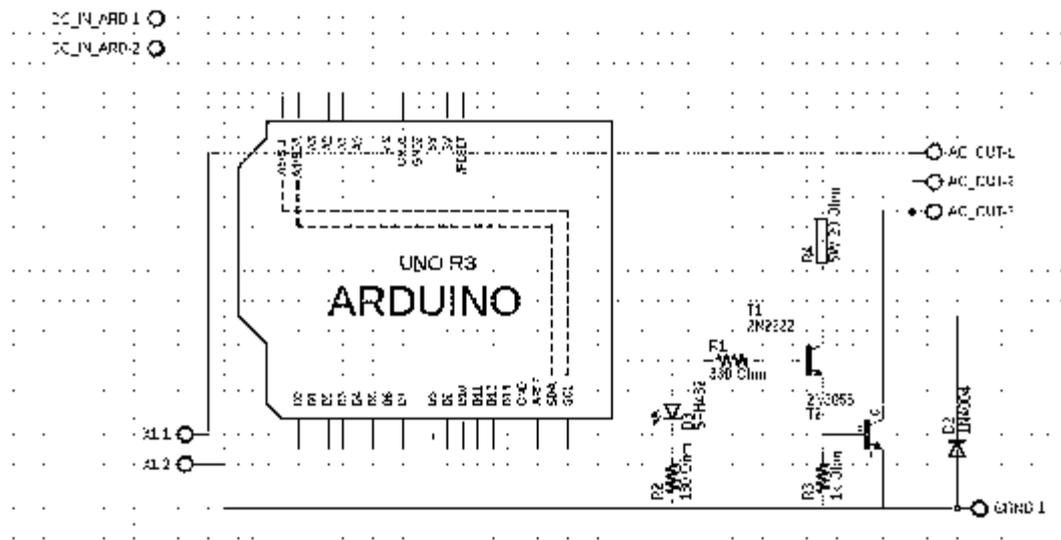


Figura 8-2: Interfaz de potencia
 Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Para montaje de los elementos electrónicos se realiza el diseño de un PCB empleando el software de acceso libre Eagle obteniendo el diseño presentado en la Figura 9-2.

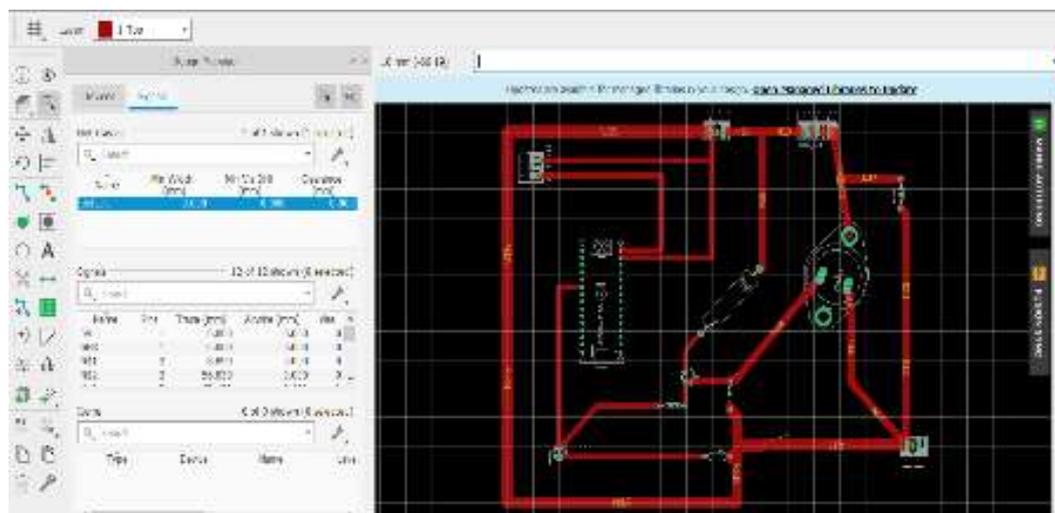


Figura 9-2: Diseño PCB
 Realizado por: Wellington Velasco, 2018

2.3.1.2 Equipamiento del Cercado

Para la construcción del cercado eléctrico se requieren de ciertos elementos fundamentales tales como son las estacas, aisladores, alambre y una barra coperwell. Para la construcción del cerco experimental se ha seleccionado aplicar un tipo de cercado móvil y a continuación se presenta los elementos seleccionados y bajo qué criterios se los eligió como ideales para la aplicación.

Estacas

Al tratarse de un área experimental de 4 metros cuadrados se considera plantear un tipo de cerca eléctrica móvil por lo que en el mercado se encuentran las recomendadas estacas pigtail o colas de cerdo por su fácil transporte e instalación en campo como en la figura 10-2.



Figura 10-2: Estacas cola de cerdo (pigtail).

Fuente: <https://sc01.alicdn.com/kf/HTB1OZK1vXkoBKNjSZFEq6zrEVXa5/pig-tail-post-electric-pigtail-fence-post.jpg>

Como se planteó la experimentación se da para ganado bobino por lo que según la revisión bibliográfica realizada en el capítulo uno determina que la altura recomendada para el cerco es de 90cm para este tipo de animales, siendo así que las estacas serían adquiridas en esa dimensión.

Se plantea el uso de 8 estacas pigtail distribuidas a un metro de separación como se muestra en la Figura 11-2 con el fin de poder mantener tensado el alambre conductor y dar mayor robustez al cerco.

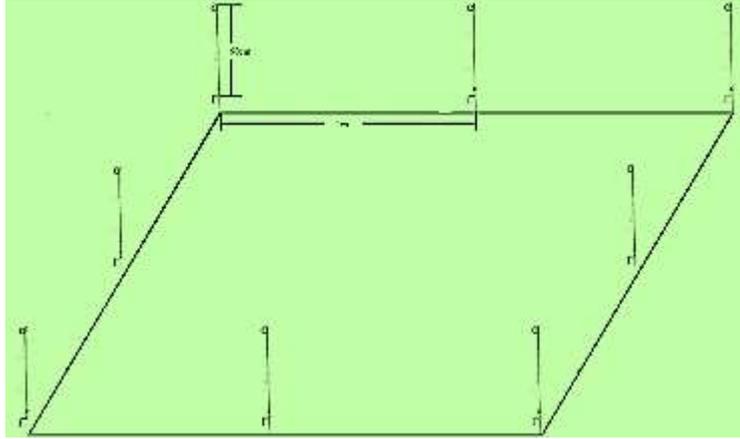


Figura 11-2: Distribución de estacas

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Aisladores

Al tratarse de la implementación de un cerco móvil de un solo hilo se plantea el uso de un solo mango aislante que cumpla con las características de:

- Enganche aislado rápido
- Diseño ergonómico, de fácil enganche y extracción.
- Inyectado en polietileno con inhibidor UV.

La función del mango aislante será la de cerrar el circuito del polo vivo del cerco.

La figura 12-2 muestra el gancho seleccionado para el cierre del cerco a implementarse.



Figura 12-2: Mango aislante.

Fuente: <http://agroas.com.uy/wp-content/uploads/2015/06/sma572.jpg>

Alambre

Mediante la revisión de catálogos se encuentra al hilo polieléctrico como ideal para la aplicación, como se muestra en la figura 13-2, describe las siguientes características:

- Ideal para cercas eléctricas móviles.
- Con seis hebras de alambre de acero inoxidable que le dan resistencia y conductibilidad.
- Ultra blanco para la alta visibilidad y un mejor control.
- 14 monofilamentos estabilizados con UV, para una vida más larga.
- Resistencia: 6.000 ohmios por el kilómetro.
- Conveniente para: Vacas, ovejas, cerdos, caballos.



Figura 13-2: Hilo Polieléctrico

Fuente: <http://agroas.com.uy/wp-content/uploads/2015/06/003.png>

Este hilo va acompañado de un carrete plástico con chasis de acero galvanizado, mecanismo de bloqueo en forma de crique y un gancho para fijarlo directamente a la cerca para realizar el tesando del hilo. Se observa en la figura 14-2 el modelo seleccionado.



Figura 14-2: Carrete Plástico

Fuente: <http://agroas.com.uy/wp-content/uploads/2015/06/001.png>

2.2.3 Hardware del sistema de monitoreo

Por observación directa y revisión bibliográfica se determina que los sistemas de cercado eléctrico actuales empleados en el campo ganadero, son de accionar local, es decir, la única protección que presentan ante el hurto de animales es el cerco mismo y en caso de ser cortado se activa una alerta sonora pero el ganadero al acudir a la emergencia no sabe a dónde dirigirse específicamente, a que zona del cerco, sino que debe recorrerlo todo, algo que resulta complicado al ser un cerco de gran extensión.

En este punto se realizará la selección del equipamiento necesario para: efectuar el senso discriminado de las zonas definidas del cerco eléctrico, la transmisión inalámbrica de la información del cerco en tiempo real y el monitoreo remoto.

2.3.3.1 Selección de sensores

El objetivo de este trabajo es presentar una herramienta tecnológica de cómodo acceso a los pequeños y medianos ganaderos por lo que se plantea el uso de finales de carrera como sensores para la detección de estado del cerco como se muestra en la figura 15-2.



Figura 15-2: Final de carrera

Fuente: https://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl_ws/C200/AM_1701_F_01.png

Se pretende usar el sensor de final de carrera relacionado con la tensión del alambre del cerco, es decir si el final de carrera se sujeta mediante un muelle suave al cerco conmutando por la disposición de instalación mostrada en la Figura 16-2 y si el alambre del cerco llegase a ser cortado la tensión desaparecerá por lo que el muelle se soltaría y el final de carrera perdería la conmutación.

Los estados de conmutación del final de carrera servirán como señales digitales para ser procesadas en el microcontrolador y determinar el estado del cerco.

Para el prototipo se manifiesta el uso de cuatro sensores, uno por cada zona establecida.



Figura 16-2: Estado de sensor según el estado del alambre del cerco

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

2.3.3.2 Selección módulos de transmisión y recepción de información

La información del estado de las zonas del cerco se basa en variables digitales las mismas que requieren ser enviadas a un punto remoto en forma inalámbrica para ser integradas a una interfaz de monitoreo, se propone el uso de la tecnología ZigBee conceptualizada en el capítulo uno, se selecciona como tecnología ideal para la implementación por pertenecer a la gama open source

además de presentar flexibilidad, bajo costo y bajo consumo de energía. Se plantea la conexión punto a punto de dos nodos inalámbricos para controlar el tráfico de información del cerco hacia el punto remoto de monitoreo, figura 17-2.



Figura 17-2: Módulo Xbee S2

Fuente: http://www.alselectro.com/images/xbee1_thumb_cyui5200_cyui5200.jpg

Se seleccionó el módulo X-BEE S2 que cubre un radio de 150 metros según datos de su hoja de especificaciones técnicas (ANEXO B) resultando apto para pruebas del prototipo. Cabe mencionar que éste dispositivo estará montado sobre un Arduino para la gestión de las señales de los sensores y preparación de la misma para ser subida al módulo de transmisión.

La comunicación del módulo con el microcontrolador se la realiza de forma serial, y este tipo de comunicación se lo aprovechará de igual manera en el lado del receptor para ejecutar la toma de datos para el monitoreo remoto

Especificación XBee Series 2 y radiofrecuencias sistema TX/RX a 433MHz

XBee Series 2:

Actuación

Alcance interior / urbano: de hasta 133 pies (40 m).

Alcance de línea de visión de RF al aire libre: de hasta 400 pies (120 m).

Salida de potencia de transmisión (software seleccionable): 2mW (+ 3dBm).

Velocidad de datos: RF 250,000 bps.

Velocidad de datos de la interfaz serial (software seleccionable): 1200 - 230400 bps.

(También se admiten velocidades de transmisión no estándar).

Sensibilidad del receptor: -95 dBm (tasa de error de paquete del 1%).

requerimientos de energía

Voltaje de alimentación: 2.8 - 3.4 V.

Corriente de funcionamiento (Transmisión): 40mA (@ 3.3 V).

Corriente de funcionamiento (recepción): 40mA (@ 3.3 V).

Corriente de apagado: <1 uA @ 25° C.

General

Banda de frecuencia de operación: ISM 2.4 GHz.

Dimensiones: 0.960 "x 1.087" (2.438cm x 2.761cm).

Temperatura de funcionamiento: -40 a 85° C (industrial).

Opciones de antena: Conector integrado de látigo, chip, RPSMA o U.FL. **Fuente:** (Digi International, 2018)

Radiofrecuencias sistema TX/RX a 433MHz

Especificaciones técnicas:

Señal de radiofrecuencia: Modulación ASK (Modulación por Desplazamiento de Amplitud).

Fuente de alimentación: 12V (también disponible en versiones de 3V y 5V).

Consumo de corriente: <16 Ma.

Potencia de transmisión: 13 dBm.

Desviación de frecuencia: +- 75kHz.

Características

Alcance útil hasta 350 metros (12V), 230 metros (5V), 160 metros (3V.)

Disponible en frecuencias de 433.92 MHz (433MHz) y 315.0 MHz.

Velocidades de transmisión hasta 20kbps. **Fuente:** (Tecmikro, 2009)

Al seleccionar el dispositivo de comunicación, para el monitoreo inalámbrico se escoge al módulo XBEE S2, por su adaptación con el microcontrolador arduino UNO, también siendo de manera

agradable para la programación, teniendo como una comunicación serial la cual nos brinda mayor un entorno de interfaz inalámbrica.

El módulo de Radiofrecuencias sistema TX/RX a 433MHz es un transistor para montaje de circuito impreso. Cuando trabaja con el receptor de 433MHz que lo complementa, conformando un sistema TX/RX, permite la implementación de enlaces de datos de radiofrecuencia de forma muy simple, alcanzando distancias de hasta 80 metros dentro de edificaciones o 350 metros en campo abierto cuando opera con la fuente de 12V. **Fuente:** <http://programarpicenc.com/articulos/radiofrecuencia-sistema-tx-rx-a-433mhz/>

2.3.3.3 Selección hardware para montaje de la interfaz de monitoreo

Como bondad del sistema se plantea el monitoreo en tiempo real para lo cual se pretende realizar una interfaz gráfica que permita interpretar el estado de los sensores del cerco, se considera el uso de una PC pero tomando en cuenta que se quiere plantear un sistema de bajo coste se considera el uso de una tarjeta potencial en el mercado como lo es la Raspberry Pi que representa un mini ordenador, su gran acogida radica en su correspondencia a la gama “open source” por lo que información sobre tips y experiencias se la encuentra fácilmente en la web disponiendo de mucha documentación y ayuda.

Ha sido continua la evolución de esta placa por lo que se encuentran varios modelos de los cuales algunos de ellos se han descontinuado por las grandes prestaciones que ofrecen los modelos actuales.

La tarjeta electrónica Raspberry Pi requiere de cierto hardware externo:

- 1 Cargador de 1 A (Raspberry Pi 1), 1.5 A (Raspberry Pi 2) 2.5 A (Raspberry Pi 3). Vale cualquier cargador de Android con Micro-USB.
- Pantalla con HDMI (o adaptador) o una pantalla con RCA.
- Teclado y Ratón
- Cable Ethernet (o adaptador WiFi USB) (Raspberry Pi 3 incorpora ya modulo Wifi no requiere un externo)

- Tarjeta SD (o MicroSD) >8Gb (Clase 10 Recomendada).

De acuerdo a la oferta en el mercado actual y del país se elige la Raspberry PI3 como óptimo para el desarrollo de la aplicación, la descripción técnica completa se encuentra en el ANEXO C, algunas de sus características principales se las expone a continuación en la tabla 2-2.

Tabla 2-2: Características placa Raspberry PI3

CARACTERISTICA	DESCRIPCIÓN
Marca	Raspberry Pi
Series	Raspberry PI 3 Model B
Peso del producto	45,4 g
Dimensiones del producto:	12,2 x 7,6 x 3,4 cm
Pilas	3 9 V (Tipo de pila necesaria)
Tipo de procesador	Core 2 Quad
Velocidad del procesador	1.20 GHz
Capacidad de la memoria RAM	1 GB
Interfaz del disco duro	ATA-4
Tipo de conectividad	WiFi
Tipo de conexión inalámbrica	802.11 bgn
Número de puertos USB 2.0	4
Voltaje	5 voltios DC
Plataforma de Hardware	Linux
Sistema operativo	Linux

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: (Raspberry, 2018)

2.3.4 Hardware del sistema de alerta

Se propone tener un sistema de alerta diferente a los usuales que consisten en una sirena, siendo que este tipo de alerta es sonora que a la vez que alerta al ganadero alerta también lo hace a quien está violando el acceso al área protegida dándole la oportunidad de huir.

La tecnología propuesta para el sistema de alerta en este trabajo es la GSM, para que en caso de violación del área protegida el sistema envíe un mensaje de texto a las personas que se crea conveniente, el mensaje de texto contendrá la información del área que fue invadida. Para cumplir con este fin se empleará la tarjeta SIM900A de la gama de Shields interactivos con Arduino.

La SIM900A GSM/GPRS de la figura 18-2 es una tarjeta compacta que permite la comunicación inalámbrica para el sistema de alerta, es compatible con los modelos de sistemas embebidos de Arduino, es decir se puede integrar el control con microcontroladores. La forma de relacionar la SIM900 con los microcontroladores es mediante comandos AT por el canal de comunicación UART. Resulta ideal para sistemas remotos, comunicación recursiva, puntos de control, mandar mensajes de texto a celulares, etc.



Figura 18-2: Tarjeta SIM900A GSM/GPRS

Fuente: https://img.dxcn.com/productimages/sku_389873_1.jpg

A continuación, algunas de sus características principales (ANEXO D).

- Totalmente compatible con Arduino
- Conexión con el puerto serial
- Quad-Band 850/ 900/ 1800/ 1900 Mhz

- GPRS Multi-slot clase 10/8
- GPRS mobile station clase B
- Compatible GSM fase 2/2+
- Clase 4 (2 W (AT) 850 / 900 MHz)
- Clase 1 (1 W (AT) 1800 / 1900MHz)
- TCP/IP embebido
- Soporta RTC
- Consumo de 1.5 mA (susp)

2.3.5 Hardware del sistema fotovoltaico

Para satisfacer el objetivo planteado sobre obtener un sistema autónomo se propone el diseño de un sistema fotovoltaico capaz de permitir que el sistema de cerco con todos sus recursos disponga de energía durante todo el tiempo de su ciclo de trabajo.

Para el diseño del sistema fotovoltaico se emplea el cálculo por Método de las Corrientes debido a que todos los elementos del sistema van a realizar un consumo de corriente en amperios, por medio de este análisis se podrá determinar los distintos componentes del sistema.

Se procede a realizar la evaluación del consumo de cada elemento que se utilizará dentro del sistema tabla 3-2.

Tabla 3-2: Elementos consumidores de energía

CANTIDAD	ELEMENTO
2	ARDUINOS

1	SIM900A
1	XBEE (LOCAL)
1	MODULO DE PULSOS DE ALTO VOLTAJE

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

2.3 Caracterización del sistema del prototipo

El objetivo de este trabajo es la integración de recursos tecnológicos a los sistemas de cercado eléctrico convencionales empleados en la ganadería para brindar mayores bondades a la hora de su control y monitoreo e incluso presentar una alternativa de sistema con el fin de abaratar costos y generar un recurso accesible para los pequeños y medianos ganaderos.

Para el desarrollo de la propuesta expuesta se fijan ciertos requerimientos considerados como necesidades que debe cumplir el sistema a desarrollarse.

- Circuito eléctrico & electrónico para la generación de altos voltajes.
- Cercado eléctrico energizado.
- Un sistema de monitoreo inalámbrico del estado de funcionamiento del cercado.
- Generación de un aviso de alarma por medio de mensajes de texto SMS especificando la zona de corte del cerco eléctrico móvil.
- El sistema debe ser autónomo capaz de cubrir sus necesidades de energía eléctrica.

2.3.1 Descripción del funcionamiento del sistema de monitoreo y control del prototipo

Basados en los requerimientos a continuación se presenta en forma detallada el funcionamiento esperado del sistema completo, con la aducción general de los recursos necesarios para su implementación:

- El sistema electrónico deberá ser el que establezca en su constitución o programación el lapso de tiempo en el que se generen los pulsos de alto voltaje.
- El circuito electrónico posee una interfaz de potencia que le permita interactuar con el sistema eléctrico de generación de alto voltaje a partir de un bajo.
- La salida del circuito eléctrico con alto voltaje se conectará al cercado construido para el transporte de la tensión a través del área asignada para limitación de desplazamiento del ganado y protección del mismo como en la figura 19-2.



Figura 19-2: Bloque eléctrico & electrónico.

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

- El cerco se divide en cuatro zonas definidas para su monitoreo individual, por lo que cada hilo que forma a una zona contará con un sensor, y su estado será transmitido a un punto estratégico de monitoreo, la comunicación del estado del sensor se pretende sea de forma inalámbrica para conseguir un monitoreo remoto como en la figura 20-2.

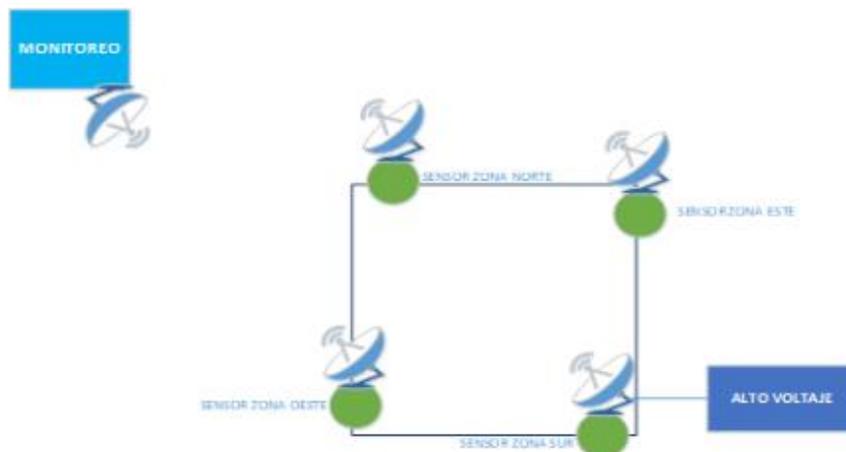


Figura 20-2: Monitoreo del estado del cercado eléctrico.

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

- En caso de violación al cerco, se emitirá una alerta indicando en zona se produjo dicha alteración del sistema, esta información será enviada mediante mensajes de texto al celular del administrador del sistema.
- El sistema será capaz de auto sustentarse energéticamente, se plantea implementar un sistema basado energía solar.

2.4 Determinación área de experimentación

Se establece que el prototipo será instalado en la ciudad de Riobamba de la provincia de Chimborazo de Ecuador, por lo que en este punto se caracteriza la zona, inicialmente desde el punto de ubicación geográfica determinando:

Latitud: 1°40'15" S

Longitud: 78°38'49" O

Altitud sobre el nivel del mar: 2758 m

Coordenadas de Riobamba en grados decimales

Latitud: -1.6709800°

Longitud: -78.6471200°

Coordenadas de Riobamba en grados y minutos decimales

Latitud: 1°40.2588' S

Longitud: 78°38.8272' O

Se asigna un área de $4m^2$ para la instalación del cerco eléctrico prototipo, lo que nos permite la revisión inmediata del cerco y de los sensores, la Tabla 4-2 detalla las longitudes de cada zona definida.

Tabla 4-2: Longitudes zonas definidas del cerco

Zona	LONGITUD (m)
NORTE	2
SUR	2
ESTE	2
OESTE	2

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

El área de prueba describe un cuadrado por lo que a cada lado se lo relaciona con los puntos cardinales, que en lo posterior se emplearán dichas denominaciones para un monitoreo discriminado de la misma. La Figura 21-2 representa la planimetría simple del área a ocuparse para el montaje del prototipo.

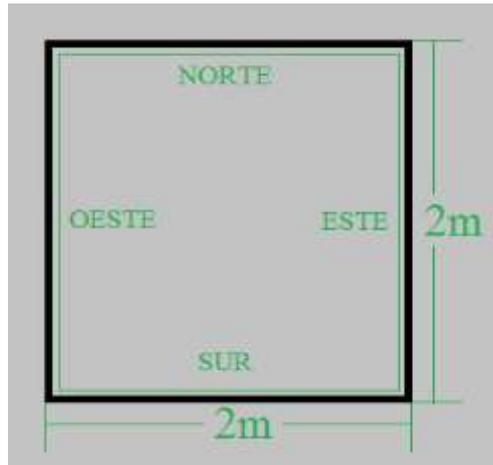


Figura 21-2: Esquema general dimensiones cercado eléctrico

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

2.4.1 Determinación variables del sistema

Para el desarrollo del sistema se presenta en la Tabla 5-2 las variables que se definirán durante el diseño e implementación del trabajo para cumplir con el ciclo de funcionamiento planteado.

Tabla 5-2: Variables del sistema

Variable	Utilidad
Sensor zona Norte	Monitoreo hilo del cerco zona norte
Sensor zona Sur	Monitoreo hilo del cerco zona sur
Sensor zona Este	Monitoreo hilo del cerco zona este
Sensor zona Oeste	Monitoreo hilo del cerco zona oeste
Tiempo	Regulación de intervalo entre pulsos de alto voltaje
Alerta	Notificación de invasión

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

Se determina que las variables a considerarse son del tipo discretas que se relacionan entre sí para generar el sistema de control y monitoreo del sistema de cercado eléctrico.

2.5 Software del prototipo

2.5.1 Instalación sistema operativo - Raspberry

La página oficial de Raspberry PI pone a disposición como se expuesto anteriormente varias versiones de sistemas operativos para la tarjeta en las versiones NOOBS y Raspbian.

Para el presente trabajo se descargó Raspbian en su versión full para luego con ayuda del software auxiliar WinDiskImage cargar la imagen de disco sobre la SD Card de clase 10Gb. (Aguilar, 2017)

Previa a empezar a trabajar con la tarjeta Raspberry se debe seleccionar el sistema operativo figura 22-2, la carga e instalación del mismo se lo realiza mediante un programa auxiliar para su montaje en una SD card que al ser instalada en la Raspberry habilita su funcionamiento. Existen varios sistemas operativos disponibles en la web el más utilizado es Raspbian que se trata de un Debian (Linux) optimizado para este ordenador.



Figura 22-2: Sistemas Operativos Raspberry Pi3

Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/raspberrypi-131210183049-phpapp02/95/raspberry-pi-11-638.jpg?cb=1386700314>

2.5.2 Programación del Microcontrolador

El microcontrolador del Arduino UNO será programado y permitirá dentro de sus líneas de programación establecer el tiempo requerido para ellos se realiza su configuración en el IDE de Arduino.

Seleccionada la tarjeta Arduino UNO se procede a su programación por medio del IDE de Arduino figura 23-2, partiendo del reconocimiento de la placa dentro del software instalado en un ordenador se direcciona dentro de la barra de menú del IDE a herramientas para seleccionar la placa y a su vez fijar el puerto de comunicación, es decir, en que puerto COM del ordenador ha sido reconocido el dispositivo.

El principio de generación de pulsos sincronizados desde el Arduino para el control del electrificador se basa en la activación/desactivación de un puerto digital del Arduino configurado dentro de la programación como una salida asistido con un *delay()* para control de tiempos.

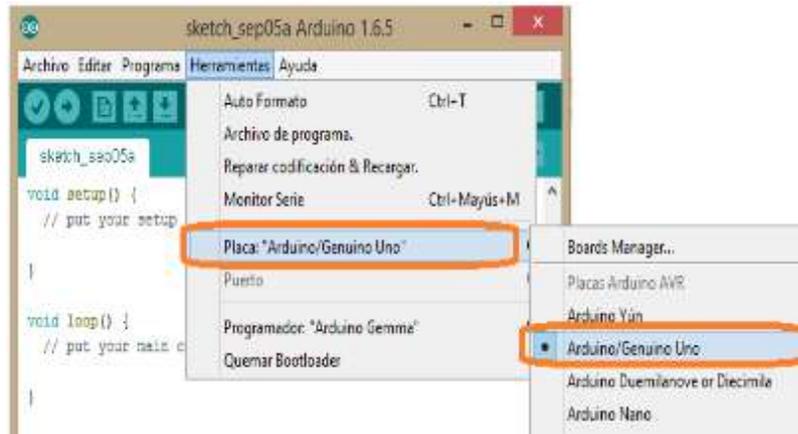


Figura 23-2: IDE Arduino, reconocimiento de la tarjeta.

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Se presenta en la Figura 24-2 el extrato del código implementado en el arduino para con la comunicacion serial con el módulo SIM900 GPS/GSM para resivimiento del mensaje en caso de que existiera un corte de alguna zona del cerco electrico, colocando el chip en la tarjeta SIM.

```

//Serial.begin(19200);
Serial.println("AT+CMGF=1\r"); // AT command to send SMS message
delay(100);
Serial.println("AT+CMGS="+593989663326"); // recipient's mobile number, in international format
delay(100);
Serial.println("Invacion Zona Sur"); // message to send
delay(100);
Serial.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26 //Comando de finalizacion
delay(100);
Serial.println();
delay(5000); // Tiempo para que se envíe el mensaje
Serial.println("SMS sent successfully");

```

Figura 24-2: Codificación Arduino (comunicación SIM900)

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

2.5.3 Configuración comunicación inalámbrica

Para la transmisión del estado de los sensores del cerco eléctrico se emplea una topología de comunicación punto a punto como se observa en la figura 25-2, se empleará una comunicación unidireccional ya que el propósito es únicamente ejecutar el monitoreo del cerco más no se ejecuta algún tipo de control.

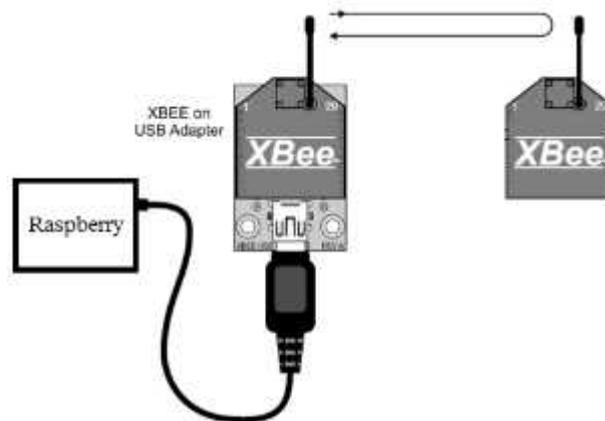


Figura 25-2: Topología punto a punto – módulos Xbee

Realizado

por:

[https://geekytheory.com/wp-](https://geekytheory.com/wp-content/uploads/2013/04/tumblr_lzay51evCL1qf00w4.png)

[content/uploads/2013/04/tumblr_lzay51evCL1qf00w4.png](https://geekytheory.com/wp-content/uploads/2013/04/tumblr_lzay51evCL1qf00w4.png)

Para la configuración de los módulos Xbee se utilizó el software de acceso libre XCTU, figura 26-2 en el que se fija la identificación del dispositivo y papel dentro de la comunicación es decir si transmisor o receptor.

Al tratarse de una comunicación simple se definió al receptor como elemento coordinador y al transmisor como un router.

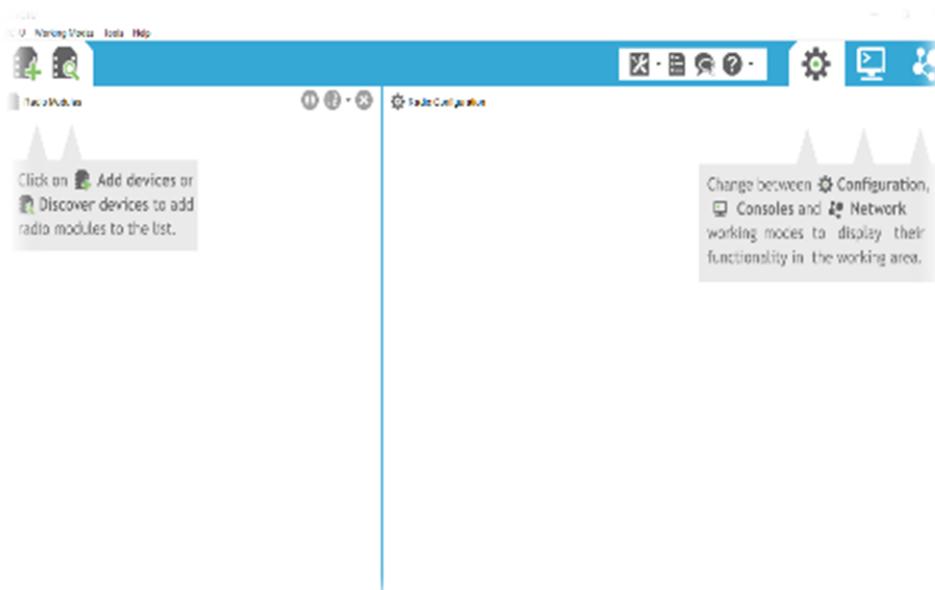


Figura 26-2: IDE XCTU

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Para la configuración de los dispositivos se denotan especialmente los parámetros mostrados en la tabla 6-2:

Tabla 6-2: Principales parámetros para la configuración de los Xbee

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
PAN ID	Identificador del Nodo (3 o 4 cifras)
DL	Código exclusivo del dispositivo
DH	Código propio de la tecnología ZigBee

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

Los descritos en la tabla resultan los más importantes, sin embargo, no son los únicos parámetros del dispositivo, para la presente aplicación se considera el resto de parámetros dejarlos en términos de por defecto o es decir el seteo de fábrica.

Al configurar el dispositivo receptor (Figura 27-2) como coordinador se fija el PAN ID que será la referencia para que pueda ubicarlo el transmisor, actúa como el identificador de una red

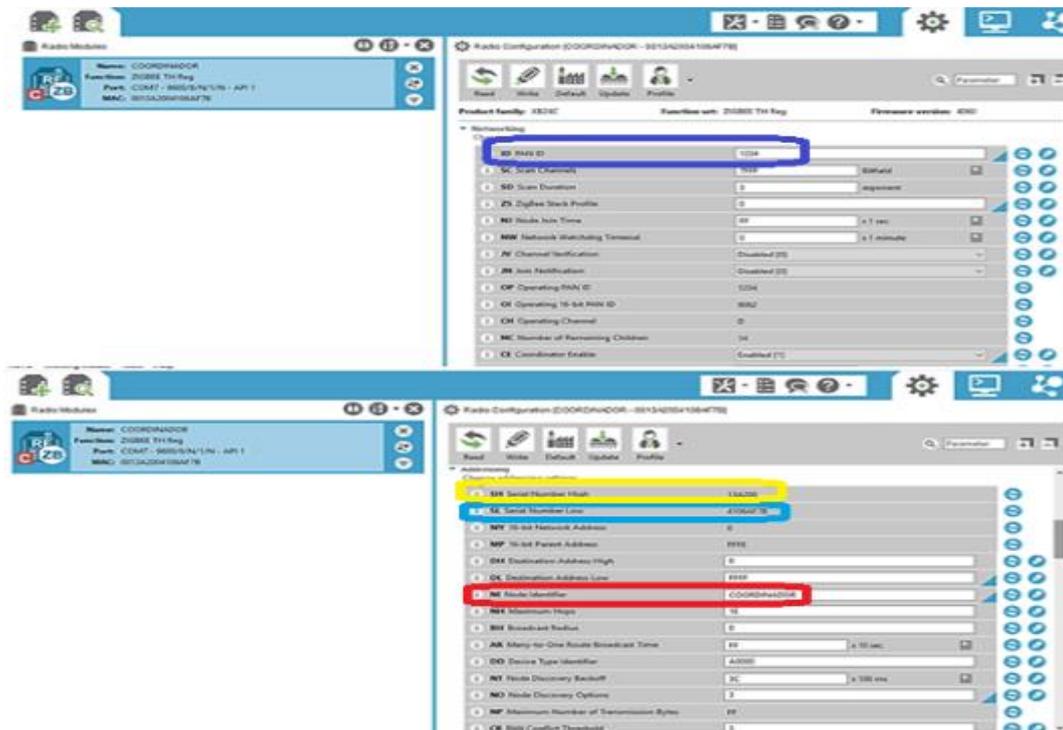


Figura 27-2: Configuración del Xbee Receptor

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

De igual manera el Xbee que actuará como transmisor (Figura 28-2) debe ser configurado en el mismo software, este dispositivo dentro de sus parámetros tendrá el PAN ID del receptor para saber a quién tiene que enviar información.

La información de los sensores a transmitirse será codificada para facilitar tanto la comunicación como el procesamiento en los microcontroladores.

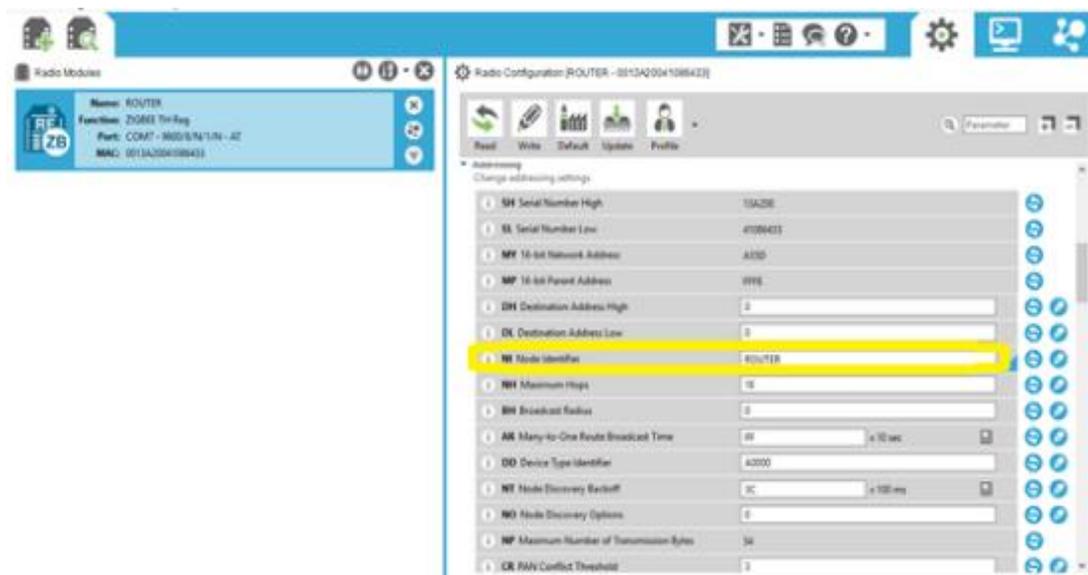


Figura 28-2: Configuración Xbee Transmisor

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

2.5.4 Integración de hardware para el monitoreo

Como se explicó en los diagramas de conexión el Arduino B es el microcontrolador que gobernará la parte del monitoreo por lo que éste alberga el módulo Xbee como se observa en la Figura 29-2.



Figura 29-2: Arduino y Xbee (Transmisor)

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Al Arduino B se direcciona las señales del Arduino A y estas son procesadas para transmitir la información. El monitoreo remoto es constante es decir en tiempo real por lo que este nodo transmisor esta siempre enviando información de acuerdo a la codificación que se ha expresa en la siguiente tabla 7-2:

Tabla7-2: Codificación caracteres para transmisión del estado de los sensores

ZONA	CERCO SIN NOVEDAD	VIOLACIÓN DEL CERCO
Zona Norte	‘N’	‘M’
Zona Sur	‘S’	‘D’
Zona Este	‘E’	‘R’
Zona Oeste	‘O’	‘P’

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

En base a esta codificación se considera la programación de la interfaz gráfica de monitoreo para poder tener una animación del estado de los sensores.

Se presenta en la Figura 30-2 el extrato del código montado en la programación de Arduino para lectura del estado del sensor y su evaluación para la impresión del carácter específico en el puerto serial, se observa como ejemplo el código para el sensor de la Zona Norte.

```
    val1 = digitalRead(FC1);
    if(val1==HIGH) {
        //Serial.println("Todo Bien NORTE");
        Serial.println("N");
        delay(100);
    }
    else{
        //Serial.println("DESCONECTADO NORTE");
        Serial.println("M");
        delay(100);
        mensaje_norte();
    }
}
```

Figura 30-2: Codificación Arduino (Transmisor)

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Al otro extremo se tiene el receptor que se relacionará con la Raspberry Pi3 por medio de comunicación serial, el dispositivo Xbee Receptor se lo ubicará sobre el Xbee Xplorer USB que conectado a un puerto USB de la Raspberry y permitirán el fluído de la información que llegue al Xbee hacia la interfaz gráfica para ser procesada figura 31-2.



Figura 31-2: Conexión Raspberry - Xbee receptor

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Para realizar la integración de los dispositivos además de la conexión se debe realizar una previa configuración en el terminal de la Raspberry PI3, que consiste en la ejecución de ciertos comandos específicos:

`sudo apt-get install upgrade`, se ejecuta para actualizar versiones de software y controladores de la tarjeta.

`sudo apt-get install python-serial`, levanta el servicio para realizar comunicación serial.

Ejecutados el par de comandos se procede a la verificación de la conexión entre el Xbee Xplorer USB y la Raspberry, esto se lo realiza con la ejecución del comando, figura 32-2:

`lsusb` comando que permite verificar todos los recursos conectados a los puertos seriales o COM de la Raspberry.

`ls/dev/tty*` se emplea para saber a qué puerto se ha conectado el Xbee Xplorer USB, lo común que se obtiene es algo similar a `/dev/ttyACM0`.

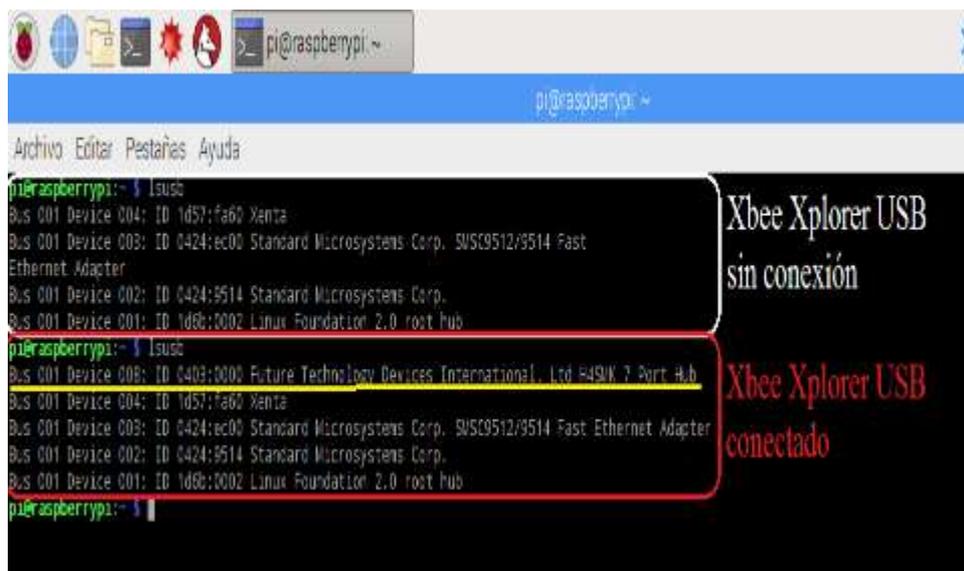


Figura 32-2: Verificación comunicación Xbee Xplorer USB y la Raspberry

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

2.5.5 Desarrollo de la interfaz gráfica para el monitoreo remoto

En el ámbito de la programación de desarrollo libre se destaca el uso de Python para desarrollo de proyectos de inteligencia artificial, aplicaciones robóticas entre otras, por lo que para desarrollo de este trabajo se lo ha seleccionado.

La integración de Qt Creator y Python, figura 34-2, han creado una plataforma robusta con librerías con recursos gráficos con una programación orientada a objetos facilitando la creación de interfaces gráficas que permitan realizar el monitoreo y control de un proceso.



Figura 33-2 QT Creator con Python

Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/nMxft8p1SYQ/maxresdefault.jpg>

Como todo servicio en la Raspberry PI3 se lo habilita desde el terminal del sistema para lo cual se emplean los comandos:

```
sudo apt-get install build-essential;
```

```
sudo apt-get install qt5-default;
```

```
sudo apt-get install qtcreator.
```

Corridos los comandos desde el terminal la aplicación está lista para usarse y se dispone del IDE que muestra la Figura 35.2.

De idéntica manera al igual que en una interfaz de Windows en esta aplicación se ingresa a la pestaña de archivos para crear un nuevo proyecto (New Project), el software da la opción de definir el tipo de proyecto que se desea realizar (Figura 34-2) en este trabajo crearemos una aplicación por lo tanto se selecciona Qt Quick Application.

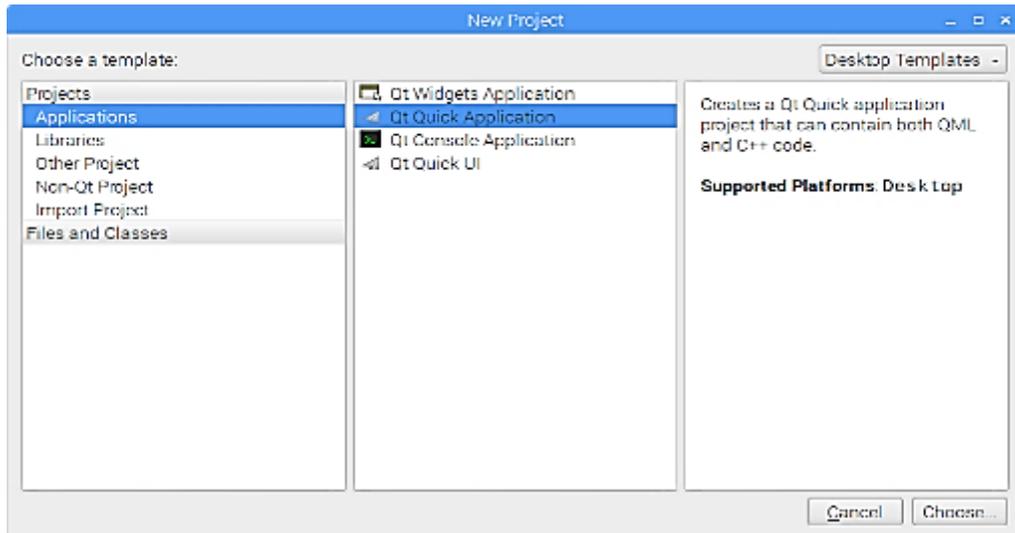


Figura 34-2 Menú para selección de tipo de proyecto

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Luego de la selección del proyecto aparece la ventana del entorno gráfico de programación para el desarrollo de la aplicación donde se muestran varios de los recursos que ofrece el software.

Lo más relevante dentro del IDE de desarrollo son **Source** que contendrá los archivos de programación .cpp desarrollados en Python, figura 35-2, el bloque de instrucciones necesarios para interpretar las señales del exterior; **Form** en el que se alojan las ventanas o pantallas desarrolladas para la aplicación, no necesariamente tiene que ser una sola y además aparece la pestaña **Resource** que contiene todos los objetos empleados en el desarrollo de la/las interfaces.

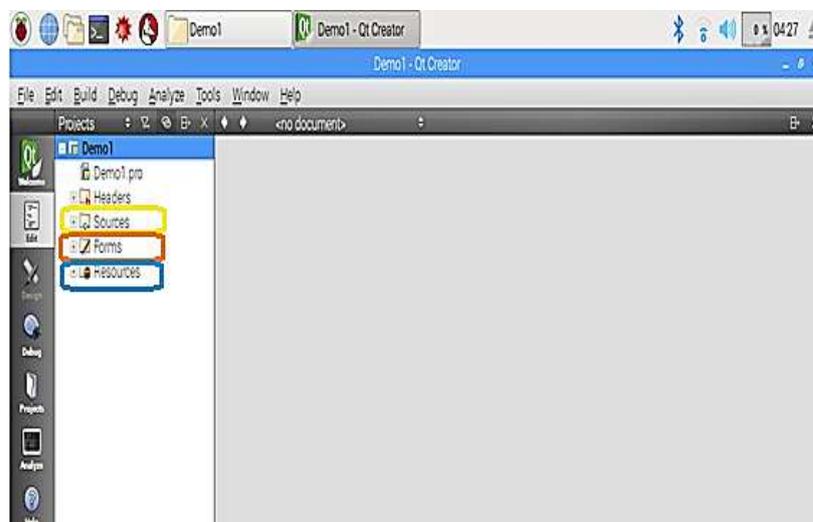


Figura 35-2 IDE - Qt Creator - Python

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Empleando los recursos expuestos se plantea la siguiente interfaz gráfica que contiene el encabezado con el nombre de la institución y de la facultad con sus respectivos logotipos, y como recurso para interpretar el estado de los sensores se usan señalizadores de color en cada zona predeterminada montada sobre una imagen que asimila el cerco eléctrico real como se muestra en la figura 36-2.



Figura 36-2 Diseño de la interfaz gráfica de monitoreo.

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

2.6 Costos Eléctricos & Electrónicos

Tabla 8-2: Costos eléctricos & Electrónicos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO(USD)	V. TOTAL (USD)
1	Panel Solar 50 Wp	60	60
1	Regulador de 10 A	87	87
1	Batería de 12V 40Ah	25	100
1	Raspberry Pi3	70	70
1	Monitor 17"	100	100
1	Adaptador VGA/HDMI	16	16
2	Arduino UNO	20	40
2	Módulos Xbee S2	45	90
1	Bases Shield para Xbee - Arduino	15	15
1	Xbee Xplorer	30	30
4	Sensores finales de carrera	2	8
1	SIM900 GSM/GPRS	55	55
1	Bobina arranque de auto	16	16
	Dispositivos electrónicos varios	20	20
		TOTAL	707

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

2.6.1 Costos Mecánicos

Tabla 9-2: Costos mecánicos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO(USD)	V. TOTAL (USD)
1	Plancha triplex 7mm	15	15
1	Tubo cuadrado de hierro	35	35
		TOTAL	50

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

2.6.2 Costo de mano de obra

Tabla 10-2: Costos mano de obra

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO(USD)	V. TOTAL (USD)
1	Implementación estructura	20	20
		TOTAL	20

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

2.6.3 Costos directos totales

Tabla 11-2: Costo directos totales

DESCRIPCIÓN	V. TOTAL
Costos eléctricos y electrónicos	707
Costos mecánicos	50
Costos de mano de obra	20
COSTO DIRECTO TOTAL	777

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

2.6.4 Costos indirectos

Tabla 12-2: Costo indirectos totales

N ^a	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO(USD)	V. TOTAL (USD)
1	Ingenieriles	100	100
2	Impresiones papelería	150	150
		TOTAL	250

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

2.6.5 Costo total

Tabla 13-2: Costo total

N ^a	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO(USD)	V. TOTAL (USD)
1	Costos directos totales	777	777
2	Costos indirectos totales	250	250
		COSTO TOTAL	1027

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Sistema fotovoltaico

Posterior a la definición del equipamiento necesario para la implementación del sistema de control y monitoreo del cerco eléctrico, se tomaron las lecturas del consumo de corriente de los dispositivos de forma individual para cada elemento como se muestra en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3: Consumo en mA del equipamiento

CANTIDAD	DISPOSITIVO	CONSUMO IND. (mA)	CONSUMO (mA)
2	ARDUINO	22,65	45,3
1	SIM900	85,25	85,25
1	XBEE S2	33,25	33,25
1	ELECTRIFICADOR	81,2	81,2
TOTAL CONSUMO (mA)			245

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

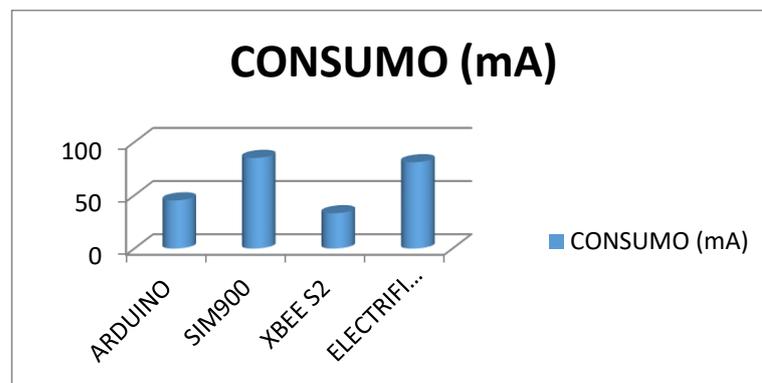


Figura 1-3: consumo de mA de los dispositivos electrónicos y eléctricos

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

De las medidas realizadas a los dispositivos del prototipo, se obtiene que el consumo total de los elementos eléctricos y electrónicos es de 245 mA, como se muestra en la figura 2-3 valor referencial que aplicando el método de las corrientes permita hallar la potencia total de consumo del prototipo.



Figura 2-3: Consumo amperaje del sistema completo

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Se evalúa el consumo del Arduino UNO sin ninguna carga, proporcionando una lectura de 22,65 mA como se muestra en la figura 3-3.



Figura 3-3: Consumo amperaje del Arduino UNO

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Al realizar el montaje del módulo Xbee sobre el Arduino UNO, la lectura del consumo de corriente es de 55,9 mA, como se muestra en la figura 4-3.



Figura 4-3: Consumo amperaje del Arduino UNO – Xbee S2

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Para el sistema de alerta se tiene la conexión del Arduino UNO y el módulo SIM900A (encendida con conexión a la red de movistar) da una lectura de 107,9 mA, como se muestra en la figura 5-3.



Figura 5-3.: Consumo amperaje del Arduino UNO – SIM900A

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Considerando el amperaje obtenido y una alimentación constante de 12VCD se obtiene la potencia total de consumo del sistema.

$$\text{Potencia total} = 12\text{VCD} * 0,245\text{A} = 2,94\text{W}$$

Considerando que los dispositivos van a estar encendidos las 24 horas del día se procede a calcular el consumo diario que genera el sistema.

$$\text{Consumo de energía por día (Cde)} = \text{potencia} * 24 \text{ horas}$$

$$= 2,94w*24 \text{ horas}$$

$$= 70,56Wh/diario$$

Obtenido el total de consumo por día, (Cde) de 70,56Wh, se emplea un rendimiento de instalación del 75 % para obtener el Total de energía necesaria.

$$\text{Total, energía necesaria (Ten)} = Cde / 0,75$$

$$= 94.08 \text{ Wh/día}$$

En base a los datos obtenidos de la ubicación del área donde se efectuó la prueba del cerco eléctrico se determinó una Latitud de: 1°40'15" S, una Longitud de: 78°38'49" O, una potencia nominal de la instalación solar fotovoltaica de: 1kWp, y una Inclinación de los módulos de: 35 grados.

De la tabla 2-1, se consideró usar el valor de menor irradiación coincidente en el mes de diciembre con 4.27 kWh·m2/día, considerándola la situación más desfavorable.

$$\text{Horas sol pico (HSP)} = \frac{\text{radiación solar tablas}}{1kW/m^2}$$

$$= 4,27 \text{ HSP}$$

Con los datos obtenidos se determina que el panel y el número de celdas que se empleó para implementación del sistema es de 0.55. Considerando la disponibilidad en el mercado en ese instante se consigue paneles con una potencia de 50 w por lo que se procede con el cálculo de paneles necesarios para cubrir la demanda.

$$\text{Número de módulos (Ndm)} = (\text{Energía necesaria}) / (\text{HSP} * \text{rendimiento de trabajo} * \text{potencia pico del módulo})$$

Rendimiento de trabajo varía de 0,7 a 0,8

$$\text{Número de módulos (Ndm)} = 94.08 / (4,27*0,8*50)$$

$$= 0,55081967$$

Por lo tanto, se obtiene como resultado la necesidad de usar un solo **panel de 50 w**.

Para calcular la capacidad de almacenamiento de las baterías para extensiones de terrenos más grandes a la investigación, se lo realiza de la siguiente manera:

Capacidad de la batería = (energía necesaria * días de autonomía) / (Voltaje batería * profundidad de descarga de la batería)

La profundidad de descarga de la batería varía de 0,5 a 0,8.

$$\begin{aligned}\text{Capacidad de la batería} &= (94.08 * 2) / (12 * 0,6) \\ &= 26,133333 \text{ Ah}(c100)\end{aligned}$$

El valor de carga de la capacidad de la batería es suministrado por ciclos de carga de 100 h, que es la frecuencia de carga normalmente establecida en electrificación.

De acuerdo a la disponibilidad del mercado se empleó una **batería de 40 Ah** con un regulador de carga panel – batería de 10 A.

Seleccionados los elementos del sistema fotovoltaico se procedió a la construcción de una estructura metálica de un tubo cuadrado de media pulgada, como se muestra en la Figura 6-3.



Figura 6-3: Montaje panel y batería

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

El propósito de la estructura además de servir como soporte del panel, alberga a la batería y el soporte para el circuito eléctrico y electrónico del cerco eléctrico móvil.

La estructura tiene una inclinación de 45 grados del panel, como se puede observar en la Figura 7-3 se basa en un eje constituido por un perno con una base giratoria para realizar el recorrido que se necesite y así conseguir la inclinación deseada.



Figura 7-3: Inclinación del panel a 45 grados

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Una vez construida en su totalidad la estructura se realizó la conexión y montaje de los elementos del sistema fotovoltaico obteniendo.

El módulo ensamblado se lo muestra en la Figura 8-3 en la que están instalados los bloques de conexiones entre los elementos del sistema fotovoltaico para sustentar al circuito eléctrico & electrónico del cerco eléctrico móvil.



Figura 8-3: Sistema Fotovoltaico ensamblado

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

3.2 Sistema eléctrico & electrónico del cerco móvil

Sobre la estructura construida se realiza la instalación de los sistemas eléctricos y electrónicos con el fin de centralizar toda la circuiteria en un solo lugar. La estructura cuenta con tapas para aislar al sistema del entorno en el sentido de ambientes de lluvia o excesos de polvos.

Seleccionada la bobina del sistema de arranque se realizan pruebas de laboratorio para demostrar el efecto amplificador de tensión que posee el dispositivo, por lo que se procedió a alimentarlo directamente con 12 VCD y verificar el arco generado entre el polo vivo y el de tierra, como se muestra en la figura 9-3.



Figura 9-3 Pruebas generación alto voltaje.

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Verificada la funcionalidad del generador de alto voltaje se lo instaló en la estructura del sistema como se puede observar en la figura 10-3.



Figura 10-3 Generador de alto voltaje instalado.

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Ademas en la figura 10-3 se puede observar la conexión de la salida del regulador del sistema fotovoltaico en conexión directa al circuito del electrificador.

Seguido a esto se ubicó la circuiteria de los sistemas embebidos para complementar el sistema y ponerlo en marcha.



Figura 11-3 Circuito eléctrico & electrónico.

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

En la figura 11.3 se puede observar el montaje completo de todo el equipamiento eléctrico y electrónico para control, monitoreo y alerta del cerco. Se observa que para conducción del polo vivo de la bobina se usa un cable reciclado de las bujías de un auto y cable AWG 12 para el negativo, cables que son conectados a dos pernos que actuarán como borneras para el hilo del cerco y la línea de tierra respectivamente. Se muestra también los sistemas embebidos Shield 900A GSM/GPRS en conjunto en su parte inferior con uno de los arduinos UNO que es el encargado de gestionar las señales de los sensores instalados en el cerco y el tráfico de comandos AT hacia la mencionada shield; a lado se considera la presencia del segundo Arduino UNO el que en conjunto con el módulo Xbee generarán la información para ser transmitida al punto remoto para el monitoreo desde la interfaz gráfica..

3.3 Instalación de las estacas en el cerco eléctrico móvil

Para la instalación de las estacas pigtail seleccionadas como idóneas para el cerco móvil del prototipo, se partió por definir el área de experimentación, en un terreno ubicado en el barrio el Batán de Riobamba de superficie plana de 200m, de los cuales fueron utilizados cuatro metros cuadrados, como se muestra en la figura 12-3.



Figura 12-3: Instalación estacas

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Se ubicaron 8 estacas en el área establecida de cuatro metros cuadrados, las estacas pigtail fue de fácil instalación y desmontaje.

3.3.2 Instalación del hilo conductor

El hilo polieléctrico se adquirió en su presentación de 200 metros en conjunto con un carrete plástico por lo que se procedió a hacer la carga del hilo sobre el mismo para su fácil rodaje al momento de instalar el cerco, como se muestra en la Figura 13-3.



Figura 13-3: Montaje hilo polieléctrico sobre carrete plástico

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Se realiza el montaje del hilo polieléctrico en la trayectoria definida, en la figura 14-3, se puede observar que el espacio es suficiente para la prueba con los animales objeto de estudio, considerando que el cerco puede ampliarse.



Figura 14-3: Cerco móvil

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

3.3.3 Mensaje de Alerta GSM

Para el envío de mensajes de alerta en caso de que existiera una violación del prototipo, en cualquier parte del cerco eléctrico especialmente en las cuatro esquinas que se encuentra protegiendo a los animales, el tiempo de llegada del mensaje es de 3 segundos; como se muestra en la figura 15-3

En cada zona de la cerca eléctrica móvil se encuentra un sensor de final de carrera en el que pasa el hilo polieléctrico energizado.

Siendo de manera necesaria para conocer en todo momento si se ocasiono una violación, actuando de manera oportuna en la intervención de asistir a la zona de corte.

Como se observa en la figura 16-3 en el pigtail se encuentra instalado un sensor de final de carrera en la que se encuentra implementado un conector con el alambre energizado, la cual nos da el mensaje si existiera un corte en la zona de la cerca eléctrica.

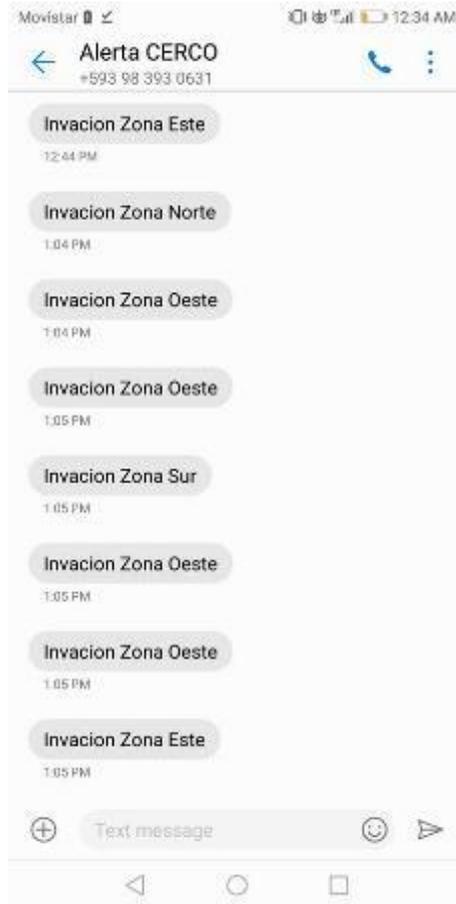


Figura 15-3: Mensaje de Alerta

Realizado por: Wellington Velasco, 2018



Figura 16-3: Invasión en una zona X

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

3.3.4 Cálculo de las resistencias de un bobino

Como se puede observar en la tabla 3-3, los resultados adquiridos de las diferentes tensiones y miliamperios aplicados al ganado vacuno o bovino, tiene una gran variedad de resistencia entre mayor es el voltaje, mientras que el amperaje debe ser lo más pequeño posible como se muestra en la tabla 2-3, para prevenir que exista daño en el animal.

Se considera que dentro del cerco electrónico móvil se debe colocar a los bovinos pequeños para que se vayan ambientando en la cerca, ya que si es aplicado en el ganado vacuno grande o lechero se estresa al animal impidiendo una producción de leche diaria promedio.

tabla 2-3: Variación de medida de miliAmperios

BOVINO	I= mA
1	10mA
2	15mA
3	22mA
4	28mA
5	30mA
6	40mA

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

R= Resistencia

V= Voltaje o Tensión

I= Corriente

$$R = V/I \quad (4)$$

tabla 3-3: Datos de la resistencia de diferentes bovinos

GANADO VACUNO o BOBINO (resistencia)	TENSIÓN DE 1200V	TENSIÓN DE 1800V	TENSIÓN DE 2200V	TENSIÓN DE 3000V	TENSIÓN DE 3500 V
BOBINO 1	120 KΩ	180 KΩ	220 KΩ	300 KΩ	350 KΩ
BOBINO 2	80 KΩ	120 KΩ	146.66 KΩ	200 KΩ	233.33 KΩ

BOBINO 3	54 K Ω	81.81 K Ω	100 K Ω	136.36 K Ω	159.09 K Ω
BOBINO 4	42.85 K Ω	64.28 K Ω	78.57 K Ω	107.14 K Ω	125 K Ω
BOBINO 5	40 K Ω	60 K Ω	73.33 K Ω	100 K Ω	116.66 K Ω
BOBINO 6	30 K Ω	45 K Ω	55 K Ω	75 K Ω	87.5 K Ω

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

3.4 Interfaz gráfica de monitoreo

Se logró personalizar una interfaz gráfica para el monitoreo remoto de las variables definidas dentro del cerco, en las figuras 17-3 se observa la pantalla en el caso de invasión por una zona específica. Dentro de la programación gráfica se empleó una variable digital que maneja un color verde y rojo para distinguir un estado de normal o invasión del cerco respectivamente.



Figura 17-3: Invasión zona Norte, Sur, Oeste

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

3.5 Costos referenciales entre cercas móviles

Se realiza un análisis general de los costos efectuado en la construcción del modelo prototipo de cuatro líneas de producción con discriminación sensorial en productos terminados.

Al revisar las ofertas de cercos eléctricos en la web se encontraron dos opciones similares al prototipo implementado. Se tomó como referencia un cerco 1 y otro como cerco 2. La tabla 4-3, muestra características para la evaluación de los sistemas y se observa que el de mayor costo es el que se implementó en el desarrollo de este trabajo, sin embargo el costo justifica la superioridad en capacidad de los elementos y mayor número de prestaciones a la hora de su funcionamiento.

tabla 4-3: Comparación de costos cerco eléctrico

CARACTERISTICA	CERCO IMPLEMENTADO	CERCO 1	CERCO 2
SISTEMA FOTOVOLTAICO	SI	SI	SI
- Panel Fotovoltaico	50 w	40w	20w
- Voltaje del Panel	12v	12v	12v
- Regulador	12v / 10A	12v / 10A	12v / 10A
- Batería	12v / 40Ah	12v / 9Ah	12v / 12Ah
- Tiempo de sostenibilidad	2 días	1 día	1 día
SISTEMA DE ALERTA POR INVACIÓN	SI	NO	NO
- Tecnología	GSM/GPRS		
SISTEMA DE MONITOREO LOCAL	NO	NO	NO
- Recurso	-	-	Display lcd
SISTEMA DE MONITOREO REMOTO	NO	-	-
- Tecnología	ZigBee	-	-
- Interfaz de monitoreo	Interfaz Gráfica/ QTCreator+Python	-	-
COSTO	1027usd	600usd	400usd

Realizado por: Wellington Velasco, 2018

Fuente: Autor

CONCLUSIONES

Se logró implementar un sistema de cerco eléctrico de bajo costo orientado a la tecnificación de los sistemas de seguridad y pastoreo para pequeños y medianos ganaderos.

Se integró una bobina del arranque de un auto de 12VCD y una placa electrónica Arduino para la generación de alto voltaje y generación de pulsos de control respectivamente, constituyendo un sistema completo de impulsor para la electrificación del cerco.

Se implementó un sistema de energía fotovoltaico para la sustentación del cerco eléctrico, por lo que se consideró dos días de sostenibilidad, seleccionando un panel de 50 [Wp], un regulador y batería de 12 VCC de 10 [A] y 40 [Ah] respectivamente cubriendo una demanda de 250 [mA] de consumo.

Se dotó al cerco eléctrico un sistema de monitoreo local y alerta, con la integración de sensores final de carrera con un mecanismo de conmutación mecánica que permiten el monitoreo del estado del cerco, y en caso de haber una violación del sistema se enviará mensajes de texto al dispositivo móvil del propietario del ganado.

Se implementó adicionalmente al prototipo un monitoreo remoto empleando tecnología ZigBee utilizando módulos Xbee s2 para el tráfico inalámbrico de la información del cerco, y para interfaz gráfica la plataforma QT Creator con Python, facilitando de esta manera el conocer el estado del cerco sin necesidad de estar ubicados en el sitio.

Se realizó la instalación del prototipo en el campo, consiguiendo mediante pruebas determinar la funcionalidad del mismo.

El uso de tecnología del tipo open source resulta eficiente al momento de generar sistemas de bajo costo, enfocados a la tecnificación de los procesos como ayuda a los grupos denominados vulnerables, generando un aporte con la sociedad

RECOMENDACIONES

Con el fin de presentar mejoras al prototipo se podría implementar un mayor número de hilos al cerco, para diferentes clases de animales considerando que el sistema es replicable también para cercos fijos.

En el caso de existir recursos se podría implementar una red inalámbrica de sensores basada en tecnología ZigBee para regular el tráfico de información por medio de una interfaz inalámbrica, consiguiendo así ampliar la extensión del cerco sin presentar pérdida de información.

El prototipo representa una inversión económica, por lo que se recomendaría mantener un monitoreo remoto constante y de una persona a cargo para que pueda asistir de manera inmediata en caso de alerta de violación del área restringida.

La colocación de la estructura del prototipo se la debe poner en un lugar sin sombra, por lo que la batería necesita ser autosustentable para la energización de la cerca eléctrica móvil en las horas requeridas.

Se recomienda poner desde tempranas edades a los diferentes animales para que se vayan adaptando a las descargas eléctricas generadas del energizador y no sufran estrés cuando son adultos.

Para la comunicación GSM el usuario debe tener un plan de datos activo para que los mensajes puedan llegar.

Se podría aplicar un sistema de monitoreo con el uso de las aplicaciones móviles, con la instalación de video cámaras en zonas específicas al rededor del cerco.

BIBLIOGRAFÍA

ARDUGEEK. *Tipos de arduinos.* [En línea] Septiembre de 2014. [Citado el: 21 de Junio de 2018.]. Disponible en <https://ardugeek.files.wordpress.com/2014/09/tipos-arduino.pdf>.

Camarero, Cristóbal. *Enseñanza practica de estructura y organización de computadores con Raspberry Pi.* España: Universidad de Cantabria, 2017. Disponible en <http://www.inia.org.uy/prado/2004/alambrado%20electrico.htm>

CERCAR. *Manual para el montaje de cercas eléctricas electro shock permanentes y temporales.* Cali (Colombia): Cercar, 2000. Disponible en https://www.cercalarmas.com/manual_cercar.pdf

Cuenca, Andres. Foros de Electrónica. *Cerca Eléctrica para ganado.* [En línea] 6 de Marzo de 2018. Disponible en <https://www.forosdeelectronica.com/resources/cerca-el%C3%A9ctrica-para-ganado.34/>.

Delta Volt SAC. *Paneles Solares, Tipos y Eficiencias.* 2010. Disponible en <https://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/paneles-solares>

Fernández Cueto, Tino. *Partes de la tarjeta de arduino.* Bogotá (Colombia): s.n., 2016. Disponible en <https://www.instructables.com › technology › arduino>.

Gonzalez Domínguez, Claudio. *Aplicaciones orientadas a la domótica con Raspberry Pi.* Sevilla: Universidad de Sevilla, 2015. disponible en <https://www.docplayer.es/5364618-Universidad-de-sevilla.html>

Grupo HALLEY. *Introducción al arduino.* Bucaramanga (Colombia): HALLEY, 2014. Disponible en <https://chiquimakers.com/producto/curso-de-arduino-en-bucaramanga/>

INIA. *ELECCIÓN DE MATERIALES PARA LA CORRECTA INSTALACION DEL ALAMBRADO ELÉCTRICO.* 2004. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/.../instalaciones/31-materiales_para_correcta_instalaci...

ICPROC. *Cercas eléctricas*. San Vicente de Chucuri, Santander (Colombia): 1998. Instituto Cristiano de Promoción Campesinas. Disponible en <http://www.cdim.esap.edu.co/.../san%20vicente%20de%20chucuri%20-%20santander%20-%20pd%...>

IONAPEL. *Guía sencilla para la selección, instalación, operación y mantenimiento de los cercos eléctricos operados con energía fotovoltaica*. Chiapas: IONAPEL, 2001. ISSN:60335-2-76. Disponible en <http://www.ionapel.com/manual.cercos.electricos.90502.pdf.pdf>

Iturbide, Angel. *La cerca eléctrica*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza CATIE, 1980. Disponible en <https://books.google.com.ec/books?id=NHAOAQAIAAJ>

Martinez, Cyndhy. Course Hero. *Componentes de una instalación Solar*. [En línea] 2008. Disponible en <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>.

Montes, Luis. *Cerca Electrificada*. 2016. Disponible en <http://www.sedisicom.com/>

Montón Cartero, Alberto. *Control de un robot mediante raspberry pi*. Manresa: Universidad Politécnica de Cataluña, 2014. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/.../ALBERTO%20MONTON%20CUARTERO.pdf?>

Paz, Jenaro Carlos, Rodarte Dávila, Jesús y Pérez Blanco, Ricardo Enrique. *Casa inteligente y segura*. Juarez: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2010. ISBN: 978-607-7953-85-2. Disponible en http://www.innotec.com.ec/?gclid=CjwKCAiA5qTfBRAoEiwAwQy-6aIGqW8BF3PO_TDjh0GssnzVUNdmwjtt40uynCz7s4_j7ikN6QfhpBoCJx4QAvD_BwE

Pomares Baeza, Jorge. *Manual de Arduino*. Alicante (España): Univesitat d'Alacant, 2009. Disponible en <https://arduinoobot.pbworks.com/f/Manual+Programacion+Arduino.pdf>

POWER SONIC. *SIMEC CHILE SRL*. San Diego: POWER SONIC, 2001. Disponible en <http://www.power-sonic.com/>

Raspberry Pi. *Raspberry Pi: Guía de usuario*. Reino Unido: Raspberry Pi, 2018. ISBN-10: 1119264367. Disponible en <https://es.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=raspberrypi>.

Raspberry Shop. *Guía Raspberry Pi para principiantes.* Reino Unido: Raspberry Pi, 2017. ISBN-13: 978-1119264361. Disponible en <https://www.raspberrypi.org/documentation/guides/index.html>

Rhades, Luis Carlos. *Pautas técnicas para la correcta instalación y uso de los alambros eléctricos.* Santa Rosa (Argentina): Ediciones INTA, 2015. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia.../pautas-tecnicas-correcta-instalacion-t42784.ht>.

Romero, Oriela, Levío Campos, Juan y Carillanca, Inia. *Cerco eléctrico.* Temuco (Chile): INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, CENTRO REGIONAL CARILLANCA, 2009. Disponible en https://www.megafactory.cl/cerco-electrico?gclid=CjwKCAiA5qTfBRAoEiwAwQy-6QdJSGv-7uLGDgM2IjBVLsKUnJc_9mY5Oy8i06toNxc5aqXkyeOULxoC6PUQAvD_BwE

Romero, Jacobo. *Análisis del funcionamiento de los paneles fotovoltaicos y sus utilidades en las regiones de la costa y sierra del Ecuador.* Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2015. Disponible de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1911/1/T-SENESCYT-01011.pdf>

Sevil, Ricardo Marcos. *proyecto de aprovechamiento de la energía solar para la producción de electricidad en el nuevo edificio de la ETSE.* Virginia: s.n., 2001. Disponible en <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/103res.pdf>

TERKO. *Manual Práctico de cercas eléctricas.* Uruguay: Terko, 2002. Disponible en <https://www.terko.com.uy/images/pdf/cercaselectricas.pdf>

Torrente, Oscar. *Arduino. curso práctico de formación.* México: Alfa omega Grupo Editor, 2013. ISBN: 978-607-707-648-3. Disponible en http://www.cienciasvirtuales.com/wp-content/.../11/Arduino_Curso_Practico_de_Formacion.pdf

Ugarteche Ribera, Joaquin. *Manual de instalaciones pecuarias para el pastoreo de ganado bovino.* Nariño (Colombia): SEDAG, 2000. Disponible en www.sicsantacruz.com/.../bovinocultura/148-manual-de-instalaciones-pecuarias-para-...

ANEXOS

ANEXO A. Norma IEC 60335-2-76 (ANEXO BB)

ROSA ANDREOTTI
SALVATI PUBLIS
00144/0111
P.le E. Mattei, 10
00144 Roma, Italia
Tel. 06/4781235

Anexo BB (normativo)

Instrucciones para la instalación y conexión de cercos eléctricos

BB.1 Requisitos para cercos eléctricos para animales

Los cercos eléctricos para animales y su equipo auxiliar deberán instalarse, operarse y mantenerse de manera de minimizar el peligro para personas, animales o el medio circundante.

Se evitarán las construcciones de cercos eléctricos para animales con probabilidad de que produzcan que los animales o personas queden atrapados.

No se proveerá un cerco eléctrico para animales que se alimente de dos energizadores separados o de circuitos de cerco independientes del mismo energizador.

Para dos cercos eléctricos de animales separados, cada uno alimentado por un energizador diferente temporizado independientemente, la distancia entre los alambres de los dos cercos eléctricos será como mínimo de 2 m. Si esta brecha tuviera que cerrarse, esto se efectuará mediante material eléctricamente no conductivo o una barrera metálica aislada.

El alambre de púa o el alambre concertina no deberá ser electrificado por un energizador.

Un cerco no electrificado que incorpore alambre de púa o alambre concertina puede utilizarse para soportar uno o más alambres compensados electrificados de un cerco eléctrico de animales. Los dispositivos soporte de los alambres electrificados serán construidos de modo tal de asegurar que estos alambres estén posicionados a una distancia mínima de 150 mm respecto del plano vertical de los alambres no electrificados. El alambre de púa y el alambre concertina llevarán conexión a tierra a intervalos regulares.

Respecto de la puesta a tierra, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante del energizador.

Deberá mantenerse una distancia de como mínimo 10 m entre el electrodo de tierra del energizador y las partes conectadas de cualquier otro sistema de tierra como la tierra protectora del sistema de alimentación eléctrica o la tierra del sistema de telecomunicaciones.

Los cables conectores dentro de los edificios deberán ser efectivamente aislados de las partes estructurales del mismo con bajada a tierra. Esto puede conseguirse utilizando cable aislado de alta tensión.

Los cables conectores subterráneos serán desplegados en conductos de material resistente o en su defecto se utilizará cable de alta tensión aislado. Debe tenerse cuidado de evitar dañar los cables conductores debido a los efectos de las pezuñas de animales o de las ruedas de tractor que se hunden en la tierra.

Los cables conectores no se deberán instalar en el mismo conducto que el cableado de alimentación de línea, o los cables de comunicación o de datos.

Los cables conectores y los alambres de cercos eléctricos de animales no deberán cruzar por arriba de las líneas aéreas de transmisión eléctrica o de comunicación. —

Se evitará en todo lo posible el cruce con líneas eléctricas aéreas. Si el cruce no puede ser evitado se realizará por debajo de la línea eléctrica y tanto como sea posible a ángulos rectos respecto de ella. —

Si los cables conectores y los alambres de cercos eléctricos de animales son instalados cerca de una línea eléctrica aérea, la distancia respecto de la misma no será inferior a las indicadas en el Cuadro BB1. —

Cuadro BB1 – Distancias mínimas a líneas eléctricas para cercos eléctricos para animales

Tensión de la línea eléctrica V	Distancia m
≤ 1 000	3
> 1 000 y ≤ 33 000	4
> 33 000	6

Si los cables conectores y los alambres de cercos eléctricos de animales son instalados cerca de una línea eléctrica aérea, la altura de los mismos sobre la tierra no será mayor de 3 m. —

Esta altura se aplica a cualquier costado de la proyección ortogonal de los conductores más exteriores de la línea de alimentación sobre la superficie de la tierra, para una distancia de: —

- 2 m para líneas eléctricas que operan a una tensión nominal no mayor de 1 000 V;
- 15 m para líneas eléctricas que operan a una tensión nominal superior a 1 000 V.

Los cercos eléctricos de animales destinados a disuadir pájaros, para contención de mascotas domésticas o para el adiestramiento de animales como vacas sólo necesitan ser abastecidos desde energizadores de baja potencia para obtener una performance satisfactoria y segura. —

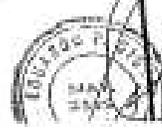
En los cercos eléctricos de animales destinados a disuadir pájaros de hacer nidos en edificios, no se conectará un alambre de cerco eléctrico al electrodo de tierra del energizador. Se colocará un cartel de advertencia en cada punto donde las personas puedan acceder fácilmente a los conductores. —

Cuando un cerco eléctrico de animales cruce una vía pública, se incorporará una compuerta no electrificada en el cerco eléctrico de animales en el punto o se proveerá un cruce con peñaños. En un cruce tal, los cables electrificados adyacentes tendrán carteles de advertencia. —

Cualquier parte de un cerco eléctrico de animales que este instalado a lo largo de un camino o vía pública será identificado a intervalos frecuentes mediante carteles de advertencia sujetos firmemente a los postes del cerco o a los alambres del cerco. —

El tamaño del cartel de advertencia será de como mínimo 100 mm x 200 mm. —

El color de fondo de ambos lados del cartel de advertencia será amarillo. La inscripción en el cartel será en negro y con cualquiera de los siguientes textos: —



- el símbolo de la Figura BB1, o
- básicamente el texto siguiente "PRECAUCIÓN: cerco eléctrico de animales".

La inscripción será indeleble, inscrita a ambos lados del cartel de advertencia y tendrá una altura de como mínimo 25 mm.

Asegúrese que todos los equipos auxiliares operados desde línea conectados al circuito del cerco eléctrico de animales brinde un grado de aislación entre el circuito del cerco y la línea de alimentación equivalente a la provista por el energizador.

NOTA 1 Se considera que el equipo auxiliar que cumple con los requisitos de aislación entre el circuito del cerco y la línea de alimentación de las Cláusulas 14, 16 y 29 de la norma para electrificadores de cercos, proporciona un nivel adecuado de aislación.

Se proporcionará para el equipo auxiliar protección contra inclemencias climáticas, a menos que este equipo esté certificado por el fabricante como apropiado para uso en exteriores, y es del tipo con un grado mínimo de protección IPX4.

BB2 Requisitos para cercos eléctricos de seguridad

Los cercos eléctricos de seguridad deberán ser instalados, operados y mantenidos de modo tal de minimizar el peligro a las personas y reducir el riesgo de que las mismas reciban un shock eléctrico, salvo que intenten penetrar la barrera física, o se encuentren en el área segura sin la debida autorización.

Las construcciones de cercos eléctricos de seguridad que puedan conducir al atropamiento de personas serán evitadas.

Las entradas de los cercos eléctricos de seguridad deberán poder ser abiertas sin que la persona reciba un shock eléctrico.

El cerco eléctrico de seguridad no se alimentará de dos energizadores separados o de circuitos de cerco independientes del mismo energizador.

Para dos cercos eléctricos de seguridad cualquiera separados, cada uno alimentado por un energizador diferente independientemente temporizado, la distancia entre los alambres de los dos cercos eléctricos de seguridad será como mínimo de 2,5 m. Si esta brecha tuviera que cerrarse, esto se efectuará mediante material no conductor eléctricamente o una barrera metálica aislada.

El alambre de púa o el alambre concertina no deberá ser electrificado por un energizador.

Respecto de la puesta a tierra, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante del energizador.

La distancia entre el electrodo de tierra del cerco eléctrico de seguridad y demás sistemas de tierra será de como mínimo 2 m, salvo cuando esté asociada a una malla de puesta a tierra.

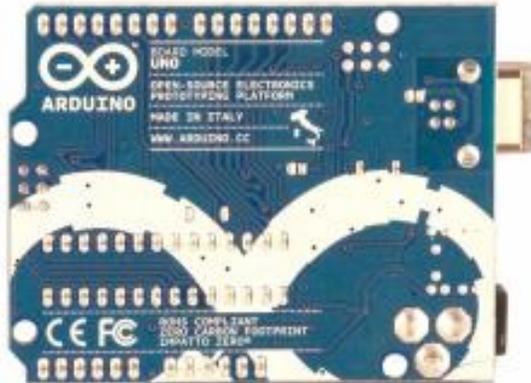
NOTA 1 En la medida de lo posible la distancia entre cualquier electrodo de tierra del cerco eléctrico de seguridad eléctrico y demás sistemas de tierra preferiblemente debería ser de como mínimo 10 m.

Las partes conductoras expuestas de la barrera física serán puestas efectivamente a tierra.



ANEXO B. DATASHEET ARDUINO UNO

Arduino Uno



Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a

USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller: simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-uno-reference-design.zip](#)

Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN**. The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V**. The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the

board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.

- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#).
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I²C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega328 ports?](#)

Communication

The Arduino UNO has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega8U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '8U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, [on Windows, a .inf file is required](#). The Arduino

software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega8U2 firmware source code is available . The ATmega8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2. You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See [this user-contributed tutorial](#) for more information.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the

1. XBee Series 2 OEM RF Modules

The XBee Series 2 OEM RF Modules were engineered to operate within the ZigBee protocol and support the unique needs of low-cost, low-power wireless sensor networks. The modules require minimal power and provide reliable delivery of data between remote devices. The modules operate within the ISM 2.4 GHz frequency band.



1.1. Key Features

High Performance, Low Cost

- Indoor/Urban: up to 133' (40 m)
- Outdoor line-of-sight: up to 400' (120 m)
- Transmit Power: 2 mW (+3 dBm)
- Receiver Sensitivity: -95 dBm

RF Data Rate: 250,000 bps

Advanced Networking & Security

Retries and Acknowledgements
DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
Each direct sequence channel has over 65,000 unique network addresses available
Point-to-point, point-to-multipoint and peer-to-peer topologies supported
Self-routing, self-healing and fault-tolerant mesh networking

Low Power

XBee Series 2

- TX Current: 40 mA (@3.3 V)
- RX Current: 40 mA (@3.3 V)
- Power-down Current: < 1 μ A @ 25°C

Easy-to-Use

No configuration necessary for out-of box RF communications
AT and API Command Modes for configuring module parameters
Small form factor
Extensive command set
Free X-CTU Software (Testing and configuration software)
Free & Unlimited Technical Support

1.1.1. Worldwide Acceptance

FCC Approval (USA) Refer to Appendix A [p50] for FCC Requirements. Systems that contain XBee Series 2 RF Modules inherit MaxStream Certifications.

ISM (Industrial, Scientific & Medical) **2.4 GHz frequency band**

Manufactured under **ISO 9001:2000** registered standards

XBee Series 2 RF Modules are optimized for use in **US, Canada, Australia, Israel and Europe** (contact MaxStream for complete list of agency approvals).



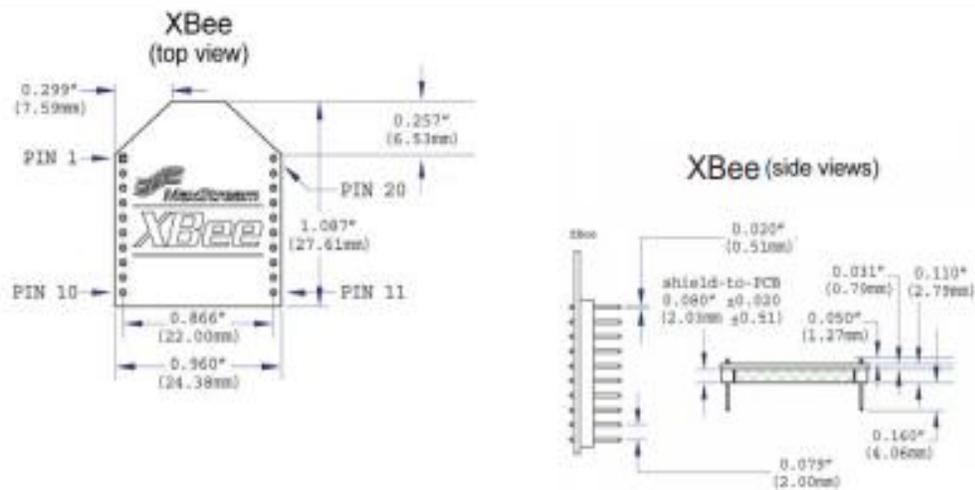
1.2. Specifications

Table 1.01: Specifications of the XBee Series 2 (2014 RF Module) (PRELIMINARY)

Specification	XBee Series 2
Performance	
Indoor/Urban Range	up to 133 ft. (40 m)
Outdoor RF line-of-sight Range	up to 400 ft. (120 m)
Transmit Power Output (software-selectable)	2mW (+3dBm)
RF Data Rate	250,000 bps
Serial Interface Data Rate (software-selectable)	1200 - 250,000 bps (non-standard baud rates also supported)
Receiver Sensitivity	-95 dBm (1% packet error rate)
Power Requirements	
Supply Voltage	2.8 - 3.4 V
Operating Current (Transmit)	40mA (@ 3.3V)
Operating Current (Receive)	40mA (@ 3.3V)
Power-down Current	< 1 uA @ 25°C
General	
Operating Frequency Band	ISM 2.4 GHz
Dimensions	0.960" x 1.087" (2.438cm x 2.761cm)
Operating Temperature	-40 to 85°C (Industrial)
Antenna Options	Integrated Whip, Chip, RP-SMA, or UFL Connector
Networking & Security	
Supported Network Topologies	Point-to-point, Point-to-multipoint, Peer-to-peer & Mesh
Number of Channels (software-selectable)	16 Direct Sequence Channels
Addressing Options	PAN ID and Addresses, Cluster IDs and Endpoints (optional)
Agency Approvals	
United States (FCC Part 15.247)	Pending
Industry Canada (IC)	Pending
Europe (CE)	Pending

Antenna Options: The ranges specified are typical when using the Integrated Whip (11.5 dBi) and Dipole (2.1 dBi) antennas. The Chip antenna option provides advantages in its form factor; however, it typically yields shorter range than the Whip and Dipole antenna options when transmitting outdoors. For more information, refer to the "XBee Series 2 Antenna" application note located on MaxStream's web site.

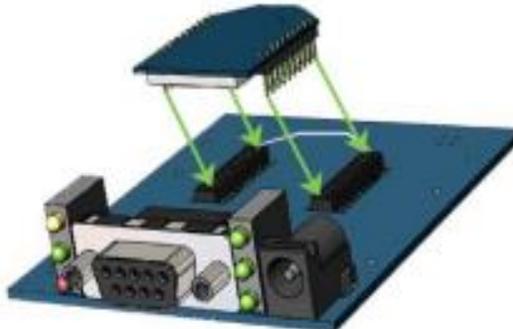
<http://www.maxstream.net/support/knowledgebase/article.php?id=153>



1.4. Mounting Considerations

The XBee Series 2 RF Module (through-hole) was designed to mount into a receptacle (socket) and therefore does not require any soldering when mounting it to a board. The XBee Series 2 Development Kits contain RS-232 and USB interface boards which use two 20-pin receptacles to receive modules.

Figure 1-02. XBee Series 2 Module Mounting to an RS-232 Interface Board.



The receptacles used on MaxStream development boards are manufactured by Century Interconnect. Several other manufacturers provide comparable mounting solutions; however, MaxStream currently uses the following receptacles:

- Through-hole single-row receptacles -
Samtec P/N: MMS-110-01-L-SV (or equivalent)
- Surface-mount double-row receptacles -
Century Interconnect P/N: CPRMSL20-D-0-1 (or equivalent)
- Surface-mount single-row receptacles -
Samtec P/N: SMM-110-02-SM-S

MaxStream also recommends printing an outline of the module on the board to indicate the orientation the module should be mounted.

1.5. Pin Signals

Figure 1-03. XBee Series 2 RF Module Pin Number (top sides shown - shields on bottom)

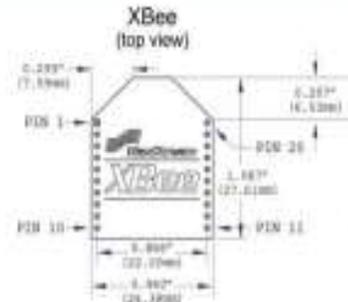
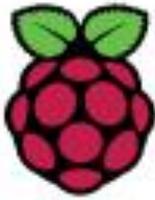


Table 1-02. Pin Assignments for the XBee Series 2 Modules (Low-asserted signals are distinguished with a horizontal line above signal name.)

Pin #	Name	Direction	Description
1	VCC	-	Power supply
2	DOUT	Output	UART Data Out
3	DIN / <u>CONFIG</u>	Input	UART Data In
4	DIO8	Either	Digital I/O 8
5	<u>RESET</u>	Input	Module Reset (reset pulse must be at least 200 ns)
6	PWM0 / RSSI / DIO10	Output	PWM Output 0 / RX Signal Strength Indicator / Digital IO
7	PWM / DIO11	Either	Digital I/O 11
8	[reserved]	-	Do not connect
9	<u>DTR</u> / <u>SLEEP_RQ</u> / D18	Input	Pin Sleep Control Line or Digital Input 8
10	GND	-	Ground
11	DIO4	Either	Digital I/O 4
12	<u>CTS</u> / DIO7	Either	Clear-to-Send Flow Control or Digital I/O 7
13	<u>ON</u> / <u>SLEEP</u>	Output	Module Status Indicator
14	[reserved]	-	Do not connect
15	Associate / DIO5	Either	Associated Indicator, Digital I/O 5
16	<u>RTS</u> / DIO6	Either	Request-to-Send Flow Control, Digital I/O 6
17	AD3 / DIO3	Either	Analog Input 3 or Digital I/O 3
18	AD2 / DIO2	Either	Analog Input 2 or Digital I/O 2
19	AD1 / DIO1	Either	Analog Input 1 or Digital I/O 1
20	AD0 / DIO0	Either	Analog Input 0 or Digital I/O 0

Design Notes:

- Minimum connections: VCC, GND, DOUT & DIN
- Minimum connections to support firmware upgrades: VCC, GND, DIN, DOUT, RTS & DTR
- Signal Direction is specified with respect to the module
- Module includes a 30k Ohm resistor attached to RESET
- Several of the input pull-ups can be configured using the PR command
- Unused pins should be left disconnected



Raspberry Pi 3 Model B+



Overview



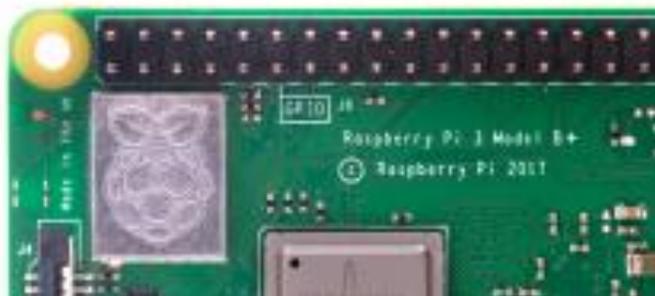
The Raspberry Pi 3 Model B+ is the latest product in the Raspberry Pi 3 range, boasting a 64-bit quad core processor running at 1.4GHz, dual-band 2.4GHz and 5GHz wireless LAN, Bluetooth 4.2/BLE, faster Ethernet, and PoE capability via a separate PoE HAT

The dual-band wireless LAN comes with modular compliance certification, allowing the board to be designed into end products with significantly reduced wireless LAN compliance testing, improving both cost and time to market.

The Raspberry Pi 3 Model B+ maintains the same mechanical footprint as both the Raspberry Pi 2 Model B and the Raspberry Pi 3 Model B.

Specifications

Processor:	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz
Memory:	1GB LPDDR2 SDRAM
Connectivity:	<ul style="list-style-type: none">■ 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11 .b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE■ Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300Mbps)■ 4 × USB 2.0 ports
Access:	Extended 40-pin GPIO header
Video & sound:	<ul style="list-style-type: none">■ 1 × full size HDMI■ MIPI DSI display port■ MIPI CSI camera port■ 4 pole stereo output and composite video port
Multimedia:	H.264, MPEG-4 decode (1080p30); H.264 encode (1080p30); OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics
SD card support:	Micro SD format for loading operating system and data storage
Input power:	<ul style="list-style-type: none">■ 5V/2.5A DC via micro USB connector■ 5V DC via GPIO header■ Power over Ethernet (PoE)–enabled (requires separate PoE HAT)
Environment:	Operating temperature, 0–50 °C
Compliance:	For a full list of local and regional product approvals, please visit www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b+
Production lifetime:	The Raspberry Pi 3 Model B+ will remain in production until at least January 2023.



ANEXOS E. DATASHEET SHIELD900 GSM/GPRS

GSM/GPRS Shield

Datasheet



Tinysine Electronics @ 2014
Version 1.0

INTRODUCTION

The GPRS/GSM Shield provides you a way to use the GSM cell phone network to receive data from a remote location. The shield allows you to achieve this via any of the three methods:

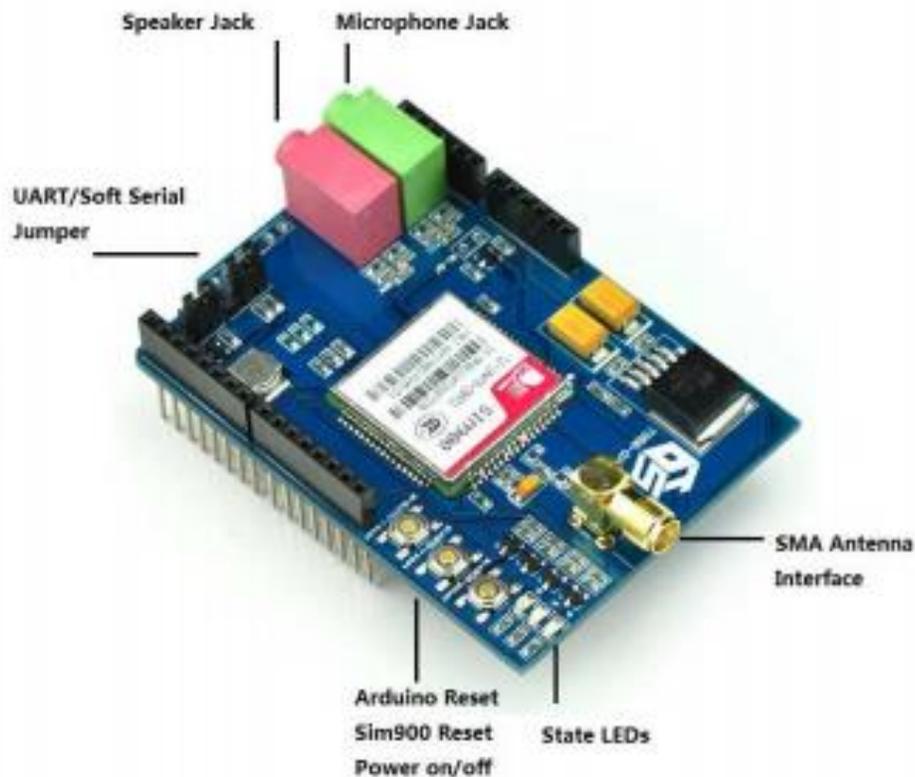
- Short Message Service
- Audio
- GPRS Service

The GPRS Shield is compatible with all boards which have the same form factor (and pinout) as a standard Arduino Board. The GPRS Shield is configured and controlled via its UART using simple AT commands. Based on the SIM900 module from SIMCOM, the GPRS Shield is like a cell phone. Besides the communications features, the GPRS Shield has 12 GPIOs, 2 PWMs and an ADC.

SPECIFICATIONS

- Quad-Band 850 / 900/ 1800 / 1900 MHz - would work on GSM networks in all countries across the world.
- GPRS multi-slot class 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Class 4 (2W@850/900MHz)
- Class 1 (1W@1800/1900MHz)
- Control via commands (GSM 07.07, 07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Short message service
- Free serial port selection
- RTC supported with Super Cap
- Power on/off and reset function supported by Arduino Interface

Overview



The Indicator LEDs

The GSM Shield has three indicator LEDs for the GSM Shield power, SIM900 power and net status.

GSM Shield power(P):

This LED is used to indicate the power status of the GSM Shield. If the external power supply is connected to the Arduino board, then the GSM Shield will get power, this LED will light on.

SIM900 power(S):

This LED is used to indicate the power status of the SIM900. After the SIM900 is powered on, the status LED will light on.

Net Status(N):

This LED is used to indicate the net status. The LED will blink slowly or quickly according to different states.

Status	Description
Off	SIM900 is not running
64ms On/800ms Off	SIM900 not registered the network
64ms On/3000ms Off	SIM900 registered to the network
64ms On/300ms Off	GPRS communication is established

The buttons

There are 3 buttons on the GSM shield board.

SIM900 Power Button:

Stack the GSM shield on your arduino main board. The GSM shield will running automatically when you power up your arduino main board. If you want turn on/off the SIM900 module manually. Just press the the sim900 power button one second.

SIM900 Reset Button

Reset the SIM900 module.

Arduino Reset Button:

Reset the Arduino main board. Same function as the Reset Button which on the arduino main board.

Note: Our test sketch will control D8 pin to turn on the SIM900 when the arduino board is powered up.