



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DESARROLLO DE UN SISTEMA DEMOSTRATIVO DE CONTROL Y
MONITOREO, PARA EL ESTUDIO DE UN GRUPO DE RESES Y SU
ENTORNO, CON CENTRAL EN UN SERVIDOR

“Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Electrónica y Redes de
Comunicación”

Profesor Guía:

Ing. Alejandro Gómez

Autoras

Lisset Belén Jumbo Moreira

Bárbara Jordana Moya Rubio

Año

2015

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con los estudiantes, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Alejandro Paul Gómez Reyes
Maestría en Ingeniería Eléctrica y Electrónica
1714913637

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes

Lisset Belén Jumbo Moreira

1723777502

Bárbara Jordana Moya Rubio

1723619274

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios quien guía mis pasos, me da fuerzas para superar las adversidades, y me ama incondicionalmente. A mis padres, Diego y Ninfa, quienes son mi mayor bendición, por ser un ejemplo de vida, por hacer lo imposible para que yo cumpla mis sueños. A mi hermano, David por estar siempre presente, y enseñarme que la vida también es sonrisas. A mi novio, Xavier por ser un apoyo incondicional, por impulsarme para alcanzar mis metas, e invitarme a soñar más alto. Y a mis amigos, Lisset, Alejandro, Dimitri, por ser la mejor compañía durante 5 años, no lo habría logrado sin ustedes.

Bárbara Moya

RESUMEN

Mediante la implementación de este proyecto lo que se organizará y optimizará los recursos de un sector muy importante en la economía de la provincia de Manabí como lo es la ganadería. Se desarrolló un software con el cual se puede llevar un control más profundo de lo que implica dedicarse a este negocio; en el cual se detallan parámetros específicos de cada animal lo que permitirá al usuario la toma de decisiones en cuanto a medidas preventivas para que sucedan o no ciertos eventos. Adicionalmente se incluye un dispositivo de rastreo para poder conocer la ubicación exacta de cada animal para sobre todo evitar pérdidas de los mismos.

En cuanto al entorno en donde se desarrolla este tipo de negocio se ha implementado un sistema de riego activado por sensores que miden la humedad de la tierra para determinar cuánto ésta necesita ser regada y almacena un registro de estas mediciones.

ABSTRACT

By the implementation of this project what we pretend to do is to organize and optimize the resources of a very important sector in the economy of the Manabi's province as it is livestock. We developed a software with which the user can get a deeper understanding of what it means engaging in this business; in which specific parameters of each animal will be detailed allowing to take decisions to the user about preventive measures to avoid certain events happen or not. Additionally a tracking device to know the exact location of each animal to especially avoid losses thereof are included.

About the environment in where this type of business is developed, it was implemented an irrigation system that is activated by sensors that measure the ground's dampness to determine when it needs to be irrigated, and also saves a record of those measures.

INDICE

1.Marco Teórico	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Fundamentación	2
1.3 Viabilidad	3
1.4 Diseño Conceptual.....	4
1.4.1 Diagrama de bloques Sistema de Control	5
1.4.2 Diagrama de bloques Sistema de Riego	6
1.5 Utilización de sistemas para la automatización.....	7
1.6 Utilización de sistemas aplicados a la ganadería	9
1.7 Desarrollo de aplicaciones libres para control de reses.....	10
1.8 Monitoreo Satelital aplicado a la ganadería	11
2. Análisis y Diseño	12
2.1 Descripción del hardware y software.....	12
2.1.1 Sistema y funcionamiento.....	12
2.1.1.1 Software de control	13
2.1.1.2 Hardware de control.....	15
2.1.2 Entorno de trabajo	24
2.1.3 Uso de una báscula como parte del sistema de control	24
2.1.4 Diseño electrónico del prototipo de un sistema de riego	25
2.1.5 Algoritmo para detección de celo.....	34
2.2 Transmisión	36
2.2.1 Protocolos.....	36
2.1.2 Comunicación	38
2.3 Beneficios.....	40
2.3.1 Usos	40
2.4 Proyección	41
2.2.1 Desafíos del mercado	41
3. Construcción e Implementación	4

3.1 Programación del software	41
3.1.1 Gestión de Usuarios	41
3.1.2 Envío del archivo que contiene los pesos del ganado desde un ordenador remoto	44
3.1.3 Gestión de Administración de registros del ganado.....	47
3.2 Programación del hardware.....	54
3.2.1 Hardware de control.....	54
3.2.2 Sistema de Riego.....	56
3.3 Pruebas y ajustes.....	57
3.3.1 Conexión con la báscula	57
3.3.2 Posicionamiento.....	59
3.3.3 Almacenamiento de datos relativos al porcentaje de humedad del suelo	59
4 Análisis de costos	60
5. Conclusiones y Recomendaciones	62
5.1 Conclusiones	62
5.2 Recomendaciones.....	63
6. Referencias	64
7. Anexos.....	70

1. MARCO TEÓRICO

1.1.- Planteamiento del problema

La falta de recursos tecnológicos, el inexistente control de las reses y el inadecuado cuidado del entorno de crianza, complica la labor del dueño a la hora de generar suficientes medidas para una vigilancia adecuada, a esto se le suman las altas probabilidades de robo que existen y en ciertos casos cuando se trabaja con ganado de alto costo estas probabilidades aumentan aún más.

Debido a esta falta de recursos y controles que existen actualmente se torna difícil llegar a determinar si un animal cuenta con un peso ideal impidiéndole al dueño tomar acciones respectivas para que esto cambie en el tiempo oportuno. Así mismo el no llevar un control de cuantos animales o qué animales son originarios del criadero al momento de la venta son factores importantes ya que de no conocer al respecto se podría llegar a una falla de la misma, ya que de la genética del animal también depende que este pueda venderse a un mejor precio y para los animales que no hayan sido engendrados en el criadero esto (De qué forma o formas se fallaría).

Actualmente la detección del estado de celo y el cuidado del ganado se basa de manera heurística en los conocimientos que adquiere una persona que se ha desarrollado en el medio con el pasar de los años, esto no significa que los resultados sean verídicos. Otro inconveniente que existe al no detectar a tiempo el celo de una vaca es el deterioro de su vida productiva y de su aparato reproductivo.

Otro factor importante y difícil de controlar en ganaderías extensivas es el robo de animales, ya que según estudios realizados por el abogado Gozoso Andrade delincuentes roban hasta 3000 cabezas de ganado por año(Andrade G., 2015), debido a que en ocasiones los semovientes se encuentran pastando en potreros ubicados en los límites de una finca en los cuales por lo general no existen puntos

de control, tanto ha sido así que los ganaderos han desistido de denunciar estos casos, ya que poco o nada se hace para remediar esta situación.

1.2.- FUNDAMENTACIÓN

En cualquier negocio que se emprenda sin importar el tipo de ambiente en el que se desarrolle es necesario conocer y poseer datos que sean reales, para poder establecer un estado de ganancias y pérdidas acertado y así determinar si dicho negocio es o no rentable para una o varias personas.

Y no podía ser de otra manera en el negocio de la ganadería, hoy por hoy esto es aparentemente rentable, pero por motivos de falta de control o de conocimiento, muchas personas dejaron de dedicarse a esto pues según ellos no era lo suficientemente fructífero.

Es por esto que existe ya la necesidad de un sistema de control y registro aplicable a este ámbito, ya que mediante éste las personas dedicadas a la ganadería podrán trabajar con datos más certeros, es decir, con el panorama un poco más claro y así optimizar de mejor manera sus recursos lo que conlleva a que sus ganancias sean mayores de lo que son actualmente.

De igual manera saber la ubicación geográfica del animal es importante ya que algunas ganaderías se manejan animales de alto costo, y el robo de alguno de estos significa una gran pérdida, pero si se monitorea el movimiento del mismo se podría actuar de manera rápida y lograr el rescate del animal y a pesar de las campañas que realiza el gobierno para que las personas denuncien los casos de abigeato, se hace imprescindible aplicar un método de control preventivo particularmente.

Así mismo según los reportes basados en el recorrido de los animales determinar si alguno de estos se encuentra enfermo y tomar precauciones como aplicar medicamentos o aislarlo en caso de determinar que es una enfermedad contagiosa lo que evitaría que otros animales se contagien rápidamente. O en caso de ser vacas determinar el estado de celo, lo cual permitiría al dueño tomar

las medidas correspondientes en el tiempo oportuno, y así evitar posibles daños que afectarían al animal.

Al tener un registro de control y monitoreo de la procedencia y movimientos del ganado, se puede garantizar su calidad y proteger los interés tanto del ganadero como del consumidor, ya que será de conocimiento público lo que se está vendiendo y/o comprando.

De igual manera hoy por hoy debido a los cambios climáticos extremos que se viven alrededor del mundo se ve la necesidad de implementar sistemas de riego ya que la sequía es un mal que afecta en gran manera a muchas partes del mundo y lamentablemente Manabí es una de ellas y lo que en la mayoría de lugares se hace es almacenar agua proveniente de las abundantes lluvias del invierno, el cual dura relativamente poco en estas zonas, para poder utilizarla en verano, por lo cual es imprescindible optimizar al máximo este recurso.

1.3.- VIABILIDAD

Este proyecto es viable siempre y cuando sea aplicado a ganaderías extensivas y cuyo producto sea de gran calidad debido al costo que significa su implementación, ya que si el valor que costaría la pérdida o robo del animal es considerablemente alto nace la necesidad de tomar la mayor cantidad de precauciones posibles. Otro factor que se debe tomar en cuenta es que algunos de los dispositivos son aplicables no solo a un animal sino a varios por lo que su costo sería divisible. Para la parte del sensor debido a su movilidad y optimización de recursos el prototipo puede ser usado no solo para cierta área de terreno, es decir un solo prototipo puede tener varios usuarios dependiendo del uso y cuidado que se le dé a este.

Por otro lado en estos días la mayoría de usuarios ya cuenta con algunos de los dispositivos necesarios en este proyecto como lo son una computadora y un teléfono celular, lo que significa una baja en los costos de implementación al igual que el uso de software gratis, otro costo que se omite en este proyecto sería el de capacitaciones extras debido a su fácil manejo.

El uso de un sistema de riego que se active mediante parámetros arrojados por un sensor, ayudará al usuario a optimizar su suelo que actualmente en la mayoría de los casos se encuentra maltratado y también el agua que es ya escasa en el sector en donde se planea la implementación de este proyecto, por lo que el costo se justificaría a largo plazo, ya que el suelo seguirá rindiendo frutos por más tiempo.

1.4- DISEÑO CONCEPTUAL

1.4.1.- Diagrama de bloques Sistema de Control

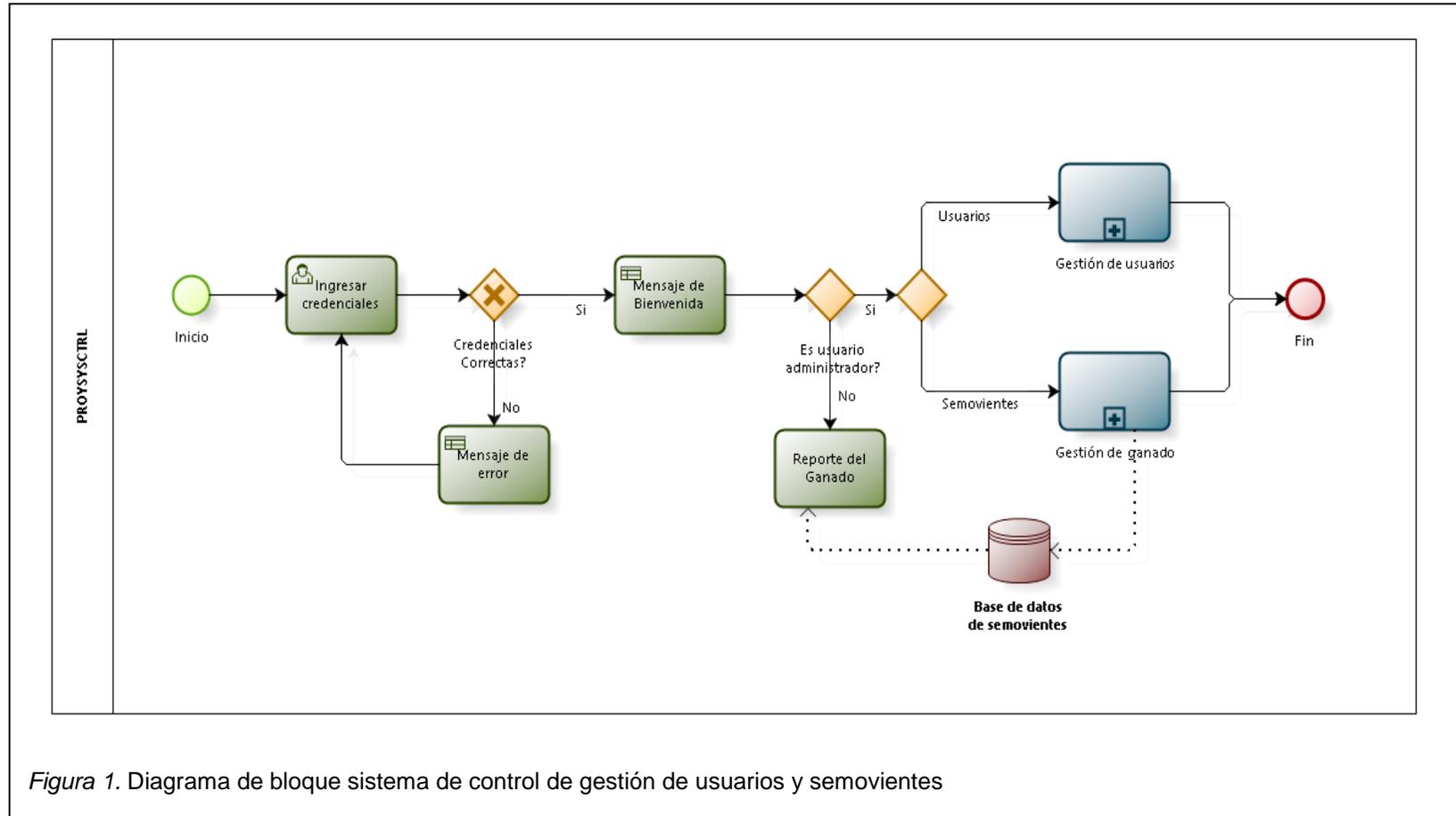
En nuestro sistema de control, el proceso inicia con la autenticación de credenciales, se presentará un formulario con dos campos:

- Usuario: Presentará una lista de valores con los nombres de usuario.
- Contraseña: Se debe digitar la contraseña correspondiente al usuario seleccionado, la misma que al digitar se rellena de asteriscos en el campo.

Si las credenciales son correctas el usuario puede ingresar al sistema, caso contrario se despliega un mensaje de error y puede ingresar nuevamente la respectiva contraseña. Una vez que las credenciales ingresadas son correctas, se despliega un mensaje de bienvenida al usuario

Si el usuario elegido no es el de administrador, el sistema únicamente le permitirá acceder al reporte de gestión del ganado, más no modificarlo de ninguna manera, ni acceder a la gestión de usuarios. Si el usuario elegido administrador, ingresará inmediatamente a la gestión de usuarios permitiéndole modificar los registros, y también le permitirá acceder a la gestión de ganado con los mismos permisos que de gestión de usuarios. A continuación se grafica el diagrama de bloques con sus respectivos elementos.

Diagrama de proceso



1.4.2.- Diagrama de bloques Sistema de Riego

El proceso del sistema de riego empieza con el análisis de la humedad del suelo, el sensor envía señales analógicas al microprocesador, y este mediante la fórmula preestablecida $-0.2732*(\text{analogRead}(0))+102$ (Aldas, 2014), calcula el porcentaje de humedad que tiene el suelo en ese momento.

Después de analizar las condiciones del suelo, el arduino enciende la bomba de agua por 2 segundos si el porcentaje de humedad es menor al 65%, si es mayor al 65% quiere decir que el suelo está lo suficientemente húmedo por lo que no necesita regarlo y vuelve a analizar las condiciones del suelo cada 10 segundos

A continuación se muestra el diagrama de bloques del sistema de riego con sus respectivos elementos.

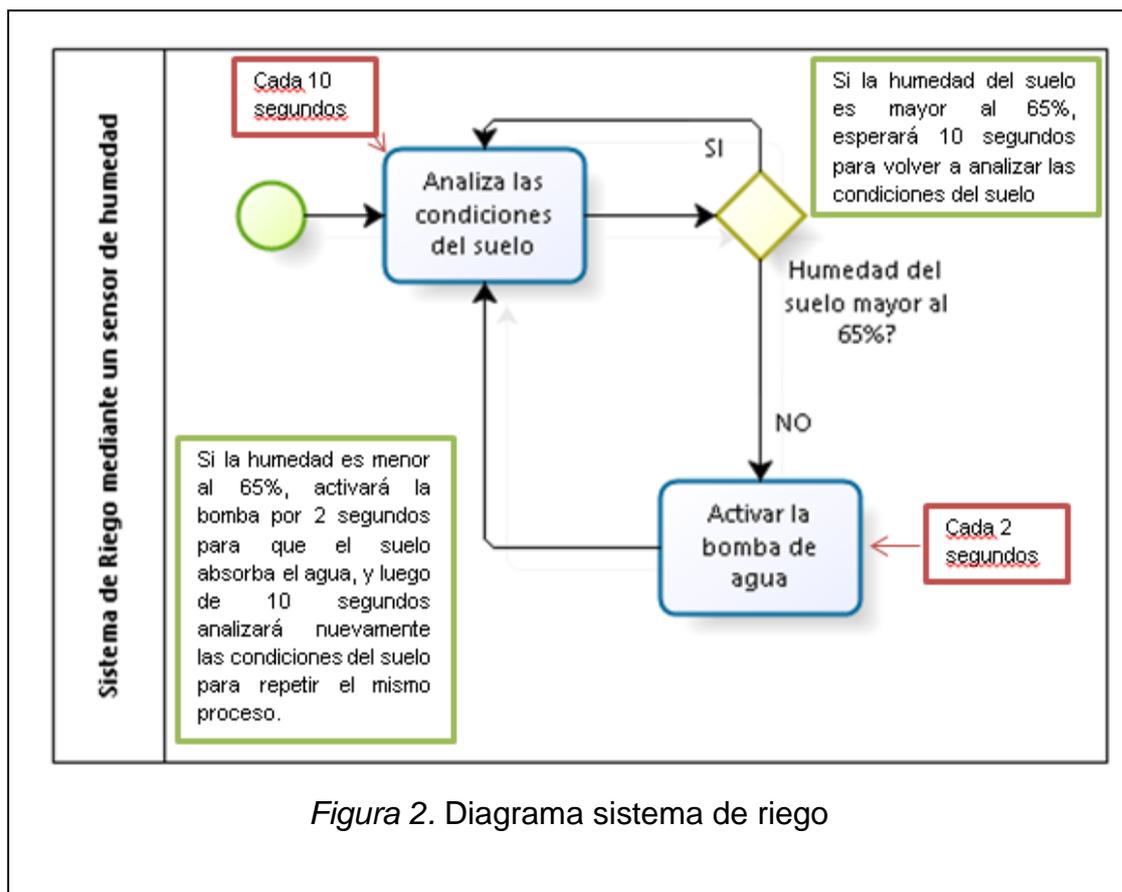


Figura 2. Diagrama sistema de riego

1.5.- UTILIZACIÓN DE SISTEMAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN

La creciente evolución de los dispositivos móviles receptores GPS, hacen posible la recopilación de datos de localización, como fotos, videos o trayectorias GPS. Es por esto que el almacenamiento, consulta, recuperación y visualización de datos de localización, son las principales funciones y operaciones que se deben considerar al momento de diseñar aplicaciones basadas en localización.

Actualmente muchas aplicaciones que permiten el uso de GPS, han sido desarrolladas para ser utilizadas en los llamados "Smartphones". Estos smartphones han llegado a ser imprescindibles para descubrir la ubicación de un usuario en tiempo real, por ejemplo cuando un usuario quiere llegar a un lugar que no conoce, o en caso de que su celular haya sido robado o por accidente olvidado en algún sitio, mediante el uso de gps, se pueda llegar a conocer el posicionamiento exacto del mismo.

El mayor uso que se le da actualmente a la red GPS es para localización de dispositivos, vehículos, animales, o cualquier objeto de valor considerable, y con esto evitar sus robos, o de llegar a darse, que puedan ser recuperados a la brevedad posible.

Es así que los datos de recorrido de cualquier objeto que se desee monitorear son almacenados en tiempo real en servidores de bases de datos, ya sea mediante GPRS o mediante Wireless.

Existen diferentes tipos de sistema de GPS:

1.5.1 Sistemas de rastreo pasivos

Formados por receptores GPS autónomos que tienen capacidad interna de almacenamiento de datos que serán procesados posteriormente. Algunos de los sistemas GPS, únicamente requieren comprobar el recorrido realizado por un activo, por activo se refiere al objeto a ser monitoreado, sin la necesidad de que

la información sea procesada en tiempo real. Este sistema provee un control detallado de los recorridos y actividades con menor costo.

Dentro de esta categoría están los celulares con gps, loggers, y navegadores personales.

1.5.2 Sistema de rastreo activos

Estos sistemas almacenan, procesan y muestran al usuario GPS la información resultante. Estos sistemas son interactivos, es decir permiten al usuario introducir o extraer información del sistema.

Un ejemplo de este tipo de rastreo es el sistema AVL (Automatic Vehicle Location), en el Ecuador lo utilizan empresas como Hunter y Carlink.

1.5.3 Sistemas de rastreo en tiempo real

Para estos sistemas los datos, provenientes del receptor GPS, son procesados continuamente y la comunicación entre el activo y la central del sistemas es permanente, por lo tanto la central como el usuario sabrán en tiempo real lo que el sistema está procesando.

Actualmente este tipo de rastreo se usa para monitorear la ruta de vehículos por ejemplo para evitar robos o el mal uso del automotor, uno de esos sistemas es CGB Satelital.

1.5.4 Sistemas de rastreo a la medida

Para usuarios con necesidades más específicas, existen empresas que se dedican al diseño y desarrollo de aplicaciones GPS, basadas en los requerimientos de sus clientes.

Un claro ejemplo de este tipo de rastreo es el servicio "Your-tracker" de la firma Newsteo, que permite adaptar el sistema de rastreo estándar, a un sistema que cumpla las necesidades del cliente, ya sea cambio de baterías en función de la autonomía deseada, o reposicionamiento de los sensores integrados.

1.5.5 Sistemas de rastreo integrados a la red GSM.

Estos sistemas son compatibles con la red GPS, por lo que existen empresas que gestionan sistemas y servicios basados en tecnología GSM.

1.6.- UTILIZACIÓN DE SISTEMAS APLICADOS A LA GANADERÍA

Existen diferentes tipos de identificación animal, aunque muchos de ellos no son adecuados o no permiten obtener la información necesaria del animal, como es el caso del tatuaje o marcas de fuego que es el tipo de identificación más habitual.

Entre los tipos de identificación más comunes se encuentran:

1.6.1. Tatuaje o marcas de fuego

Se trata simplemente de marcar la piel de cada animal con un distintivo propio de su propietario. Este tipo de identificación no es muy útil ya que a veces un animal tiene varias marcas de diferentes dueños debido a que fue vendido y no se tiene más información del animal o de su propietario

1.6.2. Marcas auriculares

Conocida como caravana. Se trata de un dispositivo de goma o plástico que se ubica en la oreja de cada animal. Puede contener un número único de identificación del animal hasta un código de barras o un microchip con más información del animal y del propietario

En el Ecuador, desde agosto del 2011, se implementó un sistema de identificación y trazabilidad animal "SITA" con el fin de tener un registro animal de todas las ganaderías y estabilizar cuestiones sanitarias. La implementación

de este sistema permitirá tener un mejor control y garantizar la calidad de los animales en las ganaderías del Ecuador

SITA es un sistema que nos permite conocer información puntual del animal como su procedencia, propietario y sucesos que pasen en la vida del animal. Consta de un arete de doble paleta y botón con código de barras, el mismo que posee la información del propietario y del animal, y un lector de código de barras.

No se tiene más información sobre sistemas de identificación y registro en el Ecuador para el manejo de ganado, pero en la mayoría de ganaderías el registro de animales se lo lleva en un libro de registro o una hoja de Excel que son llenados manualmente.

1.7.- DESARROLLO DE APLICACIONES LIBRES PARA CONTROL DE RESES

Mediante este sistema se busca implementar un modelo de desarrollo que permita realizar monitoreos del ganado basados en la utilización del software.

Se eligió el software libre debido a las múltiples ventajas que nos ofrece como:

1. El software libre es gratuito por lo que puede crecer su desarrollo e infraestructura sin verse mermado por las licencias costosas como es el caso del software propietario.
2. Puede ser usado por cualquier persona o empresa sin la necesidad de un permiso especial siempre y cuando sea bajo las condiciones de la licencia GPL.
3. La toma de datos para realizar el desarrollo, actualizaciones, corrección de errores entre otros son realizados por parte de la comunidad por lo que permite una mayor innovación tecnológica.
4. Permite adaptar el software a las necesidades de cada usuario, ya que es flexible.
5. El desarrollo del sistema en los parámetros de las licencias del software libre, permiten la instalación del software tantas veces el usuario decida y en las maquinas que necesite.

Principalmente estas ventajas, son las razones por las cuales se ha elegido el software libre para el desarrollo del proyecto, sobre todo debido a que al ser una aplicación basada en este tipo de software, los usuarios o los dueños del ganado que van a utilizar la aplicación no tendrán que incurrir en gastos innecesarios al pagar las licencias para seguir utilizando la misma, y la pueden adaptar a sus requerimientos para que sea de mayor utilidad.

1.8.- MONITOREO SATELITAL APLICADO A LA GANADERÍA

En lo que se refiere a ganadería, los sistemas integrados, son de gran utilidad en la planificación de la explotación de esta actividad, debido a que permite realizar cálculos de carga animal, ubicación de mejoras como aguadas y lomas artificiales para una mejor distribución, presupuesto para construcción de alambradas, etc.

Actualmente en nuestro país no existen registros de aplicaciones de control y monitoreo aplicadas a la ganadería, probablemente debido a que esta actividad no es mayormente explotada como sí lo es en otros como por ejemplo, Argentina, Perú, Chile.

Por otro lado existen empresas como AgrovietMarket, Oviaragon, No Camels, entre otras, que han desarrollado sistemas de monitoreo aplicado a la ganadería basados en el uso de sistemas GPS y un servidor que almacena las ubicaciones de los animales y permite acceder a dicha información cuantas veces se desee. Estos son usados, para evitar la pérdida o robo de los semovientes así como la optimización de pastos, ya que como se conoce la ubicación de los mismos se puede determinar cuándo una parcela estará lista para ser consumida nuevamente.

Las empresas usan estos dispositivos, ya sea con un collar para que el animal lo lleve en el cuello, o algunas los han fabricado sumamente pequeños y con ciertas características de tal manera que son tragados por los animales y desde el estómago de los mismos emiten señales para registrar su localización. Según estos parámetros se puede medir el tiempo que los animales están en movimiento, o en un mismo lugar para en base a estos parámetros determinar el

estado de ánimo y las condiciones psicológicas ya que estos factores son importantes al momento de, en el caso de vacas lecheras, puede afectar la producción de leche, el estado de preñez o de celo, y en caso de animales de engorde, puede ocasionar pérdida de peso, en ambos casos significa afectación económica para su dueño.

2. ANÁLISIS Y DISEÑO

2.1.- DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE Y SOFTWARE

2.1.1.- Sistema y funcionamiento

Controles de sistema de seguridad informática y de acceso o control de usuarios.

Debido a la cantidad de formas de robo de información o modificación sin la debida autorización de la misma que actualmente existe se ve la necesidad de implementar un sistema de seguridad para este proyecto ya que la pérdida o modificación de los datos que se introduzcan en este sistema podría afectar económicamente al usuario pues en base a esta información el dueño del ganado tomará medidas para mejorar su producción pero si los datos son erróneos las medidas también lo serán y no tendría ningún sentido llevar a cabo este proyecto.

Controles de acceso Sistema.

El sistema también protege los datos con contraseña y limita o permite funciones a realizarse dentro del mismo, mediante la creación de usuarios y contraseñas específicas para cada uno de manera que exista un directo responsable del resguardo y manipulación de la información ingresada

Acceso y control de datos.

El sistema puede soportar controles de acceso discrecionales; con estos, se puede determinar si otras personas pueden leer o cambiar sus datos.

El sistema también podría apoyar a los controles de acceso obligatorios; con esto, el sistema determina las reglas de acceso en función de los niveles de seguridad de las personas, los archivos y los demás objetos en el sistema.

Administración del Sistema.

Mediante la realización de los procedimientos fuera de línea que hacen un sistema de seguro, se debe delimitar claramente las responsabilidades de administrador del sistema, mediante la capacitación de los usuarios de forma adecuada, y mediante el control de los usuarios para asegurarse de que se cumplan las políticas de seguridad. Esta categoría también incluye la gestión de seguridad más global; por ejemplo, averiguar a lo que se enfrentan es decir las amenazas de seguridad de su sistema y lo que costará para protegerlo en contra de ellas.

Diseño del Sistema.

Aprovechando las características básicas de hardware y software de seguridad; por ejemplo, usando una arquitectura de sistema que es capaz de asignar usuarios en los registro de la base de datos, aislando así los procesos privilegiados de procesos no privilegiados.

2.1.1.1 Software de Control

Acceso al Sistema: Inicio de sesión en el sistema

Se programa al sistema y éste determina si es o no quien dice ser. En términos de seguridad, este proceso de dos pasos se denomina identificación y autenticación.

Identificación y Autenticación.

La identificación es la forma de controlar en el sistema lo que eres. La autenticación es el camino a probar al sistema que es, quien dice ser. En casi cualquier sistema multi-usuario, el usuario debe identificarse, y el sistema debe autenticar su identidad, antes de poder utilizar el sistema.

Inicia sesión:

Espera un nombre o cualquier otra clave de acceso, que se haya generado en respuesta. Otros sistemas pueden esperar un ID de longitud específica (generalmente sus iniciales) o un número de cuenta.

Controles de acceso.

Hay dos tipos básicos de los controles de acceso que proporcionan diferentes niveles de protección a los archivos en su sistema: control de acceso discrecional y el control de acceso obligatorio.

Control de acceso obligatorio

El sistema protege sus archivos. En un sistema, todo tiene una etiqueta. El uso de las relaciones políticas de seguridad establecidas para su organización, el sistema decide si un usuario puede acceder a un archivo mediante la comparación de la etiqueta del usuario con la etiqueta del archivo.

Control de acceso discrecional

Es una política de acceso que restringe el acceso a los archivos (y otros objetos del sistema, tales como directorios y dispositivos) sobre la base de la identidad de los usuarios y / o los grupos a los que pertenecen.

Se gestiona al sistema para que puedan acceder a los datos y que sea permitido especificar el tipo de acceso. Por ejemplo, La mayoría de los sistemas permiten tres tipos básicos de acceso:

- Leer

Si se tiene permisos de lectura, se puede leer el archivo.

- Escribir

Si tiene acceso de escritura para un archivo, puede escribir (modificar o sustituir) el archivo.

- Ejecutar

El permiso de ejecución sólo es relevante si el archivo es un programa. Si tiene permiso de ejecución para un archivo, puede ejecutar el programa.

Este es el último es el tipo de control que se está utilizando para la manipulación de información del sistema.

Control de usuarios

Se gestionan los accesos de usuarios por directivas de consulta manejadas por el programa direccionadas hacia la base de datos, en dichas opciones se validan las diferentes alternativas, el usuario administrador generará el mantenimiento de las bases, respecto a registros de usuarios, contenido y demás, mientras que los usuarios sin privilegios solamente podrán leer y enviar contenido, a través del sistema.

Almacenamiento de registro de datos del ganado

Se manejan los registros a través de la recepción de datos que genera la controladora, con un archivo .xlsx, que luego es recibido en el servidor y mediante un programa cliente – servidor almacenará estos registros obtenidos en una base de datos.

Gestión de usuarios

Los usuarios son generados a través de sistema “Prosysctrl”, para migrar hacia una base de datos, donde los registros almacenan todos los datos de cada usuario, sean estos administradores o usuarios estándar, para ello se tiene un control en el login, que identifica al usuario, y lo redirecciona inmediatamente y de forma automática para tener el control del formulario que le corresponde.

2.1.1.2 Hardware de control

Para esta parte del proyecto mediante la utilización de dispositivos electrónicos se implementó un prototipo de un instrumento de monitoreo, a continuación pasamos a detallar los mismos y su utilidad en esta implementación.

Arduino Mega 2560

Este dispositivo cuenta con 54 pines digitales de entrada y salida, 16 entradas análogas, un cristal de 16MHz, una cabecera ICSP, una conexión de USB, 4 UARTs (hardware de puertos seriales), y el botón de reseteo. A diferencia de otros Arduinos este no usa el convertidor FTDI de USB a chip serial sino el ATmega16U2. Entre sus características adicionales cuenta con una memoria Flash de 256 Kb, una SRAM de 8 Kb y una EPROM de 4 Kb. Este dispositivo fue utilizado básicamente para realizar la comunicación entre el módulo GPS y el GSM, más adelante se procede a detallar la programación que se utilizó para lograr este propósito. En la siguiente figura podemos observar este dispositivo.

Se escogió este tipo de arduino debido a que cuenta con 4 puertos seriales de los cuales utilizaremos dos para interconectar tanto el módulo GPS como el GSM, otros arduinos del mercado solo cuentan con un puerto serial por lo que hubiera sido necesario la creación de puertos virtuales pero debido a las velocidades las que trabajan los módulos antes mencionados (9600 baudios y 115200 baudios respectivamente) los puertos necesariamente debían ser físicos.



Para poder decodificar los datos enviados por el módulo GPS fue necesario utilizar la librería "Tiny GPS" la cual se utiliza para convertir datos NMEA que

proviene de este módulo, mediante comandos es posible extraer la información de posición, tiempo, fecha, velocidad, altitud y curso.

En la siguiente tabla se procede a especificar parámetros que se tomaron en consideración para elegir este modelo de módulo GPS

Tabla 1. Características relevantes de Arduino Mega 2560

Modelo	Mega 2560
Características	<ul style="list-style-type: none"> ● 54 pines digitales de entrada y salida ● 16 entradas análogas, ● un cristal de 16 MHz ● Cabecera ICSP ● Conexión de USB ● 4 UARTs (hardware de puertos seriales) ● Memoria Flash de 256 Kb ● SRAM de 8 Kb ● EPROM de 4 Kb.
Observaciones	Se utilizó este módulo ya que para nuestro proyecto son necesarios más de 1 puerto serial fijo y otros arduinos solo cuentan con uno por lo que no eran útiles en la implementación

Adaptado de Arduino

Nota: Se especifican las características por las cuales se escogió este dispositivo para nuestro proyecto

Modulo GPS

El módulo que utilizamos en nuestro proyecto cuenta con un motor de 50 canales y 6 posicionamientos, cuenta con un TTFF (Time-To-First-Fix) de menos de un segundo capaz de realizar búsquedas en el espacio en tiempo y frecuencia

paralelamente y de forma masiva, lo cual le permite encontrar satélites instantáneamente.

Entre sus características encontramos que cuenta con comunicación serial, una antena de cerámica, un led indicador de señal, su sistema de coordenadas es WGS-84, cuenta con una EEPROM en la cual se pueden guardar configuración de algunos parámetros, alimentación de 5 voltios

De este dispositivo lo que tomaremos es la información de longitud y latitud para luego mediante la decodificación realizada en el Arduino antes mencionado, estos valores puedan agregarse a un link y que el usuario pueda ver en tiempo real el posicionamiento del objeto al que se desea monitorear.

A continuación se muestra en la figura, el módulo GPS utilizado:

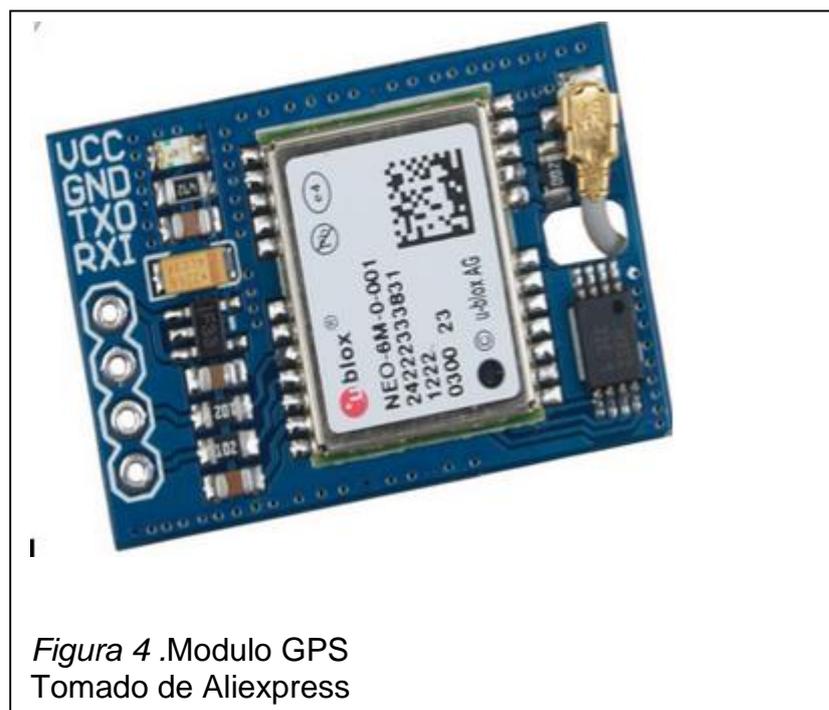


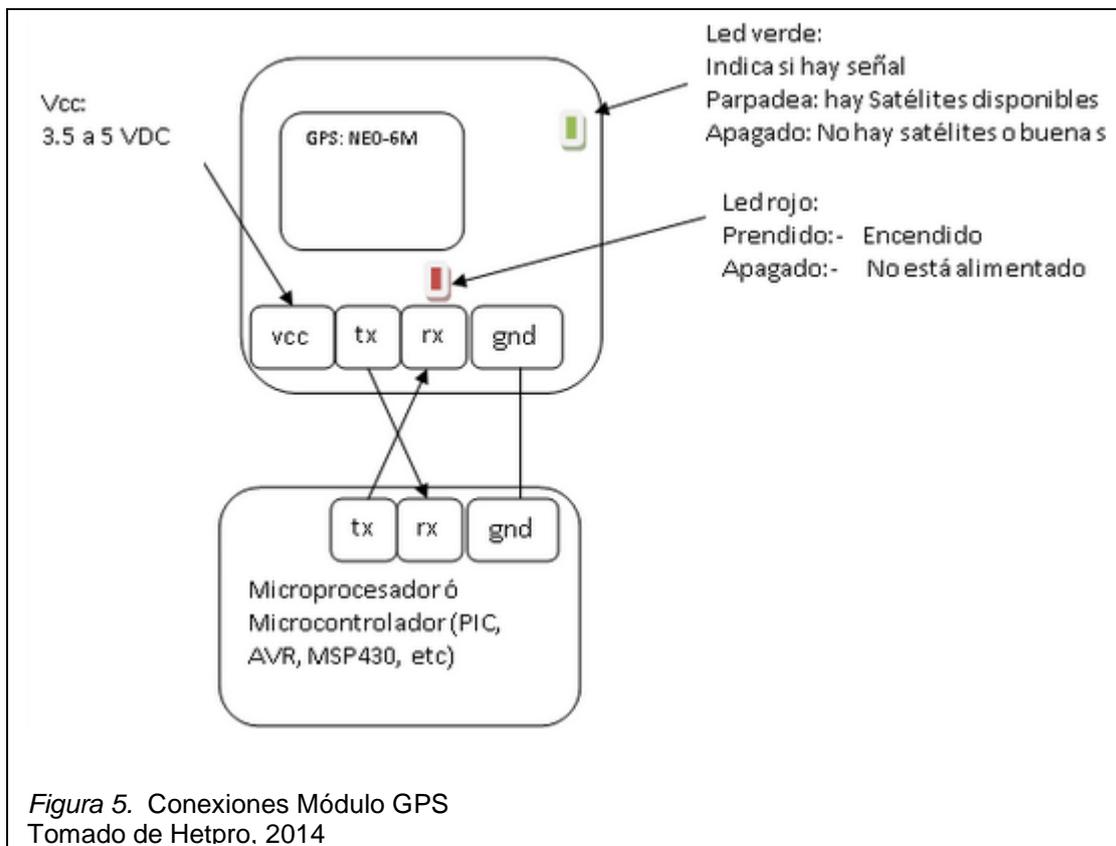
Tabla 2. Características relevantes del módulo GPS

Marca	Modelo	Precisión	RSM(Root Mean Square)	SEP(Probabilidad de Error Esférico)	Observaciones
U-Blox	Neo-6M	2,5m	30nm	Menos de 3,5 m	<ul style="list-style-type: none"> Se escogió este dispositivo porque además de que las características mostradas son aceptables para el aplicativo que se le va dar, es el más económico que encontramos en el mercado

Adaptado de Ef Deportes, GPS Information NMEA data, KH GPS, Novatel, Radio-Electronics, GPS Accuracy, Errors & Precision, GPS Ublox: NEO-6M módulo GPS con MATLAB por USB, U-Blox. NEO-6 u-blox 6 GPS Modules, System for Real Time Storage, Retrieval and Visualization of GPS Tracks

Nota: En esta tabla se detallan las características más importantes por el uso que se le dio a este módulo

En la siguiente figura podemos observar el diagrama de las conexiones del módulo GPS



Módulo GSM

- **Modulo SMS Wavecom Q24plus**

Este tipo de dispositivos fueron diseñados para integrar varios tipos de aplicaciones de procesos específicos. El que tenga firmware de AT abierto ofrece una serie de comandos AT para controlarlo. Entre las características de GPRS y GSM encontramos que cuenta con una sección de radio a 2 Watt EGSM 900/GSM 850 que corre a menos de 3.6 voltios, una sección de radio a 1 Watt GSM 1800/1900 que funciona con voltaje similar y un hardware GSM/GPRS de clase 10.

Cuenta con 60 pines conectores que contienen una interfaz para teclado, dos interfaces seriales (UART1 y UART2), una interfaz SPI y bus 2-wire, una interfaz SIM de 3V/1.8V, GPIOs, una interfaz indicadora del estado de actividad, una interfaz buzzer(timbre), interfaz para cargar la batería,

un convertor análogo/digital, audio analógico, interruptor externo, la fuente de alimentación y una interfaz para baterías de respaldo. En la siguiente imagen podemos observar la arquitectura de funcionalidad del módulo GPS:

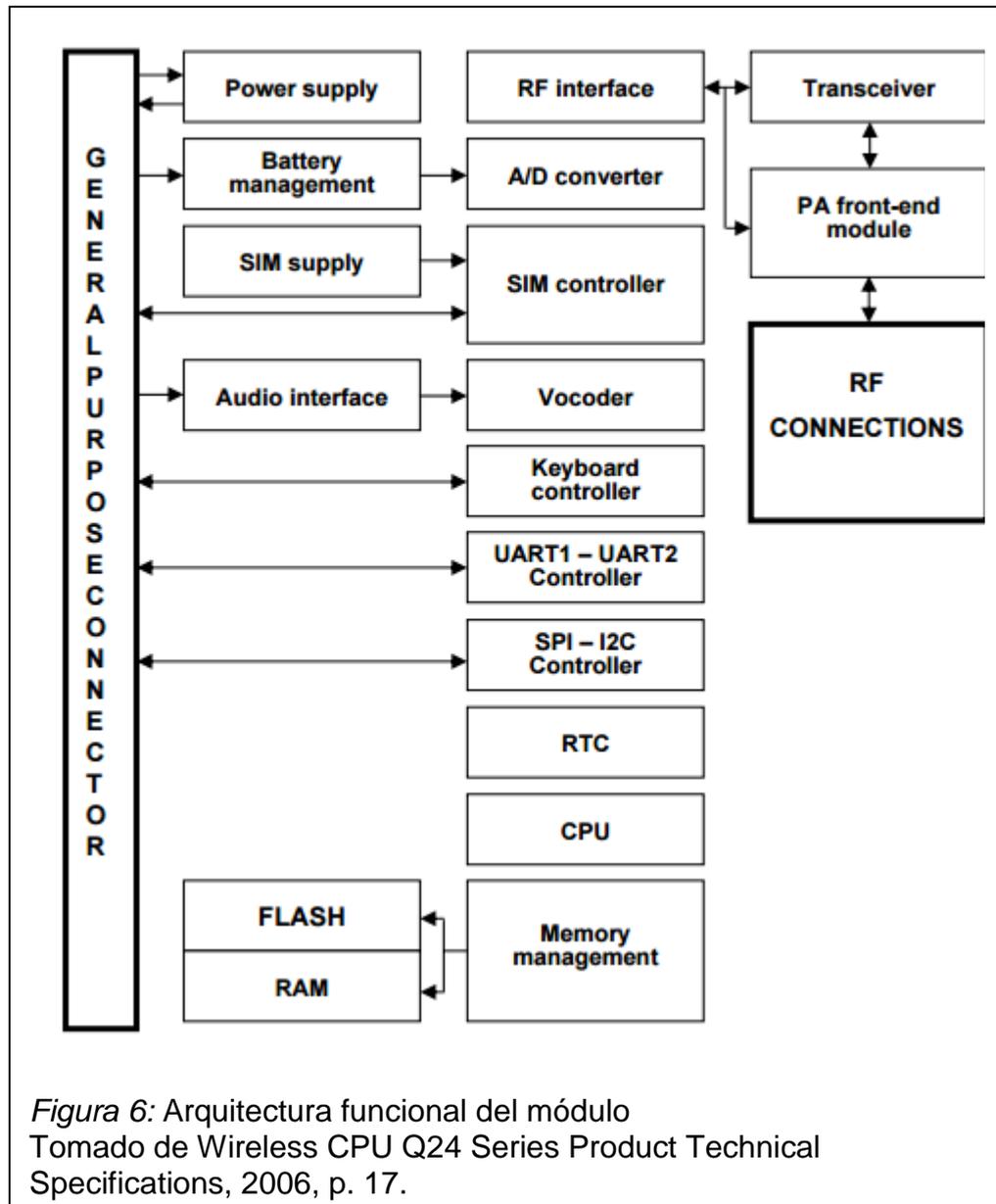


Tabla 3. Especificaciones relevantes del módulo SMS

Modelo	Q24Plus
Observaciones	2 Puertos seriales UART los cual dará apertura a la aplicación de este prototipo en futuros proyectos
	Es el más económico del mercado actualmente
	Código At abierto

Tomado de Wireless CPU Q24 Series Product Technical Specification

Este dispositivo se utilizó en este proyecto para mediante programación en el Arduino fuera capaz de enviar un mensaje que contenga el link de la posición de donde se encuentre el modulo GPS.

Este dispositivo se utilizó en este proyecto para mediante programación en el Arduino fuera capaz de enviar un mensaje que contenga el link de la posición de donde se encuentre el modulo GPS. En la siguiente figura observamos el módulo GSM.

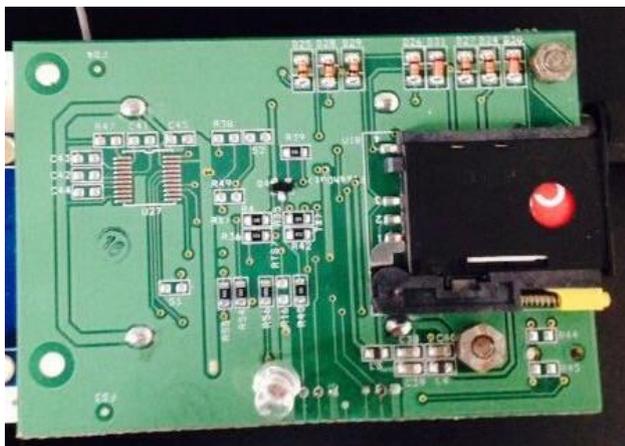


Figura 8. Módulo GSM Wavecom Q24Plus

En la siguiente imagen se muestra el diagrama de conexión de todos los componentes antes mencionados utilizados para este proyecto

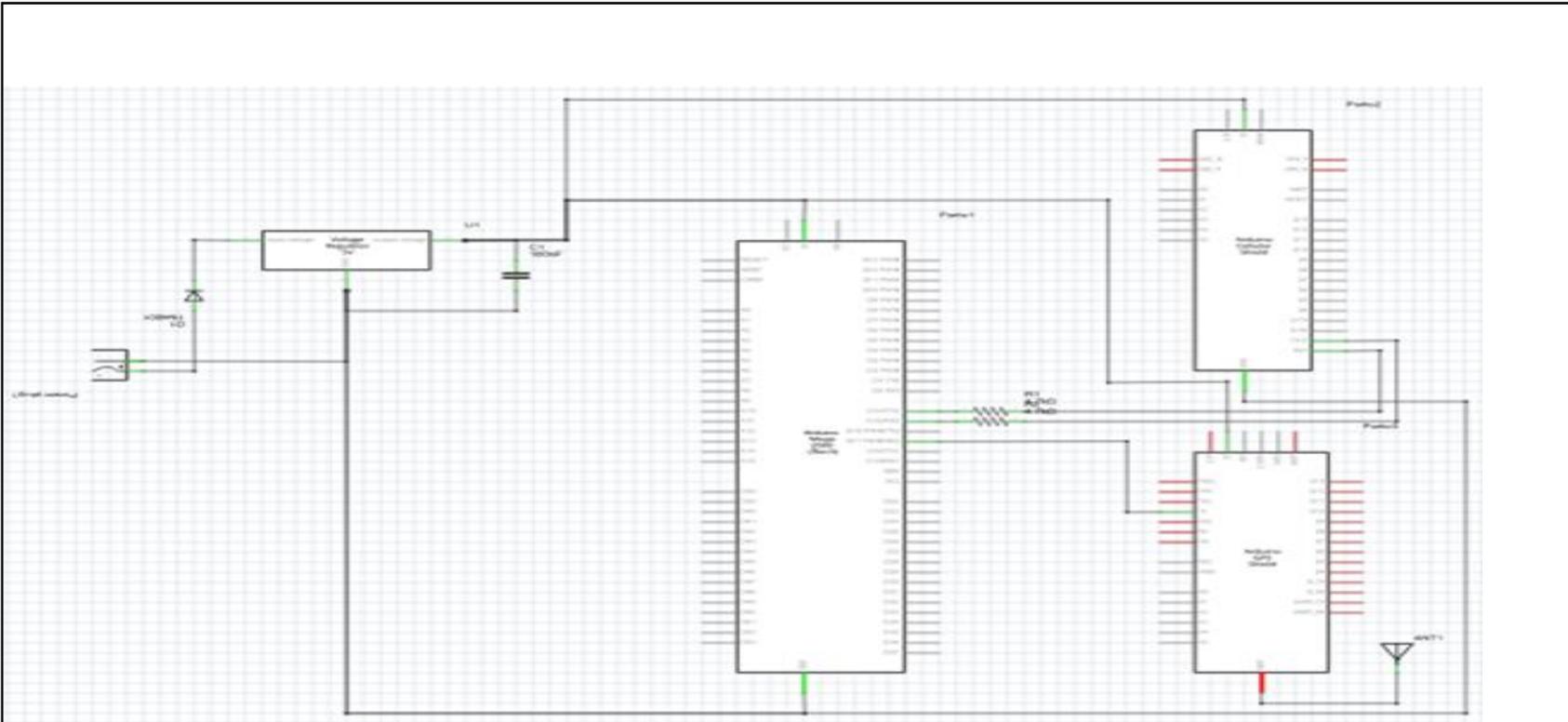


Figura 8. Diagrama de conexiones del prototipo del sistema de monitoreo

2.1.2.- Entorno de trabajo

El proyecto se desarrollará en base a las características que se presentan en una extensión de tierra ubicada en el cantón El Carmen, llamada hacienda Silvita. Así que como condiciones de entorno de trabajo presentaremos lo siguiente, se presenta un clima trópico húmedo, abundante vegetación y geografía semi-ondulada, es viable desarrollar el proyecto orientado a este lugar debido a que cuenta con cobertura de las redes celulares de las operadoras existentes en el país y debido a que la báscula que utilizaremos está instalada en este lugar.

Este proyecto está orientado para trabajar con un grupo de reses que pastan al aire libre y en extensiones de tierra considerablemente grandes (2 hectáreas por potrero), adicionalmente la mayoría del tiempo el cielo se muestra despejado por lo que es posible implementar un sistema de monitoreo utilizando GPS.

2.1.3.- Uso de una báscula como parte del sistema de control

La bascula que utilizaremos se llama All Weigh Scales se conecta a un dispositivo tipo router el cual se enlaza con una computadora vía wireless para enviar los datos del peso de un animal arrojados por la báscula en un archivo de Excel. Para lo cual es necesario instalar un software, propietario de los desarrolladores de la báscula, en la máquina que va a recibir la información del pesaje, adicional se debe configurar la tarjeta wireless de la máquina que se va a enlazar con la báscula con una dirección ip de la misma subred en la que se encuentra configurado el equipo que hace las veces de router. Al instalar el software de la báscula y presionar en el botón "Settings" aparece una pestalla llamada "Network" dentro de la cual se describe la subred en la cual trabaja dicho equipo. En los anexos se puede observar un manual de usuario para la utilización de la báscula.

Manejo de archivos en lenguaje c# para manipulación del archivo generado por la báscula.

Se tiene una clase principal donde se importa de la librería ADODB, para poder acceder de una forma precisa a los archivos de Excel, esta librería tiene un manejo de métodos establecidos por la misma que permite manejar archivos como si fuesen registros de base de datos, se explicará de mejor manera mediante código en el capítulo III.

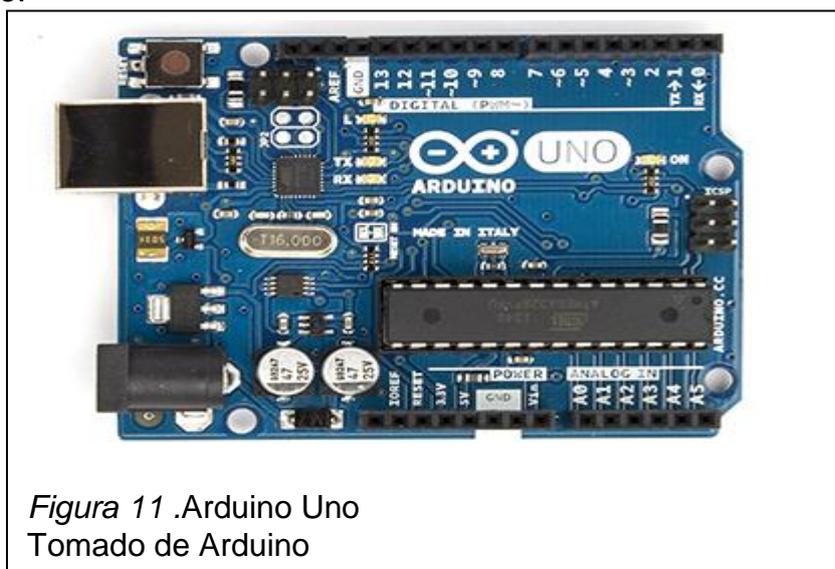
2.1.4 Diseño electrónico del prototipo del sistema de riego.

Para la implementación de un prototipo de sistema de riego activado con sensores, fue necesaria la utilización de los varios dispositivos y materiales.

Arduino Uno

Es una tarjeta microcontroladora basada en ATmega328 que tiene catorce pines digitales de entrada y salida, 6 salidas analógicas, un resonador cerámico de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP (In Circuit Serial Programming) y un botón para resetearlo. Contiene todo lo necesario para soportar un micro controlador.

En la siguiente figura podemos apreciar el dispositivo y los componentes del arduino uno:



Para el uso que se le dio a este dispositivo fue necesaria la utilización de ciertas librerías.

- SD: Esta librería permite leer de la tarjeta SD o escribir en ella
- Wire: Esta librería permite comunicar dispositivos con I2c/TWI.
- RTCLib: Esta librería fue utilizada para tomar los datos de la fecha desde el RTC (Real time Clock) del SD Card Shield
- SPI: Esta librería permite la comunicación entre la SD y el Arduino tomando como maestro este último.

SD Card Shield

Este dispositivo fue necesario para poder almacenar los datos del porcentaje de humedad relativa del suelo.

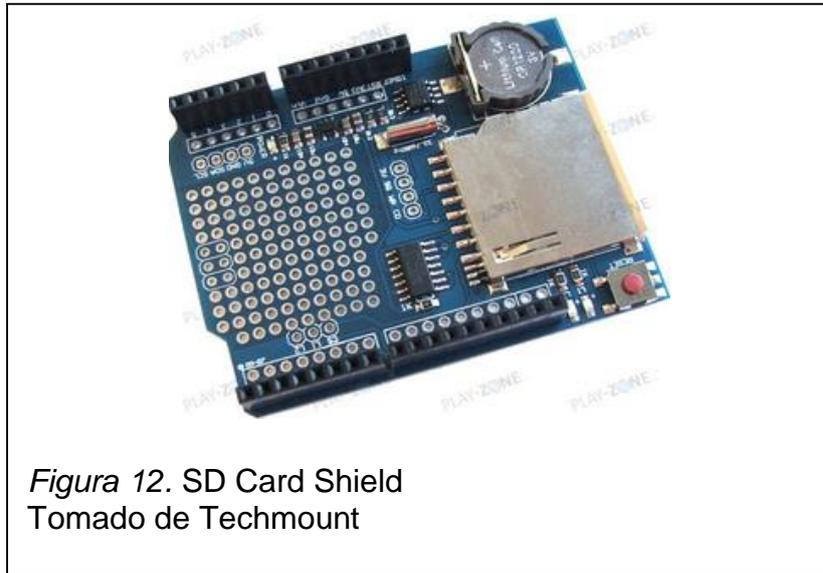
El mismo cuenta con una interfaz para una tarjeta SD, un RTC el cual cuenta con su propia batería para que cuando el Arduino este apagado la fecha no se desprograme, además un área para poder utilizar conectores circuitos o sensores, un regulador de voltaje y el botón de reset.

Tabla 4. Características relevantes de la SD Card Shield

Modelo	ALM0053
Características	<p>Guarda datos en archivos en la tarjeta SD con formato FAT16 o FAT32.</p> <p>Reloj de tiempo real incluido.</p> <p>Regulador de 3.3v.</p>

Adaptado de Prometec.net

En la siguiente figura podemos observar el SD Card Shield:



2.1.4.3 Tarjeta Adicional

En esta tarjeta se encuentra conectado el sensor de humedad y la bomba de agua, además cuenta con leds indicadores con sus respectivas resistencias para asegurar el correcto funcionamiento del prototipo, un regulador de voltaje y un relé básicamente. En las figuras 13 y 14 se observa el esquema del circuito armado en la tarjeta, y el resultado de la tarjeta armada:

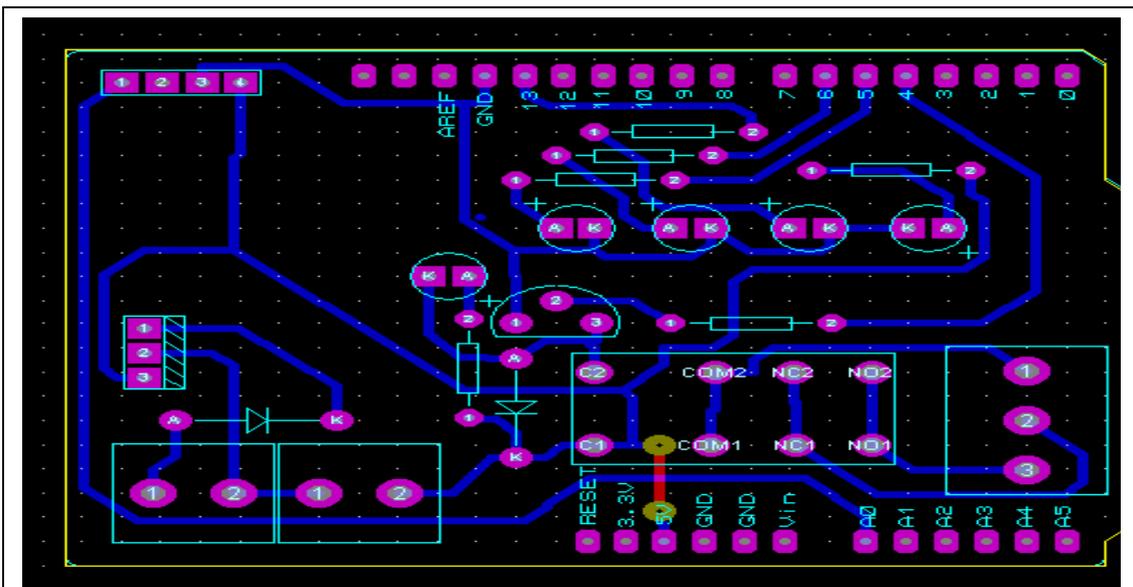
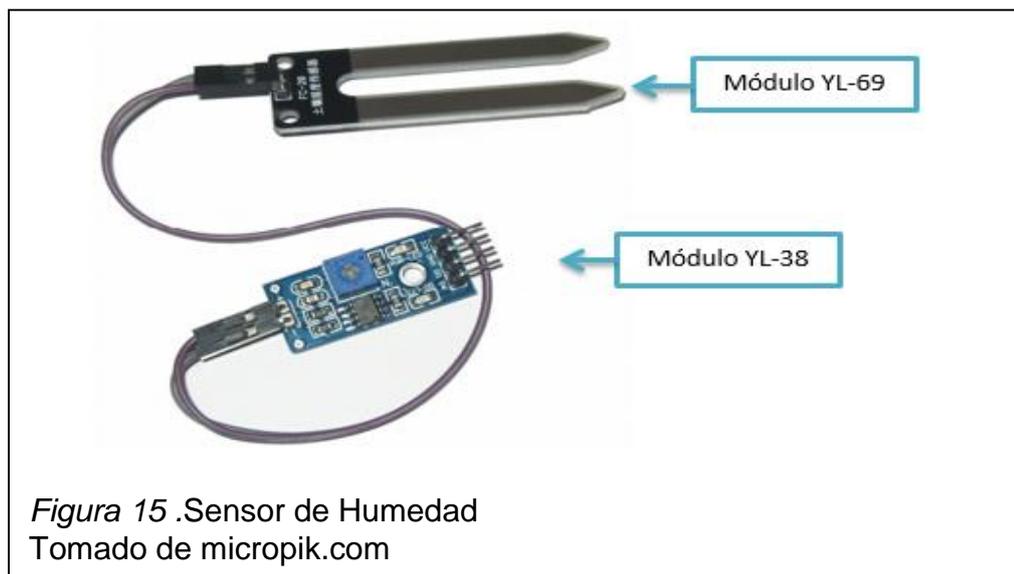


Figura 13. Esquema del circuito electrónico



2.1.4.4 Sensor de humedad, bomba de agua

Para este proyecto se utilizó un sensor para medir la humedad del suelo modelo FC-28 el cual utiliza 5 V para su funcionamiento, cuenta una salida analógica, otra digital y el pin para la conexión a tierra como se muestra en la siguiente figura:



En la siguiente tabla se muestran las características principales del sensor

Tablas 5. Características relevantes del sensor de humedad

Tensión de alimentación:	3.3V a 5V
Módulo YL-38: <ul style="list-style-type: none"> o Pulgadas: o Pines: 	30mm*16mm 1 pin de alimentación VCC 1 pin GND 2 pines para datos de salida <ul style="list-style-type: none"> o Interfaz de salida digital o Interfaz de salida analógica
Pulgadas Módulo YL-69:	60mm*30mm

Adaptado de micropik.com

Este sensor consiste en dos placas separadas entre sí. Ambas placas están recubiertas de una capa de material conductor. Si existe humedad en el suelo se creará un puente entre una punta y otra, lo que será detectado por un circuito de control con un amplificador operacional que será el encargado de transformar la conductividad registrada a un valor analógico que podrá ser leído por el arduino. Habrá dos tipos de salidas, una analógica y una digital. La salida digital entregará un pulso bajo cuando haya conductividad suficiente entre cada una de las puntas. En la salida analógica el nivel de voltaje dependerá directamente de cuanta humedad haya en el suelo. Es decir, dependiendo de cuanta conductividad (producto del agua en el suelo) haya entre las puntas del módulo.

También fue necesaria la implementación de una pequeña bomba de agua la cual sería activada automáticamente cuando el porcentaje de humedad tomado por el sensor estuviere por debajo de los parámetros establecidos. En la siguiente figura se muestra la bomba utilizada:



Figura 16. Bomba de Agua

En la siguiente tabla se muestran las principales características de la bomba

Tabla 6. Características relevantes de la bomba de agua

Longitud	5.2 cm
Voltaje	De 3 a 9 V
Corriente	1.5 A
Diámetro motor	2.7 cm
Sumergible	No

Tomado de Arduino Micro

2.1.7.5. Energización del sistema

Para la energización del sensor se utilizó un panel de celdas fotovoltaica, el cual en el mejor de los casos proporcionará aproximadamente 9 voltios, funciona con energía solar pero por razones de seguridad se añadió una batería de respaldo, para las noches, días nublados y para la energización de la bomba principalmente.

Tabla 7. Características relevantes de las celdas fotovoltaicas

Material	policristalina con cubierta epoxica
Diámetro	60x30mm
Voltaje	2.5V
Corriente	70mA

Tomado de Solarshop.cl

En las figuras 17 y 18 se muestran ambas fuentes de energización, por paneles solares y batería.

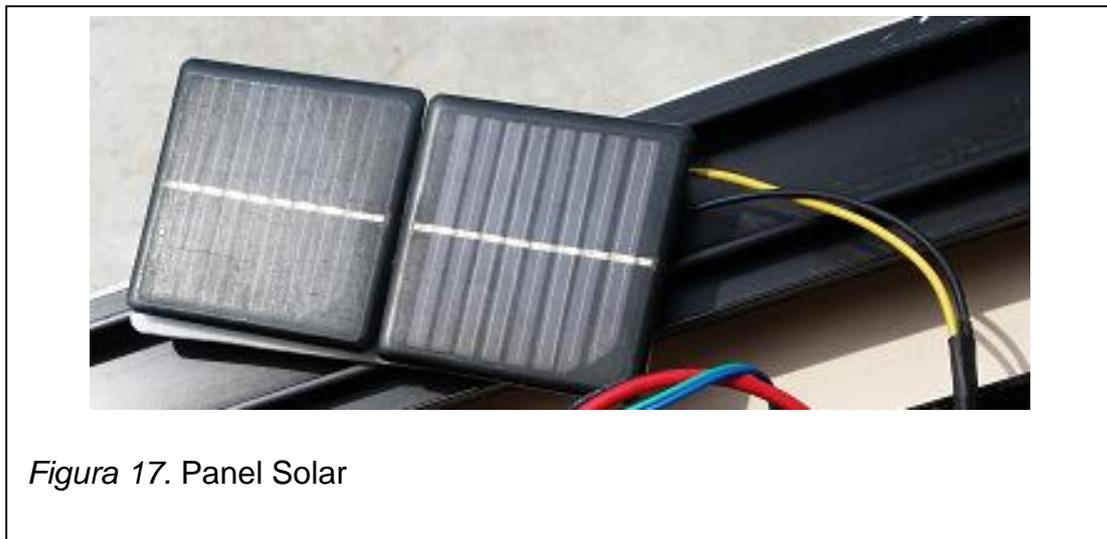


Tabla 8. Características relevantes de la batería recargable

Batería recargable	Si
Duración	20 horas
Voltaje	6V

Tomado de Probattery



Figura 18. Batería

2.1.5 Algoritmo para detección de celo

La determinación de que una vaca se encuentre o no en estado de celo es muy importante en la ganadería ya que si es detectado a tiempo se pueden preservar los órganos reproductivos de un animal en este caso una vaca.

Actualmente existen detectores de celo como la marca Dramkinski que se basa en la mucosidad vaginal, Celotor que detecta la monta de las vacas, Agrovit que según fechas de celos anteriores determina posibles fechas de celos futuros, entre otros.

Se ha llegado a determinar que la distancia promedio que recorre un vacuno en condiciones normales es decir con buen estado de salud y sin presentar ninguna otra anomalía y en campos buenos entiéndase abundante pasto y terrenos relativamente planos es de 2 a 3 km(Díaz,R).

Según estudios veterinarios una vaca en celo es más inquieta(Perulacteos,2012) y si bien no se ha podido determinar la distancia exacta que ha recorre una vaca en estado de celo, en base al recorrido promedio diario se puede establecer que el animal se podría encontrar en celo y generar una alerta a su dueño o cuidador.

Mediante la utilización del dispositivo de monitoreo y software especializado se podría llegar a determinar el estado de celo de una vaca mediante el siguiente algoritmo.

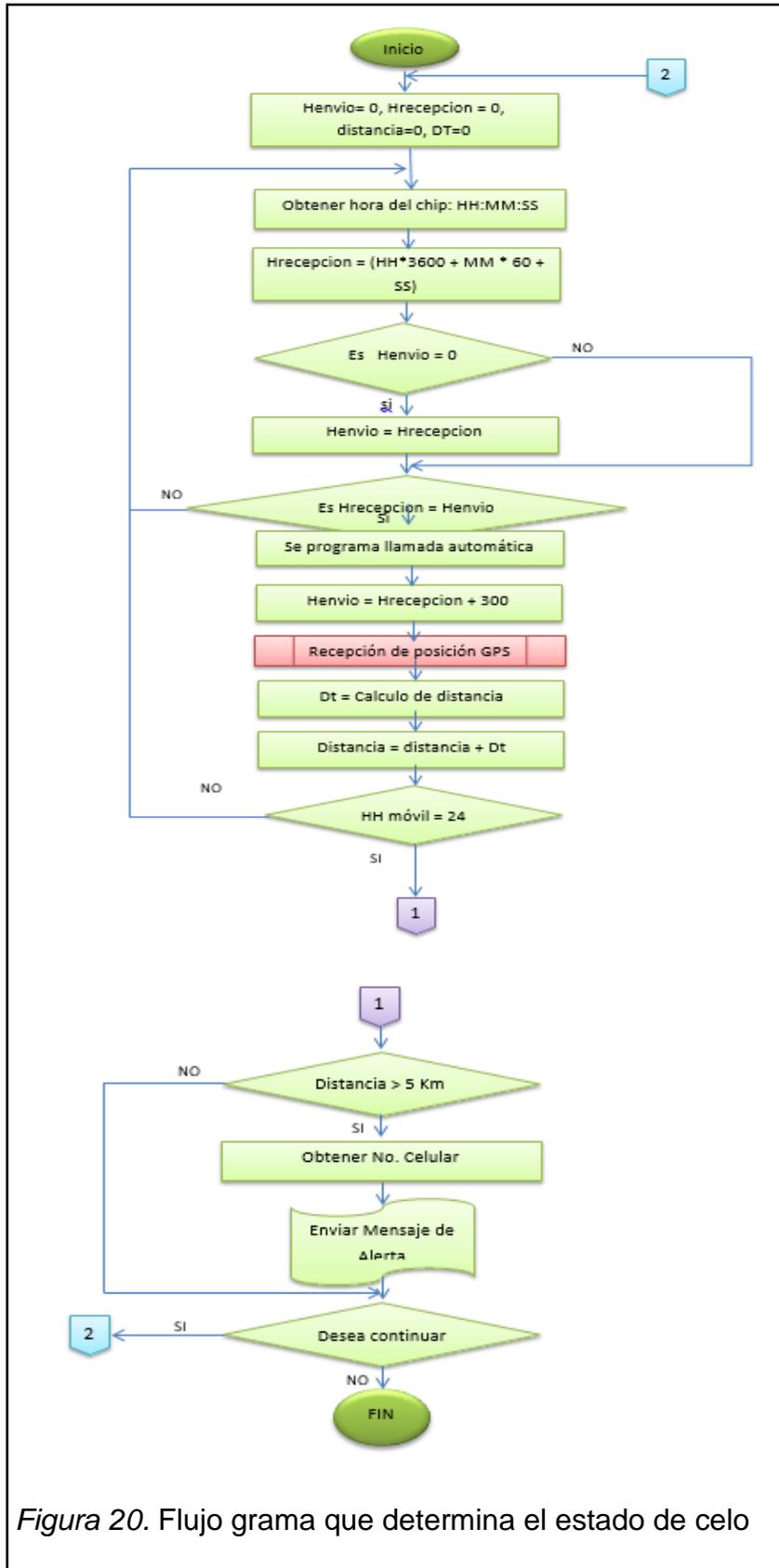


Figura 20. Flujo grama que determina el estado de celo

2.2.- TRANSMISIÓN

En función de los módulos, clases y generaciones de conexión que se tiene en el sistema se puede clasificar al proyecto con las siguientes configuraciones y protocolos.

2.2.1. Protocolos

En la siguiente tabla se muestran los protocolos que se utilizaron en nuestro proyecto con sus principales características, y se especifica en donde fueron usados.

Tabla 9. Protocolos aplicados en este proyecto

Protocolo	Características	Uso
LADP(Link Access Protocol-Channel D)	Los requerimientos de señalización de ISDN (Integrated Services Digital Network) básicos de acceso. Trabaja en ABM (Asynchronous Balanced Mode), el cual es totalmente balanceado. Cada estación debe inicializarse, supervisar, recuperarse de errores y enviar tramas todo el tiempo.	Red GSM(Hardware de control)
TCP(Protocolo de Control de transmisión)	Encargado de transportar paquetes a través de la red. Es un estándar que define como mantener y establecer una conversación de red en donde los programas de aplicación pueden intercambiar datos.	Hardware y Software de Control
UDP (Protocolo de Datagrama de Usuario)	Ofrece un mínimo servicio de transporte, no garantiza la entrega de datos y da servicio de acceso directo a los datos de la capa IP a las aplicaciones. Es usado por aplicaciones que no requieren un nivel de	RED GSM

	servicio TCP o que desean usar servicios de comunicaciones. Encargado de transportar paquetes a través de la red.	
SNDCP (Protocolo de Subred de Convergencia Dependiente)	Encargado de realizar la transferencia de paquetes entre la estación móvil y los SGSN (Nodo Responsable de la entrega de paquetes al terminal móvil).	
GMM/SM:(Manejo de Movilidad GPRS/Manejo de Sesión)	Se encarga de la gestión de la sesión en instantes de ejecución de funciones de actualizaciones de rutas, seguridad, etc... y de la movilidad.	Red GSM(Hardware de Control)
802.11 Protocolo	Es utilizado para comunicar dispositivos sin la necesidad de usar cables	Envío de datos obtenidos por la bascula hacia el servidor(Software de Control)
I2C	Utiliza una comunicación maestro esclavo cuando se utiliza varios dispositivos a la vez, cada bus contiene 2 interfaces, el dispositivo que inicie una transferencia de datos en el bus será considerado el maestro y los demás serán esclavos	Reloj de la tarjeta SD Card Shield(Sistema de Riego)
SPI (Serial Peripheral Interface)	Usado por micro controladores para comunicarse con uno o varios dispositivos periféricos rápidamente y en cortas distancias, siempre hay un dispositivo maestro el cual controla los otros dispositivos periféricos	Comunicación Arduino Uno y Sensor de humedad (Sistema de Riego)

NMEA 0183(National Marine Electronics Association)	Estándar que ha desarrollado especificaciones que definen una interfaz entre varios equipos electrónicos marinos, les permite enviar información a computadores u otros equipos marinos. Los receptores GPS están definidos con estas especificaciones para transmitir datos como latitud, longitud, velocidad, hora y fecha.	Red GPS(Hardware de Control)
GPRS(General Packet Radio Service)	Soporta intercambio de información de paquetes PDP(Packet Data Protocol)-PDU(Protocol Data Unit) entre el nodo al que se conecta un móvil y el MT(terminal móvil)	Hardware de control

Tomado de Technology Training Limited, SPARK FUN, TCP(Transmission Control Protocol) definition, Protocols, Network Sorcety, ITK, I2C Info, Short Message Service, Embedded Systems Academy.

Nota. En esta tabla se describen las características más relevantes de los protocolos aplicados en el desarrollo de este proyecto.

2.1.2 Comunicación

Para poder brindar los servicios que se plantearon en este proyecto, los dispositivos se comunican de la siguiente manera:

Tabla 10. Características de los sistemas de comunicación Utilizados

<p>Red GPS</p> <p>Red Satelital (24 Satélites) Satélites rodean la tierra 2 veces al día Receptores toman la información y usan triangulación para el calculo de la posición Los receptores comparan el tiempo en que una señal fue transmitida por uno de los satélites con el tiempo en que esta fue recibida. Luego con mediciones de distancia de algunos otros de los</p>
<p>SMS(Short Message Service)</p> <p>SMC (Short Message Center):Almacena y envia mensajes desde y hacia las estaciones móviles BSS (Base Station System): Consiste de transceptores, que envían y reciben información sobre la interfaz de aire, desde y hacia las estaciones móviles. Esta información es pasada a través de los canales de señalización para que los móviles puedan recibir los mensajes aunque llamadas de voz o datos estén en curso. SME (Short Message Entity): Envía y recibe los mensajes SMS GSC (SMS Gateway MSC):Puerta de enlace MSC que puede también recibir mensajes. La puerta de enlace MSN es un punto de la red móvil en donde se puede tener contacto con otras redes. Al recibir mensajes desde SMC, GSC usa la red SS7 para preguntar la posición actual de la estación móvil al HLR. HLR (Home Location Register): Es la base estructural de datos principal en la red móvil. Esta guarda información del perfil de suscripción de un móvil y las rutas para este, es decir el área (cubierta por el MSC) donde el móvil está situado actualmente. El GSC es entonces capaz de pasar el mensaje a la MSC Correcta MSC (Mobile Switching Center):Intercambiar conexiones entre estaciones móviles o entre estaciones móviles y la red fija</p>
<p>Comunicación^{Serial}</p> <p>Consiste en el envío de un bit a la vez y a un ritmo acordado entre el receptor y el emisor es decir de manera secuencial. En la comunicación serial se debe transmitir cada bit uno tras otro en un solo cable, estas interfaces requieren contadores de pines bajos ya que solo un pin es requerido para recibir o transmitir datos.</p>

Tomado de ITK, Silicon Labs, KH GPS y GPS Information

2.3.- BENEFICIOS

Claramente las diferentes tecnologías que se aplican en este proyecto se integran para formar un sistema íntegro, comprendido por software y hardware de registro y monitoreo, que permiten mantener un control sobre el ganado ubicado en la ciudad de el Carmen, al mantener este tipo de control se puede establecer un estado de ganancias y pérdidas y tomar medidas preventivas y controlar las mismas para obtener mayor rentabilidad en este tipo de negocio.

Claramente los efectos del calentamiento global están aumentado en gran medida, y al usar un sistema de riego automatizado ayudará a preservar las características del suelo y al utilizar la misma energía solar para su funcionamiento implica que no se recurra en los costos de energía eléctrica, así también optimizar el agua que en estos sectores es tan escasa.

2.3.1.- Usos

El sistema al ser desarrollado en software libre, es flexible a cambios que se le puedan hacer en función de los requerimientos o usos que se le pueda dar, básicamente permite realizar un seguimiento desde el peso de un vacuno, hasta la llegada del mismo mediante un sistema de envío y recepción de la información.

Al poder determinar la posición de un animal en tiempo real, se puede saber si el mismo se encuentra dentro del perímetro que debería o si ha tenido algún comportamiento extraño durante el día.

En lugares en donde la sequía afecta terriblemente en verano y las lluvias se muestran abundantes en invierno, mediante la creación de represas se puede establecer este sistema de riego cuando el suelo lo requiera optimizando el agua, el suelo y la energía eléctrica.

2.4.- PROYECCIÓN

El siguiente desarrollo podrá ser complementado, a través de la tecnología móvil, para tener un control más efectivo del estado del ganado, y conocer cuál es la información real de control a través de la red celular o portátil.

2.4.1.- Desafíos del Mercado

Como toda nueva idea, conlleva a generar nuevas tecnologías de integración al momento no se encuentra disponible en el mercado ya que es un nuevo desafío, una nueva idea de implementación, pero sabemos que, a la vez cuando se difunda la idea vendrán nuevos requerimientos y nuevas ideas de satisfacer los mismos, y mediante este software es posible complementar cualquier requerimiento, que se encuentre dentro de las funcionalidades del sistema.

3. CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

3.1.- PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE

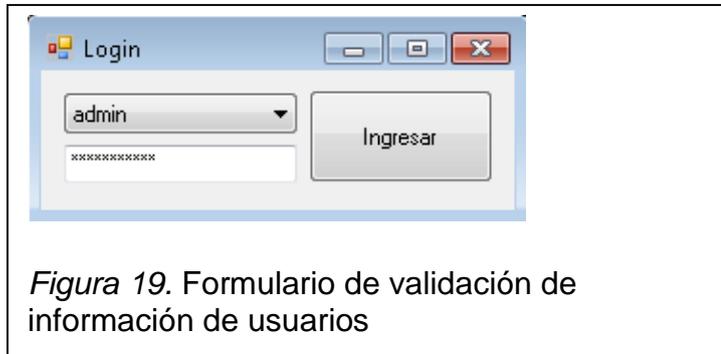
3.1.1 Gestión de Usuarios

Para esta sección se creó una tabla en la base de datos la cual consta de 5 registros que son el ID, nombre, clave, hora de llegada y hora de salida del usuario. En la siguiente figura se muestra el contenido de la tabla.

	Id_usuario	usuario	password	hora_llegada	hora_salida
▶	2	user1	1234567890	10/09/2014 23:46	18/09/2014 0:21
	3	user2	456	10/09/2014 23:46	01/10/2014 18:20
	5	user3	999	18/09/2014 0:02	28/11/2014 0:52
	9	admin	admin01	27/01/2015 14:38	27/01/2015 14:39
	10	visitante	visitante01	27/01/2015 14:38	27/01/2015 14:38

*
 Figura 18. Tabla de usuarios de la base de datos

Adicional se programó un formulario para validar el ingreso de cada usuario, el cual se muestra de la siguiente manera.



En la figura podemos observar el formulario antes mencionado el cual consta de un combo box que contiene los nombres de los usuarios creados en la base de datos, un área de texto para introducir la contraseña del usuario escogido, y un botón que validará que los datos sean correctos.

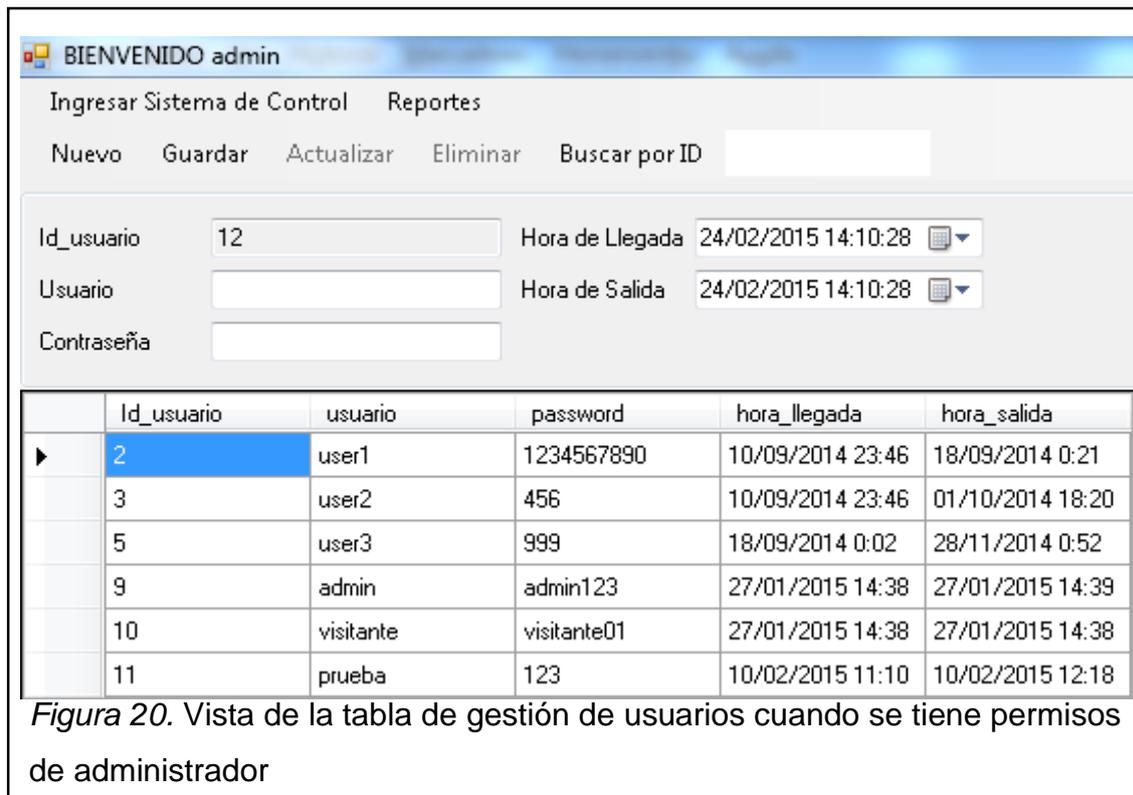
A través de una sentencia sql se invoca a la base de datos, seguidamente se genera un vector de configuración y se realiza la consulta de los usuarios registrados

Para nuestra programación el archivo en donde se detalla el nombre del servidor y la autenticación para acceder a la base de datos, se llama "config.m4r", este archivo fue guardado con la extensión m4r por cuestiones de seguridad.

El Botón del formulario, envía la consulta y valida que los campos coincidan con la base de datos.

Si los datos son correctos se despliega un mensaje de bienvenida y dependiendo del usuario que desee acceder se asignan los perfiles, ya sea el de administrador o el de visitante; caso contrario aparecerá un mensaje de error de contraseña y el usuario podrá intentar nuevamente ingresar con los datos correctos.

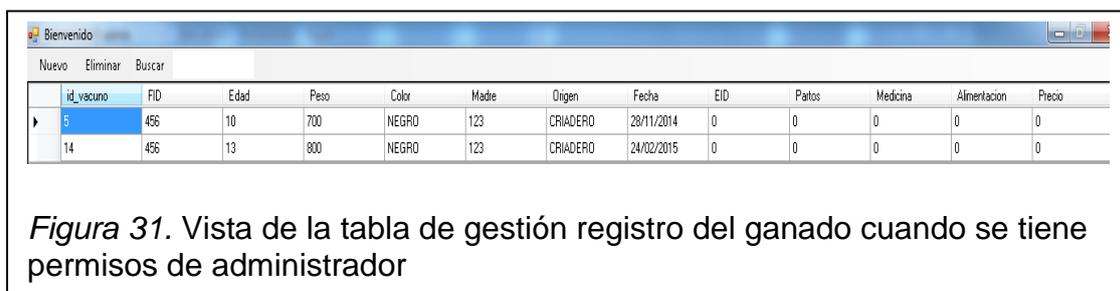
El perfil de administrador muestra la tabla de los usuarios registrados, permite modificarlos, eliminarlos, o crear nuevos registros, además se habilita la opción de ingresar al formulario de gestión de datos de las reses con permisos para realizar las mismas funciones que en el formulario de gestión de usuarios.



	Id_usuario	usuario	password	hora_llegada	hora_salida
▶	2	user1	1234567890	10/09/2014 23:46	18/09/2014 0:21
	3	user2	456	10/09/2014 23:46	01/10/2014 18:20
	5	user3	999	18/09/2014 0:02	28/11/2014 0:52
	9	admin	admin123	27/01/2015 14:38	27/01/2015 14:39
	10	visitante	visitante01	27/01/2015 14:38	27/01/2015 14:38
	11	prueba	123	10/02/2015 11:10	10/02/2015 12:18

Figura 20. Vista de la tabla de gestión de usuarios cuando se tiene permisos de administrador

Si el usuario da click en la opción “Ingresar al Sistema de Control” se desplegará el formulario que vemos en la siguiente figura.



	id_vacuno	FID	Edad	Peso	Color	Madre	Origen	Fecha	EID	Partos	Medicina	Alimentacion	Precio
▶	5	456	10	700	NEGRO	123	CRIADERO	28/11/2014	0	0	0	0	0
	14	456	13	800	NEGRO	123	CRIADERO	24/02/2015	0	0	0	0	0

Figura 31. Vista de la tabla de gestión registro del ganado cuando se tiene permisos de administrador

Mientras que el perfil de visitante solo va a tener permisos de lectura.



	id_vacuno	FID	Edad	Peso	Color	Madre	Origen	Fecha	EID	Partos	Medicina	Alimentacion	Precio	Preñez	Longitud	Latitud
▶	5	456	10	700	NEGRO	123	CRIADERO	28/11/2014	0	0	0	0	0	0	79	0
	14	456	13	800	NEGRO	123	CRIADERO	24/02/2015	0	0	0	0	0	0	79	0

Figura 32. Vista de la tabla de gestión registro del ganado cuando se tiene permisos de visitante.

3.1.2. Envío del archivo que contiene los pesos del ganado desde un ordenador remoto.

Este formulario fue creado para que sea manejado por el usuario que opera la báscula, ya que este simplemente tendría que enviar los datos al equipo servidor para que estos sean importados y almacenados en la base de datos.

Primeramente fue necesaria la importación de una biblioteca de Gmail que permite realizar la conexión con el gestor Gmail para que se realice la autenticación de un usuario y clave previamente definidos. Adicionalmente la configuración de los parámetros establecidos para el envío de un correo electrónico que contendrá el archivo con los pesos del ganado que se genera con ayuda de la báscula. Posteriormente el envío del mail y mover dicho archivo hacia otra carpeta a modo de respaldo para que el usuario siempre tenga un solo archivo para escoger y enviar.

En la siguiente figura se muestra el formulario que maneja el usuario en el cual se le pide al mismo que escoja mediante el botón examinar el archivo que desea enviar.

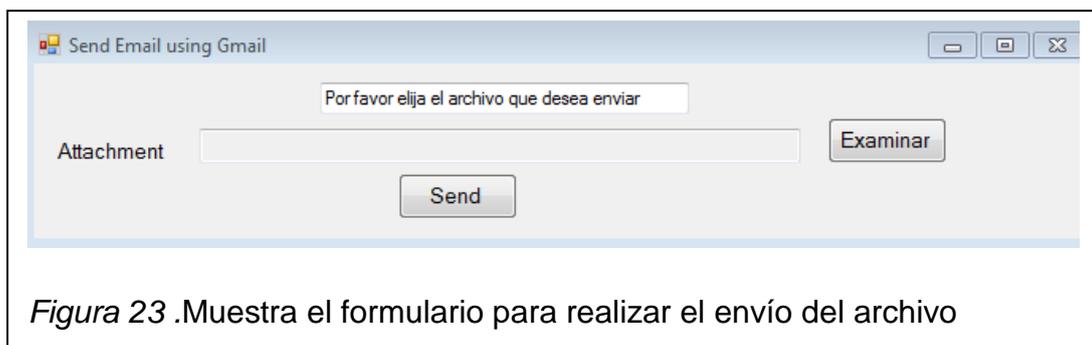


Figura 23 .Muestra el formulario para realizar el envío del archivo

Una vez escogido el usuario debe proceder a enviar, como se muestra en la siguiente figura.

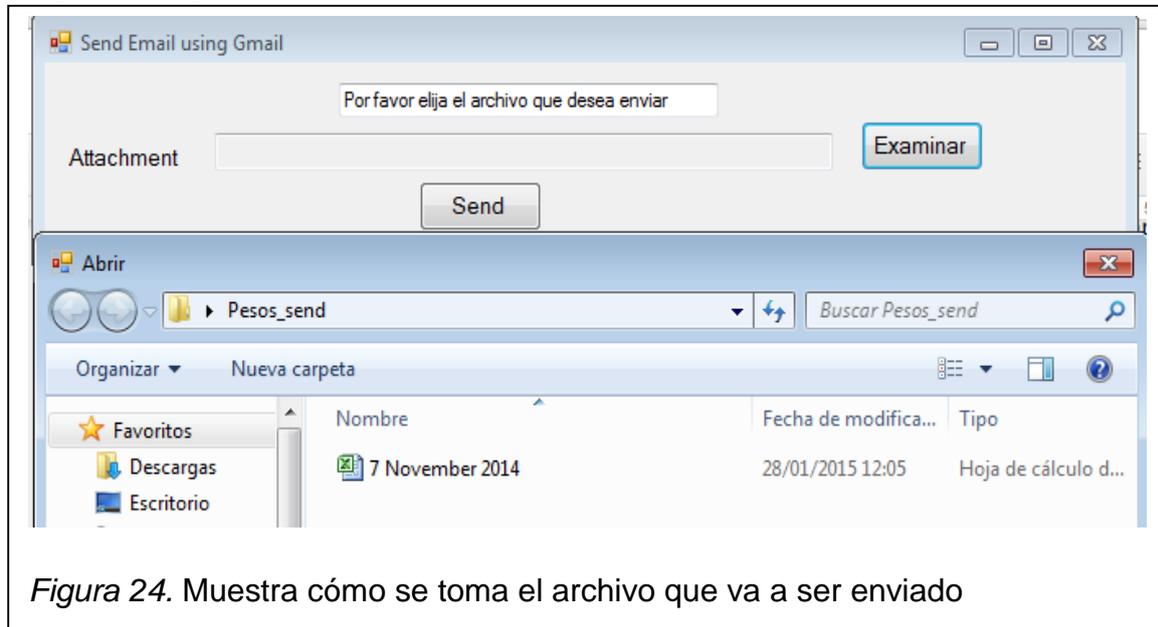


Figura 24. Muestra cómo se toma el archivo que va a ser enviado

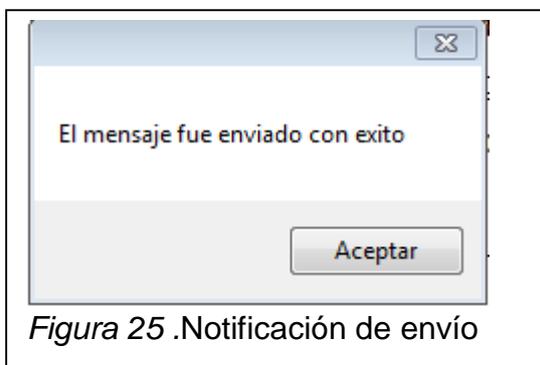
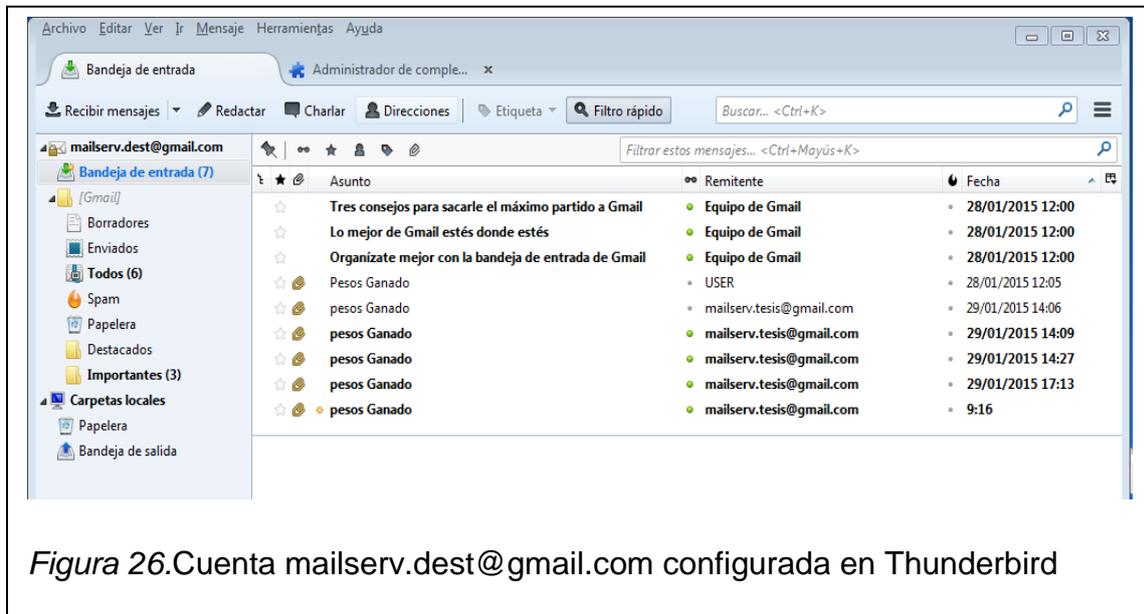


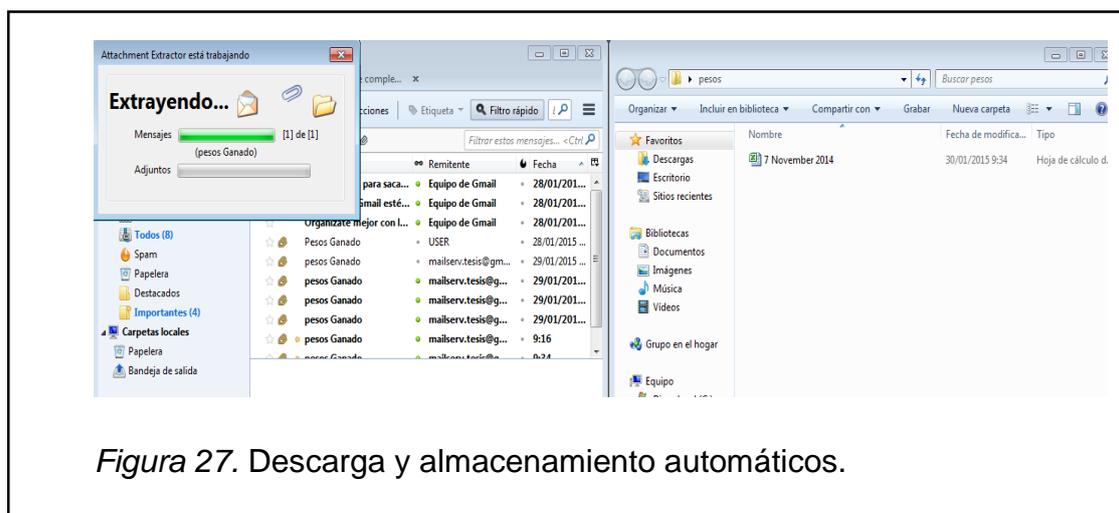
Figura 25 .Notificación de envío

Mientras tanto del lado del servidor se configuró el gestor Thunderbird (Herramienta gratuita), con el correo que receptorá el archivo enviado desde el equipo cliente.

En la siguiente figura se puede observar el buzón de entrada de la cuenta configurada.



Se escogió este gestor ya que cuenta con un complemento llamado Attachment Extractor que permite la descarga automática de archivos adjuntos a una carpeta específica para que después este sea tomado automáticamente por el programa. En la siguiente figura se muestra como se descarga y almacena automáticamente un archivo.



3.1.3. Gestión de administración de registros del ganado

Una vez que el usuario administrador ingresa al sistema, se le mostrará el formulario de administración de usuarios con las opciones “Ingresar al sistema de control” y “Reportes”, como se muestra en la siguiente figura.

	Id_usuario	usuario	password	hora_llegada	hora_salida
▶	2	user1	1234567890	10/09/2014 23:46	18/09/2014 0:21
	3	user2	456	10/09/2014 23:46	01/10/2014 18:20
	5	user3	999	18/09/2014 0:02	28/11/2014 0:52
	9	admin	admin123	27/01/2015 14:38	27/01/2015 14:39
	10	visitante	visitante01	27/01/2015 14:38	27/01/2015 14:38
	11	prueba	123	10/02/2015 11:10	10/02/2015 12:18

Figura 28. Formulario de administración de usuarios con opciones “Ingresar al Sistema de Control” y “Reportes”

Al ingresar al sistema de control aparecerá el formulario de gestión de administración de los registros del ganado.

	id_vacuno	FID	Edad	Peso	Color	Madre	Origen	Fecha	EID	Partos	Medicina	Alimentación	Precio
▶	5	456	10	700	NEGRO	123	CRIADERO	28/11/2014	0	0	0	0	0
	14	456	13	800	NEGRO	123	CRIADERO	24/02/2015	0	0	0	0	0

Figura 29. Formulario de administración de registros del ganado

Si el usuario escoge la opción “Nuevo”, se abrirá otro formulario en el cual podrá rellenar los campos con información referente al animal que se desea registrar, para tomar el peso obtenido de la báscula se debe presionar en la opción “Abrir Excel” y escoger el que desee.

En la siguiente figura se muestra cómo aparecerán estas opciones para el usuario.

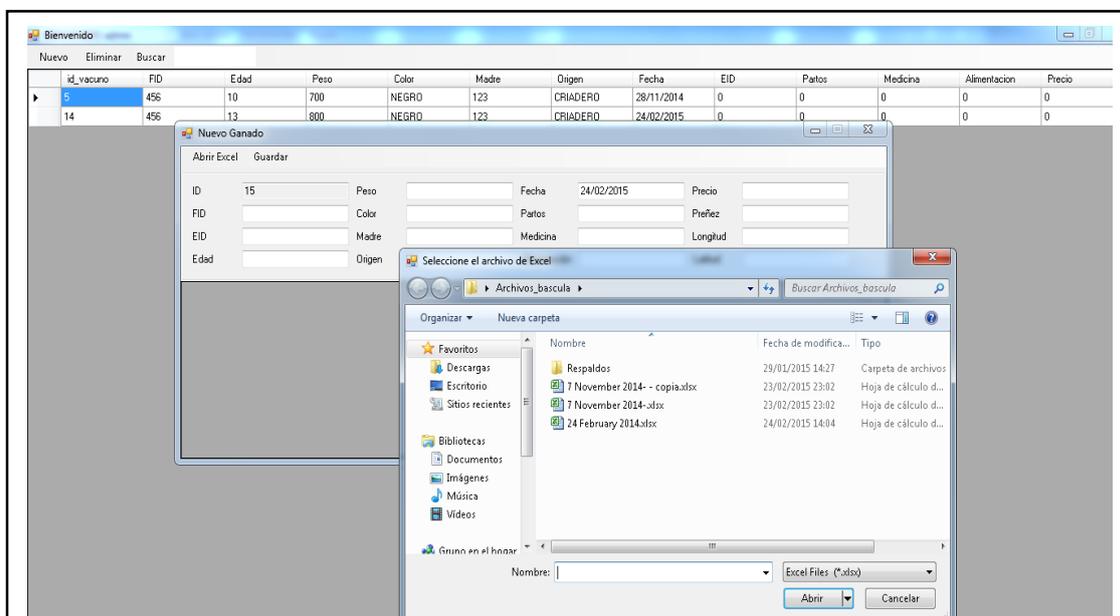


Figura 30. Formulario que se utiliza para agregar un nuevo registro y toma del archivo generado por la báscula

Una vez seleccionado el archivo los datos aparecerán en la parte de abajo del formulario en una tabla de donde se debe seleccionar el peso del animal que se desea registrar e ingresar en el formulario los datos referentes al animal.

El campo ID lo genera automáticamente la base de datos y es de tipo entero, el campo FID es de tipo entero, corresponde al número identificador que le da el dueño a su animal, el campo EID también es de tipo entero el cual corresponde a un identificador RFID que podría usarse con la báscula pero como no se cuenta con este dispositivo no le lo utiliza, el campo edad es de tipo entero y corresponde a la edad del animal en meses, el campo Peso es el dado por la báscula y también es de tipo entero, en los campos Color, Madre y Origen se pueden ingresar caracteres, en el campo Madre se debe ingresar el número identificador de la madre del animal que de igual manera es asignado por el

dueño, también se utiliza para determinar la calidad del animal y el campo Origen se refiere a si el animal fue nacido en el criadero o comprado, estos últimos servirán para futuras aplicaciones ya que con esto se puede determinar cuántos hijos ha tenido una vaca y según eso determinar si ya cumplió su ciclo o si debe tener más partos, y el origen nos ayudará a determinar la calidad del animal, ya que los nacidos en el criadero tendrán una mejor calidad.

El campo partos es de tipo entero y aplica para las vacas únicamente, el campo medicina es de tipo decimal y en este se ingresan los gastos por medicina que se ha invertido en el animal al igual que en el campo de alimentación se ingresa el costo del alimento que ha ingerido el animal, el campo precio también es de tipo decimal y se ingresa el costo de venta al público por libra del animal, esto para que de acuerdo al peso el usuario pueda determinar un aproximado de cuanto le está costando producir ese animal. En el campo Preñez se pueden ingresar caracteres y es usado para indicar si una vaca se encuentra en estado de preñez o no. Los campos longitud y latitud son de tipo decimal y se ingresan los datos de ubicación arrojados por el dispositivo de monitoreo. En la siguiente figura se muestra el formulario que se ejecuta para ingresar un nuevo registro.

The screenshot shows a window titled "Nuevo Ganado" with a menu bar containing "Abrir Excel" and "Guardar". The form contains the following fields:

ID	15	Peso	800	Fecha	24/02/2015 0:00:00	Precio	0
FID	456	Color	NEGRO	Partos	0	Preñez	0
EID	0	Madre	123	Medicina	0	Longitud	79.461402
Edad	13	Origen	CRIADERO	Alimentación	0	Latitud	0.279598

Below the form is a table with the following data:

	Date	Weight	EID	FID
▶	24/02/2015	800		456

Figura 31. Registro de un nuevo animal

A continuación el usuario debe presionar el botón guardar, para que los registros sean almacenados en la base de datos y puedan ser mostrados en el formulario de gestión de ganado. Como se muestra en la siguiente figura un mensaje aparecerá para confirmar al usuario que su registro fue guardado correctamente.

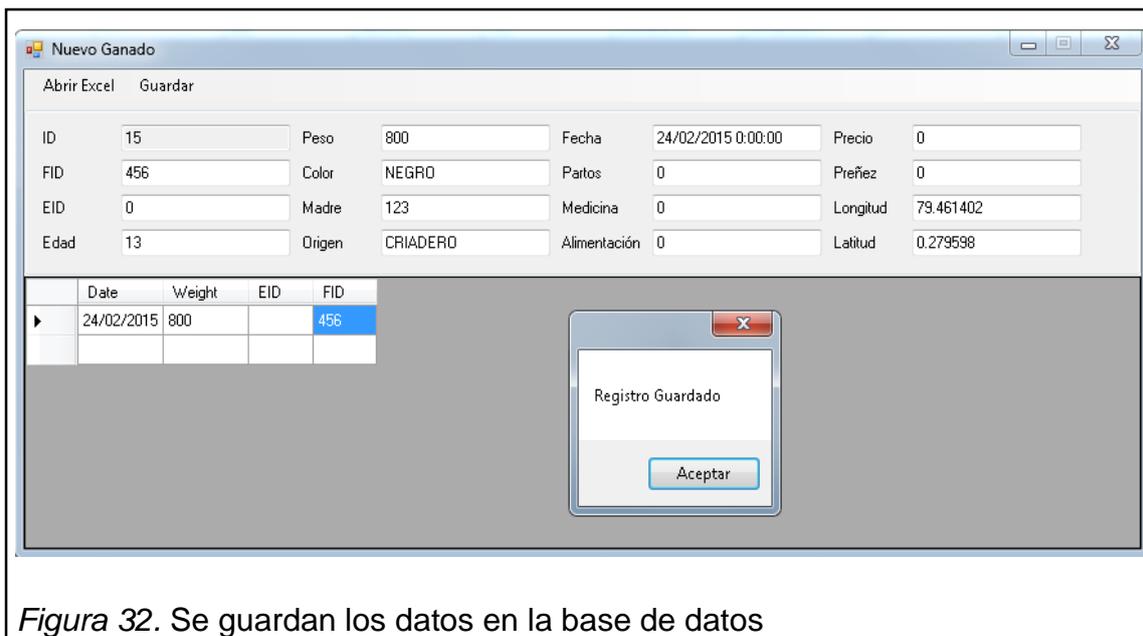


Figura 32. Se guardan los datos en la base de datos

Si el usuario desea eliminar un registro únicamente debe seleccionarlo y presionar la opción “Eliminar”, a continuación aparecerá un mensaje de confirmación en el cual el usuario debe seleccionar si desea eliminar el archivo o no como podemos apreciar en la siguiente.

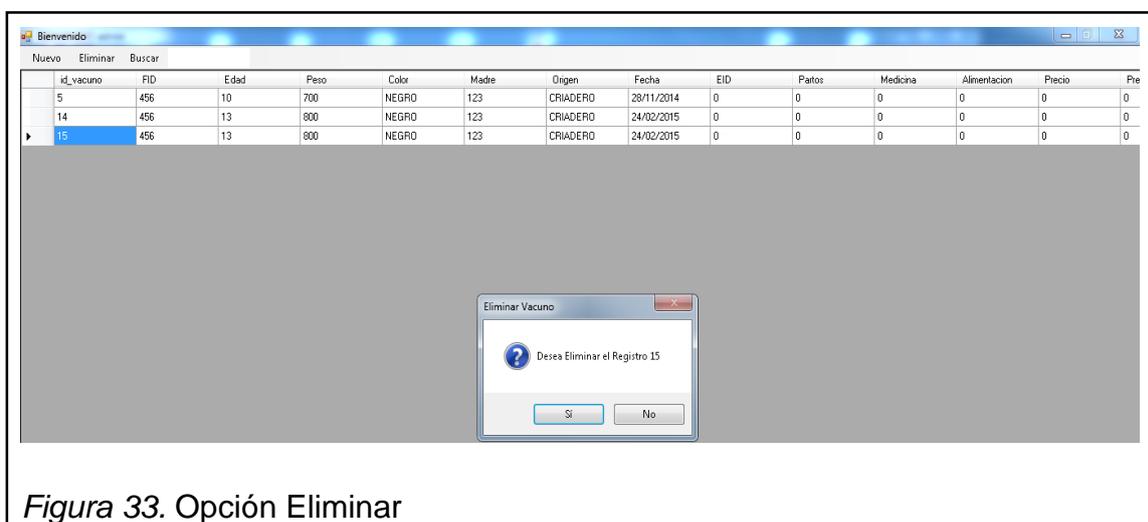


Figura 33. Opción Eliminar

Si el usuario desea obtener un reporte de los registros con los que cuenta, en el formulario de bienvenida tiene la opción “Reportes”, como se muestra en la siguiente figura.

	Id_usuario	usuario	password	hora_llegada	hora_salida
▶	2	user1	1234567890	10/09/2014 23:46	18/09/2014 0:21
	3	user2	456	10/09/2014 23:46	01/10/2014 18:20
	5	user3	999	18/09/2014 0:02	28/11/2014 0:52
	9	admin	admin123	27/01/2015 14:38	27/01/2015 14:39
	10	visitante	visitante01	27/01/2015 14:38	27/01/2015 14:38
	11	prueba	123	10/02/2015 11:10	10/02/2015 12:18

Figura 34 .Opción “Reportes”

Al acceder a esta opción el usuario podrá apreciar un formulario como se muestra en la siguiente figura, en la cual se recopila toda la información referente al ganado que se haya ingresado anteriormente. Cabe recalcar que un mismo animal puede ser ingresado varias veces, ya que en la ganadería en la cual está orientado este proyecto se realiza el pesaje de los animales que están para la venta aproximadamente cada mes, con esto el usuario podrá observar cuánto ha sido el aumento de peso del animal desde la última vez que lo pesó y con esto determinar si necesita más comida o alguna medicina.

id_vacuno	FID	Edad	Peso	Color	Madre	Origen	Fecha	EID	Partos	Medicina	Alimentacion	Precio	Pefiez	Longitud	Latitud
5	456	10	700	NEGRO	123	CRIADERO	28/11/2014	0	0	0	0	0	0	79	0
14	456	13	800	NEGRO	123	CRIADERO	24/02/2015	0	0	0	0	0	0	79	0

Figura 35. Formulario Reporte

En este formulario se agregó la opción imprimir la cual permitirá al usuario obtener sus registros físicamente y darle el uso que él crea necesario. Al presionar esta opción aparecerá un mensaje en el cual el usuario debe seleccionar sí o no, en la siguiente figura podemos observar este mensaje.

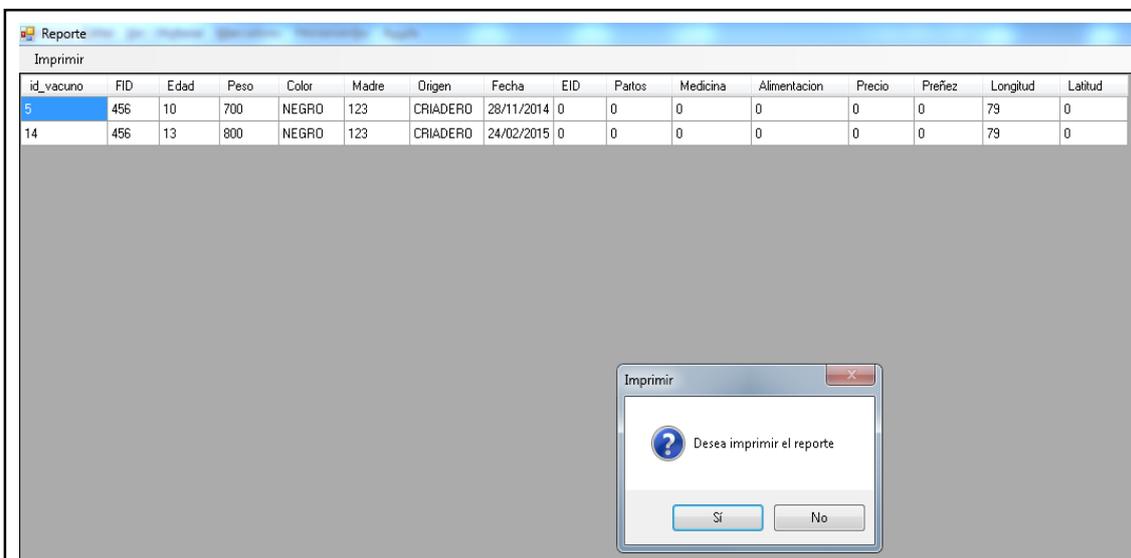


Figura 36. Mensaje de confirmación del reporte

Si el usuario presiona la opción “Si”, aparecerá una ventana para que escoja la impresora y proceda a obtener su reporte físico, como se muestra en la siguiente figura.

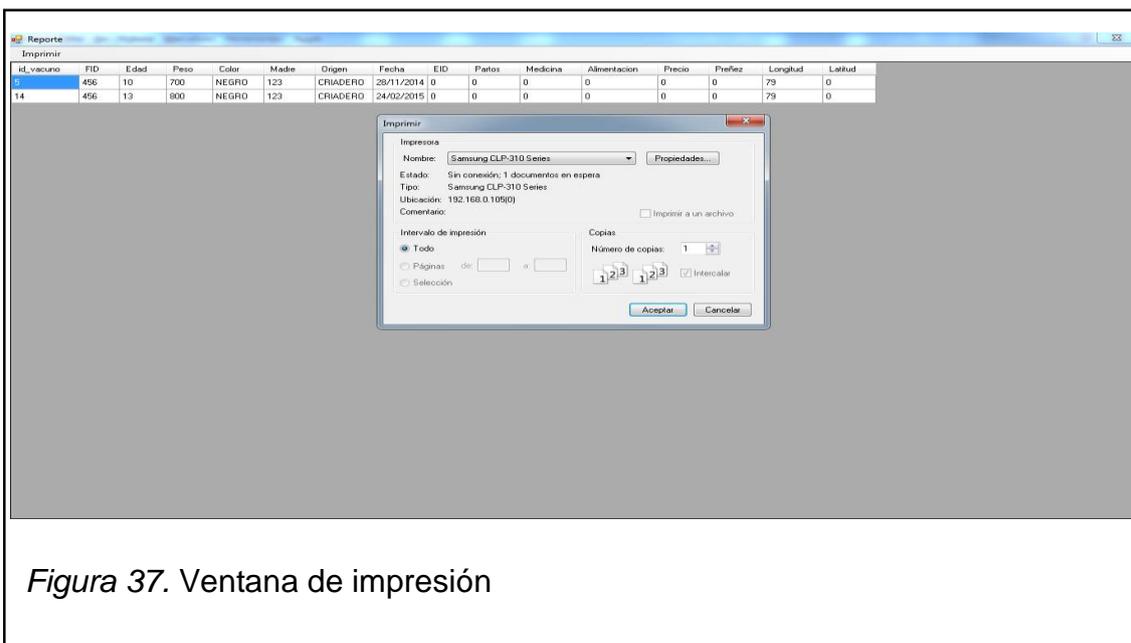


Figura 37. Ventana de impresión

Una vez seleccionada la impresora y enviada la solicitud de impresión, aparecerá un mensaje en el cual se indica al usuario cuantas páginas se enviaron a imprimir, como se muestra en la siguiente figura.

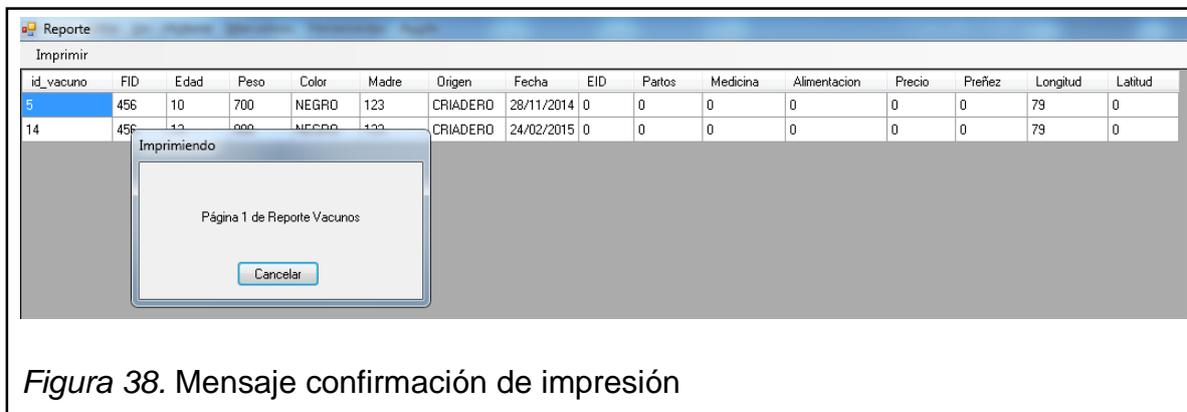


Figura 38. Mensaje confirmación de impresión

Si el usuario escoge que no desea imprimir todavía, aparecerá un ventana en la que se mostrará una vista previa de lo que se puede imprimir, como se muestra en la siguiente figura.

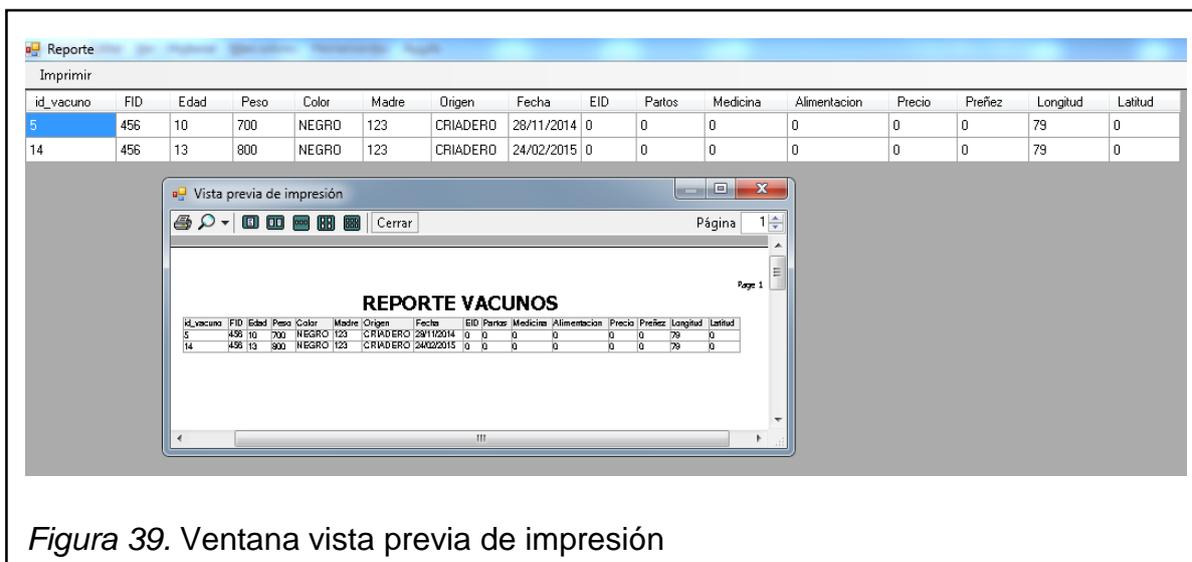


Figura 39. Ventana vista previa de impresión

3.2.- PROGRAMACIÓN DEL HARDWARE

3.2.1 Hardware de control

Comunicación del Arduino con el módulo GSM

Primeramente se configura el módulo para que envíe mensajes, estas configuraciones se las realiza a través de comando AT, se utiliza para configurar el modo del envío del mensaje AT+CMGF=1, cuando está en 1 envía mensajes y cuando está en 0 llamadas.

Se configura el módulo para que cuando le llegue un mensaje este notifique por el puerto serial que lo ha receptado, es decir selecciona el proceso para el mensaje de recepción de la red, para nuestra aplicación se utilizará el comando: AT+CNMI=2,2,0,0,0;

Para que el sms sepa a dónde debe llegar se usa el comando "AT+CSCA="+59397995040" en donde se especifica el número del centro de mensaje del móvil el cual debe recibir el contenido.

El contenido del mensaje se establece el puerto serial que se utilizará para enviar el mensaje junto con la función "print" de la siguiente manera:

```
Serial3.print("https://www.google.com.ec/maps/place/");
```

En la primera parte se enviará el link de la aplicación "Google maps", tal como se muestra en el línea de comando anterior para que al receptar el mensaje el contenido de este llegue como un vínculo.

Seguidamente se instancia a el valor de la latitud obtenido por el GPS y decodificado por la librería TinyGPS, de la siguiente manera:

```
Serial3.print(flat,DEC);
```

A continuación se debe imprimir una coma para que se entienda como un separador de los valores.

```
Serial3.print(",");
```

Finalmente se imprime el valor de longitud igualmente obtenido como la latitud.

```
Serial3.print(flon,DEC);
```

Comunicación del Arduino con el modulo GPS

Primeramente se declaran dos variables tipo float para poder tomar los datos de latitud y longitud decodificados por medio del uso de la librería .TinyGPS.

Para establecer la comunicación con el módulo GPS se debe inicializar un puerto serial virtual del Arduino para que trabaje a una velocidad de 9600 baudios. Adicionalmente se configura el pin 13 para que reciba los datos del módulo.

Para decodificar los datos enviados por el módulo se crea una variable de tipo booleano para determinar si los datos tomados por el gps están completos o no, para lo que se establece una sentencia en donde se indica que cuando el puerto serial correspondiente al módulo esté habilitado, una variable de tipo carácter empiece a leer los datos que este transmita. Cuando los datos hayan sido leídos completamente se envía una orden para que el pin 13 del Arduino se encienda y tome solo los datos de la latitud y longitud.

Comunicación simultánea entre el Arduino y los módulos GPS y GSM

Para que esta comunicación se dé el móvil asociado a los módulos debe realizar una llamada al número del SIM insertado en el módulo GSM, en el Arduino se controlará que cuando el puerto serial físico designado para éste módulo, está habilitado se empiecen a leer los datos byte por byte en una variable de tipo carácter y empezará a receptar los datos del gps, mediante un contador se controlará que estos sean receptados 3 veces correctamente antes de enviar el mensaje al móvil, una vez cumplidas estas condiciones se enviará un mensaje que contendrá un link a la página del Google Maps al que se le sumará los valores decodificados de las coordenadas longitud y latitud del punto, lo cual al momento en el que el usuario seleccione, se le mostrará ya sea en la aplicación o en la página el punto exacto de donde se encuentra el módulo.

En la siguiente figura podemos observar cómo llega el mensaje al teléfono celular que se encuentra configurado como receptor.



Figura 40. Mensaje de texto que llega al equipo receptor

3.2.2 Sistema de riego

Este sistema fue programado en base a los datos arrojados por el sensor de humedad ya que mediante la fórmula $-0.2732 * (\text{analogRead}(0)) + 102.51$ se puede establecer el porcentaje de humedad en tiempo real que posee el suelo, una vez determinado este dato se evalúa y si el porcentaje es menor a 65% se activará la bomba durante 2 segundos debido a que por las características del suelo el agua no se absorbe inmediatamente, como esta evaluación se realizará cada 10 segundos el suelo se regará hasta contar con la humedad necesaria. Se tomó como referencia 65% de humedad debido a que esta entre los valores más estables en cuanto a los porcentajes de humedad como se muestra en la siguiente figura.

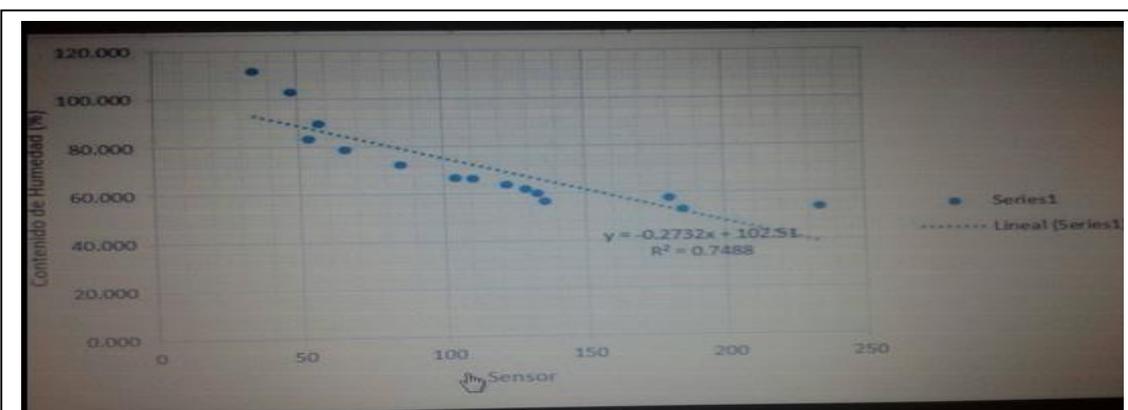
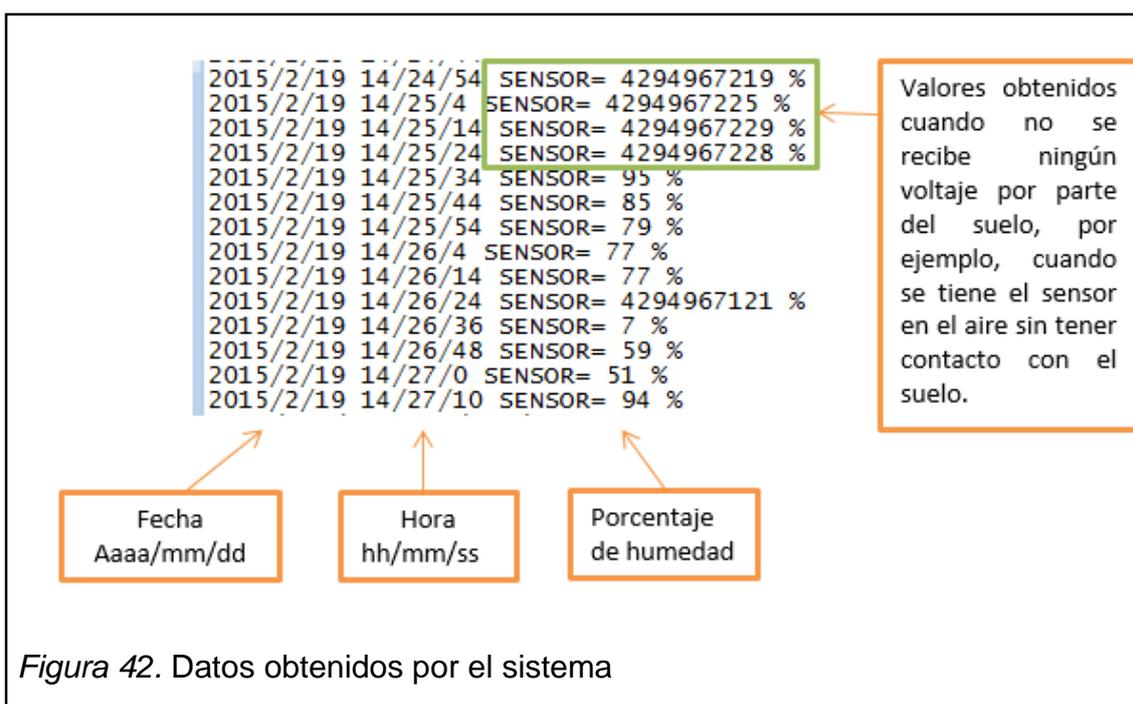


Figura 41. Tabla de relación entre contenido de humedad y los datos arrojados por el sensor

Para el almacenamiento de los datos se estableció que cada línea contará con la fecha y hora en la que se estaría tomando el dato y el porcentaje de humedad del suelo. En la siguiente figura se muestra cómo se almacenan los datos.



3.3.- PRUEBAS Y AJUSTES

3.3.1 Conexión con la báscula

En la siguiente figura se puede observar cómo se realizó la conexión de la báscula con el equipo que envía los datos inalámbricamente, el mismo es conectado a una batería ya que en el lugar donde está instalada la báscula no cuenta con instalación eléctrica.



Figura 43. Conexión bascula con el equipo router inalámbrico

En la siguiente figura se muestra la interfaz en la que se muestran los datos tomados por la báscula.

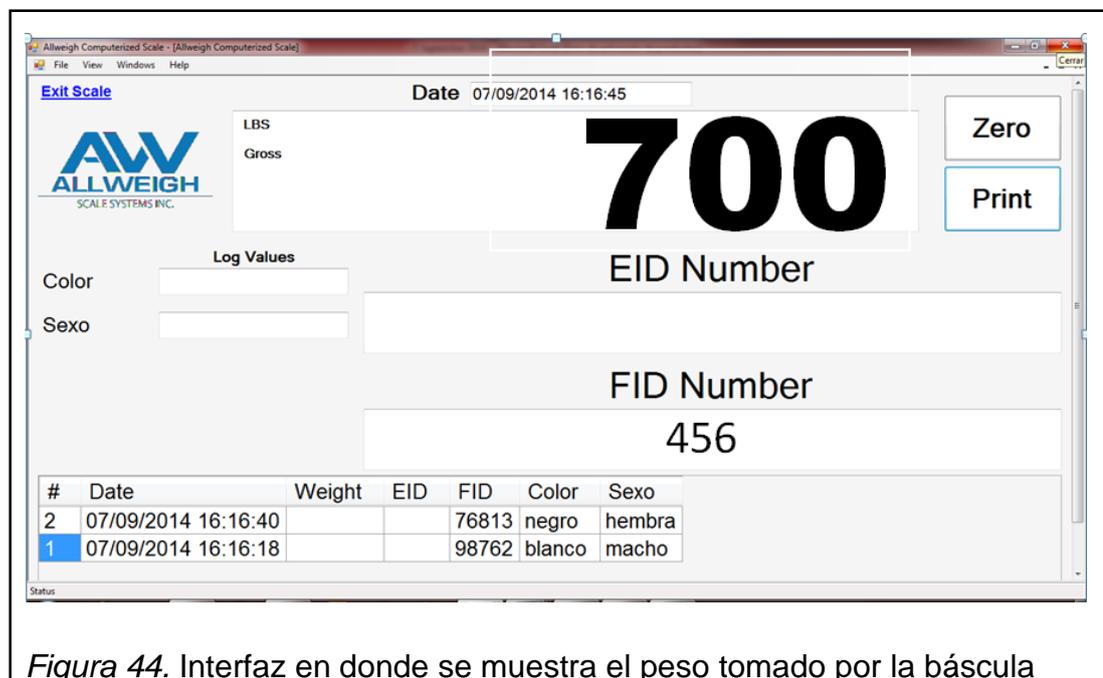


Figura 44. Interfaz en donde se muestra el peso tomado por la báscula

3.3.2 Posicionamiento

Se realizaron varias pruebas mientras el dispositivo se mantenía en movimiento, en la siguiente figura veremos las coordenadas de dos puntos que se tomaron y la distancia que se recorrió.



3.3.3. Almacenamiento de datos relativos al porcentaje de humedad del suelo

Se realizaron pruebas con varias muestras de tierra es decir unas más secas que otras para comprobar que la bomba se accionara cuando fuera necesario. En las siguientes figuras se muestran los datos obtenidos y efectivamente la bomba se accionó cuando el porcentaje de humedad era menor al establecido.

2015/2/20	12/28/36	SENSOR= 30 %
2015/2/20	12/28/48	SENSOR= 36 %
2015/2/20	12/29/0	SENSOR= 37 %
2015/2/20	12/29/12	SENSOR= 38 %

Figura 46. Pruebas humedad del suelo

```

2015/2/20 14/14/47 SENSOR= 63 %
2015/2/20 14/15/3  SENSOR= 63 %
2015/2/20 14/15/16 SENSOR= 63 %
2015/2/20 14/15/28 SENSOR= 63 %
2015/2/20 14/18/21 SENSOR= 66 %

```

Figura 47. Pruebas de humedad del suelo

Adicionalmente se probó que el panel solar si activara casi todo el sistema a excepción de la bomba. En la siguiente figura se muestra el sistema accionado por el panel.

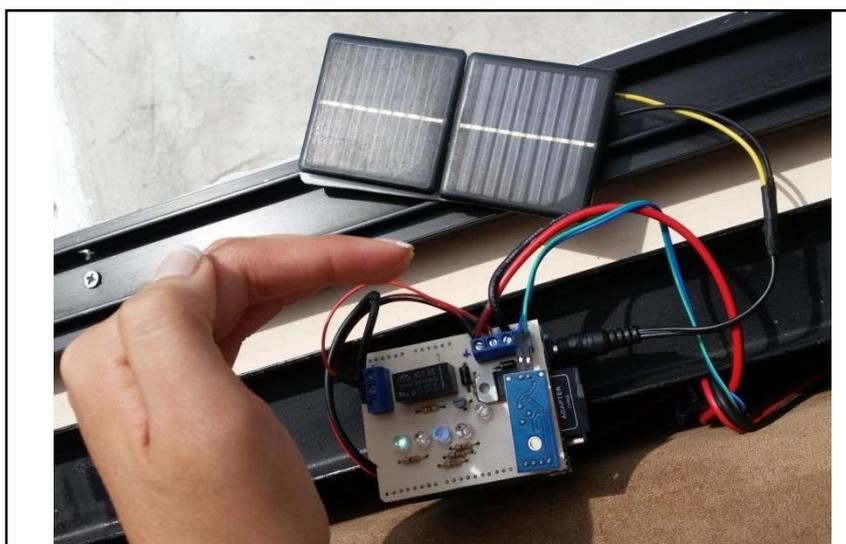


Figura 58. Panel solar activando el sistema.

1. ANÁLISIS DE COSTOS

Este análisis se realizó en base a los dispositivos y materiales que se utilizaron para este proyecto, cabe recalcar que lo más costoso, que ha sido la báscula y el computador que hace las veces de servidor, fueron tomadas en calidad de préstamo.

Tabla 11. Costos para la implementación del proyecto

Rubros	Valor
Costos directos	
• Arduino Uno	27.50
• SD Card Shield	20.00
• Sensor de Humedad	12.00
• Batería	14.00

● Panel solar	13.00
● Shield Relé	5.00
● Shield RTC	9.90
● Memoria SD	2.00
● Bomba para agua	12.50
● 1 Arduino Mega	45.00
● 1 Modulo GPS	45.00
● 1 Modulo GSM	120.00
● Placa para acoplamiento de los módulos	20.00
● Conectores para energizar la placa	5.00
● Computador	600.00
● Bascula	1800
● 1 Chips Celulares	5.00
● Celular	150.00
● Saldo	30.00
Indirectos	
● Internet	40.00
● Transporte	45.00
Total	3045.00

Nota: En esta tabla se detallan los distintos elementos y sus respectivos costos los cuales fueron necesarios para llevar a cabo este proyecto.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

Como se muestra en la tabla de análisis de costos la aplicación de este proyecto tiene un alto valor es por este motivo que este sistema sería aplicable para grandes masas de ganado sólo si se implementara en ciertos animales mas no en todos, ya que en ganaderías extensivas la mayoría de veces los animales se movilizan en manadas y es muy difícil que se dispersen por sí solos, de lo contrario que no sería rentable, pues el valor de implementación sería mucho más alto que lo que cuesta un animal.

Por otro lado existen ganaderías dedicadas a la cría de ganado cuyo valor es sumamente alto y la pérdida de algún animal sería muy significativa para su dueño, además que poder contar con un control de cada uno de estos se vuelve imprescindible por lo tanto este proyecto es aplicable a ganaderías de este tipo.

Además este proyecto sería aplicable para cualquier tipo de criadero no solo de ganado vacuno sino también ovino, porcino, caprino. Debido a la importancia que tiene en cualquier negocio el llevar un control de lo que se está produciendo.

La optimización de fuentes de energía es una actividad que debe ser practicada y difundida en gran manera debido a los problemas ambientales que se viven actualmente. Mediante el uso del sistema de riego implementado en este proyecto podemos lograr la optimización de recursos importantes en nuestro planeta como lo son el agua y el suelo, ya que solo se utilizará el agua necesaria para que el suelo esté en condiciones óptimas y se preservarán sus nutrientes, ya que tanto el exceso como la falta de agua perjudican el suelo.

Se pudo comprobar que el uso de software libre garantiza la disponibilidad de nuestra aplicación para cualquier persona que disponga de una computadora sin necesidad de gastar adicionalmente en software privado o cualquier otro gasto al que se deba incurrir para usar el mismo. Para nuestro caso significó abaratar costos ya que los materiales y equipos utilizados superaron los gastos presupuestados.

El uso del arduino Mega 2600 garantiza la operatividad de los modulos GPS y GSM ya que al contar con puertos seriales físicos se puede trabajar a las velocidades que requieren dichos módulos.

La precisión del módulo GPS utilizado en nuestro proyecto(Neo-6M) es de 2,5 metros, ya que a partir de la comunicación con el tercer satélite la información de ubicación es más acertada, dándonos un bajo margen de error.

El uso de reguladores de voltaje en nuestros prototipos fue importante debido que se utilizan distintas e independientes fuentes de energía.

5.2.- RECOMENDACIONES.

Se debe ser organizados en cuanto al seguimiento del cronograma de actividades para poder cumplir con los tiempos establecidos y de manera más eficiente, ya que de lo contrario se producen retrasos en cuanto a los tiempos de entrega de cada fase del proyecto así como que los recursos no sean optimizados de la mejor manera.

Es importante considerar todos los factores que se ven implicados al momento de la aplicación del proyecto por lo que se deben realizar las pruebas necesarias antes de avanzar cada etapa del mismo.

Tratar de optimizar los costos mediante el uso comunitario de la báscula por ejemplo que es la de mayor costo para que éste sea dividido y al tener este trato se incentivará a los ganaderos a llevar un mayor control de su negocio.

6. REFERENCIAS

Alianzas&partnership Solarship. Recuperado el 21 de junio de 2015 de http://www.solarshop.cl/product.php?id_product=307

Aliexpress(2013). Recuperado el 22 de Junio de 2015 de http://www.aliexpress.com/store/product/Ublox-6-high-accuracy-gps-module-gps-neo-6-m-electric-memory-ultra-small-volume/116034_925313804.html

Andrade, G. (2015). Proyecto de Ley Reformatoria a los Artículos 119, 202, 210 del código Orgánico Integral Penal. Recuperado el 18 de junio de 2015 de http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/pp_proyecto_de_ley_reformatoria_a_los_articulos_119_202_210_del_codigo_organico_integral_penal_g-andrade_29-01-2015.pdf

Arduino (2014). SPI Library. Recuperado el 15 de febrero de 2015 de <http://arduino.cc/en/Reference/SPI>

Arduino. Arduino Uno. Recuperado 16 de febrero de 2015 de <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>

Arduino. Arduino Mega 2560 Reference Design. Recuperado el 6 de marzo de 2015 de <http://arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-mega2560-schematic.pdf>

Arduino. Arduino Mega 2560 Reference Design. Recuperado el 6 de marzo de 2015 de <http://arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-mega2560-schematic.pdf>

Arduino. Arduino Mega 2560. Recuperado el 5 de marzo de 2015 de <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>.

Arduino. Download the Arduino Software. Recuperado el 16 de febrero de 2015
<http://arduino.cc/en/Main/Software>

Arduino. Getting Started with Arduino. Recuperado 15 de febrero de 2015 de
<http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Arduino. SD Library. Recuperado el 18 de febrero de 2015 de
<http://arduino.cc/en/Reference/SD>

Arduino. Wire Library. Recuperado el 18 de febrero de 2015 de
<http://arduino.cc/en/Reference/Wire>

Chacon, E.(2011). Sistema GPS aplicado a la ganadería. Recuperado el 26 de julio de 2014 de <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/manejo/articulos/gps-ganaderia-t3842/124-p0.htm>

Comunicación Serial. Recuperado el 4 de marzo de 2015 de
<https://galaxi0.wordpress.com/el-puerto-serial/>

Cycling. RTC-lib(Real Time Composition Library). Recuperado el 18 de febrero de 2015 de <https://cycling74.com/toolbox/rtc-lib-real-time-composition-library/>

DatasheetArchive(2014). Arduino Uno. Recuperado 16 de Febrero de 2015 de
<http://www.datasheetarchive.com/arduino%20uno-datasheet.html>

Deal Extreme(2012). Mega 2560 R3 Microcontroller Board for Arduino (Works with Official Arduino Boards). Recuperado el 22 de junio 2015 de
http://www.dx.com/p/arduino-mega-2560-r3-microcontroller-board-red-150607#.VbBRqfl_Oko

Díaz, R. Utilización de pastizales naturales. Recuperado el 4 marzo de 2015 de

https://books.google.com.ec/books?id=jpZ5RHrGYmgC&pg=PA191&lpg=PA191&dq=distancia+promedio+que+camina+una+vaca+en+el+dia&source=bl&ots=SQ_aV5r8O7&sig=afkb6nuYGb8B61I__qlx6UeMWy8&hl=en&sa=X&ved=0CBwQ6AEwAGoVChMliP7opYOUxgIVyzKMCh2UaQAw#v=onepage&q=distancia%20promedio%20que%20camina%20una%20vaca%20en%20el%20dia&f=false

Efdeportes(1998). El sistema de posicionamiento global y los receptores GPS. Recuperado 16 de junio de 2015 de <http://www.efdeportes.com/efd9/gps.htm>

Embedded Systems Academy(2014). I2C Bus Protocol. Recuperado el 15 de febrero de 2015 de <http://www.esacademy.com/en/library/technical-articles-and-documents/miscellaneous/i2c-bus/general-introduction/i2c-bus-protocol.html>

GPS Information. NMEA data. Recuperado el 31 de agosto de 2014 de <http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm>

Gupta, P. Short Message Seervice: What, How and Where?. Recuperado el 15 de agosto de 2014 de <http://www.wirelessdevnet.com/channels/sms/features/sms.html>

Hart M.(2015). TinyGPS++. Recuperado el 6 de marzo de 2015 de <http://arduiniiana.org/libraries/tinygpsplus/>.

I2C Info(2014). I2C Info – I2C Bus, Interface and Protocol. Recuperado el 15 de Febrero del 2015 de <http://i2c.info/>

ITK. SMS. Recuperador el 15 de agosto de 2014 de <http://www.itk.ilstu.edu/staff/drathke/277web/WebContent/reading/SMSOverview2.pdf>

KH GPS. (2002). NMEA 0183. Recuperado el 31 de agosto de 2014 de <http://www.kh-gps.de/nmea-faq.htm>

Ladyada(2013). Logger Shield. Recuperado el 17 de febrero de 2015 de <http://www.ladyada.net/make/logshield/>.

Linio. Shield Data Logger Sd Para Arduino Uno Mega – Azul. Recuperado el 21 de junio de 2015 de <http://www.linio.com.co/Shield-Data-Logger-Sd-Para-Arduino-Uno-Mega---Azul-1098610.html>

Micropik. FC-28 Sensor de humedad del suelo. Recuperado el 18 de febrero de 2015 de http://www.micropik.com/PDF/FC_28.pdf

Moscoso, V. (2011). ¿Qué es el ICSP-Arduino. Recuperado el 17 de febrero de 2015 de <http://www.vicolinker.net/que-es-el-icsp-arduino/>

Moto Mon. FAQ. Recuperado el 16 de agosto de 2014 de <http://motomon.com/faq/>

Network Sorcety. UDP, User Datagram Protocol. Recuperado el 1 de septiembre de 2014 de <http://www.networksorcery.com/enp/protocol/udp.htm>

Novatel(2003). GPS Pocation Accuracy Measures. Recuperado 16 de junio de 2015 de <http://www.mat.uc.pt/~gil/downloads/GPSMedidasExactidao.pdf>

Onedis. Sistemas GPS. Recuperado el 16 de agosto de 2014 de <http://www.onendis.com/sistemas-gps>

Oviaragón. (2013). Servicio GPS para la localización del ganado. Recuperado el 26 de julio de 2014 de <http://oviaragonblog.com/2013/09/10/servicio-gps-para-la-localizacion-del-ganado/>

Perulactea(2012). El celo de la Vaca Lechera: Todo está en las Hormonas. Recuperado el 4 de marzo de 2015 de <http://www.perulactea.com/2012/11/30/el-celo-de-la-vaca-lechera-todo-esta-en-las-hormonas/>

Play-Zone. DK Data Logging Shield V1.0 Recuperado el 18 de febrero de 2015 de <http://www.play-zone.ch/en/dk-data-logging-shield-v1-0.html>

Protocols. ISDN Recuperado el 30 de agosto de 2014 de <http://www.protocols.com/pbook/isdn.htm>

Radio-Electronics. GPS Accuracy, Errors & Precision. Recuperado el 16 de junio de 2015 de <http://www.radio-electronics.com/info/satellite/gps/accuracy-errors-precision.php>

Rouse, M. (2014). TCP(Transmission Control Protocol) definition. Recuperado el 1 de septiembre de 2014 de <http://searchnetworking.techtarget.com/definition/TCP>

Sandler, T. (2013). Cattlesense Develops Collar To Keep Track. Recuperado el 26 de Julio de 2014 de <http://nocamels.com/2013/02/cattlesense-using-satellites-and-ai-for-cattle-herding/>

Silicon Labs. Serial Communication. Recuperado el 4 de Marzo de 2015 de http://www.silabs.com/Support%20Documents/Software/Serial_Communications.pdf

SPARK FUN. Serial Peripheral Interface(SPI). Recuperado el 15 de febrero de 2015 de <https://learn.sparkfun.com/tutorials/serial-peripheral-interface-spi>

Sunsky. TK 900-1. Recuperado el 1 de Agosto de 2014 de <http://www.sunsky-online.com/product/default!view.do?subject.id=248328>

Technology Training Limited. LAPD. Recuperado el 30 de agosto de 2014 de <http://www.protocols.com/pbook/isdn.htm>

Torres, H. (2014). GPS Ublox: NEO-6M módulo GPS con MATLAB por USB. Recuperado el 10 de marzo de 2015 de <http://hetprostore.com/TUTORIALES/gps-ublox-neo-6m-modulo-con-matlab/>

U-Blox. NEO-6 u-blox 6 GPS Modules. Recuperado el 15 de marzo de 2015 de https://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/NEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf

Waga, K. Tabarcea, A. Mariescu-Istodor M. Fränti P. System for Real Time Storage, Retrieval and Visualization of GPS Tracks. Recuperado el 16 de agosto de 2014 de http://cs.uef.fi/sipu/pub/RealTimeStorage_ICSTCC.pdf

Wavecom(2006). Wireless CPU Q24 Series Product Technical Specification. Recuperado el 6 de marzo de 2015 de https://www.futurashop.it/Allegato_PDF_ENG/8170-Q24PLUS.pdf

ANEXOS

Anexo 1

Manual de usuario de báscula ALLWEIGH SCALES SYSTEMS INC.

La báscula móvil Allweigh y sistema RFID, contiene una aplicación que debería estar instalada en su equipo portátil.

La báscula y el sistema RFID Allweigh fue diseñado para Windows NT es decir es compatible con cualquier aplicación de Windows desde XP, que se ejecuta en computadoras.

Allweigh Scales Systems Inc. recomienda el uso de PC portátiles con Windows 7.0 para su mejor rendimiento.

Si en algún momento se está experimentando dificultades técnicas el primer paso es reiniciar todo el equipo.

Modo de conexión:

Puesta en marcha:

1. Se deben conectar todos los cables de la célula de carga y cable de serie RFID con Caja de Control de Peso Computarizado, asegúrese de que todo el peso se quite de la plataforma y conecte el adaptador de corriente.
2. Encienda el computador con el Allweigh Scales y el programa RFID instalado.
3. Haga clic en el icono Start en la esquina superior izquierda.

Configuración de la conexión a la báscula

Hay dos formas de conectarse a la báscula computarizada.

El más común y el método del sistema viene pre configurado para una conexión directa de la báscula a su ordenador (también conocida como una conexión directa). La otra opción es conectar el equipo de peso

computarizado a una red inalámbrica existente, como se aprecia en la figura 9 y figura 10:



Figura.- .Red: Conexión del ordenador a la báscula a través de un router inalámbrico



Figura.- Conexión directa de un equipo a la báscula.

1. Asegurarse que los indicadores de alimentación y de enlace inalámbrico parpadean en el dispositivo de la báscula computarizada Allweigh.
2. Haga clic en el icono Start en la esquina superior izquierda de la pantalla
3. Haga clic iPAQ Wireless en el menú que aparece
4. Si el botón WiFi es de color gris con una X roja, haga clic en él para activar su tarjeta inalámbrica.
5. Haga clic en la Configuración de botón a la derecha del botón Wi-Fi, a continuación, haga clic en la pestaña Adaptadores Red en

la parte inferior de la pantalla y haga clic en el adaptador WiFi en la lista de adaptadores.

6. Se muestra la página de configuración del adaptador Wi-Fi, haga clic en Usar dirección IP específica e introduzca los siguientes valores en la zona, siempre que:

- Dirección IP: 192.168.1.45
- Máscara de subred: 255.255.255.0
- Puerta de enlace predeterminada: 192.168.1.1

7. Haga clic en el botón Aceptar en la esquina superior derecha y luego haga clic en Aceptar al cuadro de diálogo que aparece.

8. Haga clic en la pestaña Wireless en la parte inferior de la pantalla.

9. Seleccione Sólo de equipo a equipo de las redes de acceso de la lista.

En la lista de redes disponibles, aparecerá una red llamada "Computarized Scales" selecciónela e ingrese la clave de red que es "123456abcd", a continuación, haga clic en Aceptar en la esquina superior derecha de la pantalla.

11. Haga clic en Aceptar en la esquina superior derecha de la pantalla para volver a la ventana iPAQ Wireless. Si la conexión no se establece en los próximos 30 segundos, haga clic en el logotipo de Wi-Fi para desactivar la tarjeta de red, espere 5 segundos y luego haga clic en el logotipo de Wi-Fi de nuevo para activarlo y repetir hasta que el icono se resume en verde.

1. Su Computador se conectará de forma predeterminada a esta red.

Configuración del hardware

1. Báscula conectada: Se trata de un menú para futuras actualizaciones compatibles con varios tipos de básculas.

Actualmente no tiene ningún efecto sobre el funcionamiento de su sistema.

2. Tag Reader conectado: Se trata de un menú para actualizaciones futuras que permitan una programación de diferentes marcas de lectores RFID.
3. Registro de datos: Esto le permite elegir si desea o no que se ingresen sus datos en una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

Configurar Báscula

1. Ajuste de calibración (%): Permite ajustar la calibración actual en un porcentaje determinado. No se recomienda ajustar esta configuración a menos que esté seguro de que la calibración de la báscula está configurado en un porcentaje constante.
2. Conde Por: Esto establece el incremento con el que contará la báscula. Para las básculas de alta capacidad, se recomienda establecer este valor más alto para aumentar la legibilidad.
3. Capacidad: Esto establece el peso máximo en el botón de la báscula.
4. Nivel de filtro: Ajusta el nivel de filtrado aplicado al peso antes de mostrarse. Cuanto más alto se establece más estable es el peso de la báscula
5. Filter Lock: La fijación de filtro se utiliza para bloquear a los pesos cuando la balanza comienza a estabilizarse. Es útil para el pesaje de objetos en movimiento.
6. Unidades: Establece si el peso se muestra en libras o kilogramos.
7. Calibrate Scale: Esto establece la calibración de la báscula.
8. Restaurar valores predeterminados: Restaura la configuración de escala por defecto de fábrica.

Configuración de la red

1. Esta unidad está pre configurada para trabajar con la configuración establecida, es decir cuenta con un direccionamiento IP estático (192.168.1.10/24), por lo que la máquina que desea conectarse a la red de la báscula debe configurar su tarjeta de red con una IP de la misma subred de la báscula.

Los campos de registro

Campos de registro son los títulos de las columnas que se muestran en la hoja de cálculo Excel.

1. Agregar nuevo campo: Para agregar un nuevo campo, haga clic en uno de los campos pre entrado en la lista de campos comunes y haga clic en agregar. Si necesita un campo personalizado se debe agregar al grupo de campos establecidos y luego haga clic en agregar.
2. Eliminar campo: Para eliminar un campo seleccione uno de la lista campos de visualización y haga clic en eliminar.
3. Cambiar el orden de campos: Para cambiar el orden de los campos que se muestran, seleccione uno de la lista de campos que aparece y haga clic en arriba o hacia abajo.
4. Restaurar valores predeterminados: restaura la configuración de registro de campo por defecto de fábrica.

Para guardar la configuración, simplemente haga clic en Aceptar, para cancelar los cambios, haga clic en cancelar

Inicio de la Báscula

1. En la página principal del programa Bascula Computarizada Allweigh haga clic en el botón Inicio.
2. Si el registro de datos está activado, el programa va a auto generar una hoja de cálculo Excel con los campos seleccionados

en la configuración del programa. Se le pedirá que introduzca un nombre para la hoja de cálculo.

3. Si hay algún problema de conexión a la Báscula, se mostrará "Com ..." en lugar del peso.

4. Una vez abierto el programa se mostrará el peso actual. El programa funciona exactamente como una báscula normal con la adición de lectura RFID y registro de datos.

Manejo de la Escala

1. Registro de datos:

- El peso, la identificación electrónica y el FID(Identificador del animal establecido internamente por el dueño del mismo) se muestran siempre y si usted elige registro de campos personalizados también se mostrarán. Puede introducir datos en los campos personalizados haciendo clic en ellos e ingresar el texto que le gustaría.

- Para guardar los datos introducidos en la hoja de cálculo Excel, simplemente haga clic en el botón de impresión y se guardarán los datos.

- Los datos impresos serán los que aparecen en la parte inferior de la pantalla, así como los guardados en la hoja de cálculo Excel auto generado.

Puesta a cero de la báscula: Para poner en cero la báscula simplemente haga clic en el botón Zero en la esquina inferior izquierda, a continuación, se pondrá a cero el peso en pantalla.

Anexo 2

Protocolos

LAPD (Link Access Protocol-Channel D)

Es un protocolo de capa de dos que es definido en ITU-T Q.920/921, fue designado para satisfacer los requerimientos de señalización de ISDN (Integrated Services Digital Network) básicos de acceso. Trabaja en ABM (Asynchronous Balanced Mode), el cual es totalmente balanceado. Cada estación debe inicializarse, supervisar, recuperarse de errores y enviar tramas todo el tiempo. En la siguiente figura se muestra el formato de una trama LAPD standard. A continuación se pasará a describir cada uno de los campos del formato antes mencionado.



Figura.- Estructura de una trama LAPD

1. **Flag (Bandera).**- Las banderas de apertura y cierre son usadas para la sincronización de la trama, delimita el inicio y el fin de la misma. La bandera de cierre delimita el inicio de otra trama
2. **Address Field (Campo Dirección).**- Esta dividido en dos partes el TEI (Terminal End point Identifier) y el SAPI (Service Access Point Identifier) unidos se les llama DLCI (Data Link Control Identifier), esto provee una forma de multiplexación. Los 6 bits asignados para SAPI permiten la especificación de 64 tipos de servicios de puntos de acceso. El TEI identifica el destino o terminación lógica de la información de capa tres, también puede ser usado para transferencias de datos punto a punto. En este campo existe un bit que identifica la trama como orden o respuesta. Otro bit incluido en este campo es el EA2 (Second Address Extension), el cual siempre será 1. En la siguiente figura se muestra el esquema del campo de dirección.



Figura.- Campo de dirección

3. **Control Field (Campo de Control).**- Identifica el tipo de rama, también incluye secuencias de números, características de control y rastreo de errores de acuerdo a el tipo de trama.
4. **FCS (Frame Check Sequence).**- La trama de chequeo de frecuencia, permite un alto nivel de control de errores físicos ya que permite que la integridad de la trama transmitida sea revisada.
5. **GTP (Protocolo de túneles GPRS).**- Encargado de transportar paquetes de un usuario y señales que están relacionadas entre los GSN (Nodos de Soporte de GPRS). Los paquetes GTP tienen los paquetes X.25 o IP del usuario.

TCP (Protocolo de Control de transmisión)

Encargado de transportar paquetes a través de la red. Es un estándar que define como mantener y establecer una conversación de red en donde los programas de aplicación pueden intercambiar datos. TCP trabaja con IP (Protocolo de Internet), el cual define como una computadora envía paquetes de datos a otras. IP y TCP son las reglas básicas que definen el internet.

UDP (Protocolo de Datagrama de Usuario)

Ofrece un mínimo servicio de transporte, no garantiza la entrega de datos y da servicio de acceso directo a los datos de la capa IP a las aplicaciones. Es usado por aplicaciones que no requieren un nivel de servicio TCP o que desean usar servicios de comunicaciones. Encargado de transportar paquetes a través de la red.

SNDCP (Protocolo de Subred de Convergencia Dependiente)

Encargado de realizar la transferencia de paquetes entre la estación móvil y los SGSN (Nodo Responsable de la entrega de paquetes al terminal móvil). Las funciones que este desempeña son:

1. Multiplexación de varias conexión de capa de red en una conexión lógica virtual de la capa LLC
2. Descompresión y compresión de los datos e información repetitiva de la cabecera.

GMM/SM:(Manejo de Movilidad GPRS/Manejo de Sesión)

Se encarga de la gestión de la sesión en instantes de ejecución de funciones de actualizaciones de rutas, seguridad, etc... y de la movilidad.

802.11 Protocolo

Es utilizado para comunicar dispositivos sin la necesidad de usar cables de este protocolo, tiene tres variantes:

1. 802.11a.- Esta versión opera a 54 Mbps, el problema con esta variante es la distancia, alcanza 100 pies fuer de la red
2. 802.11b.- Esta versión opera a 11 Mbps, pero la distancia de transmisión es de 300 pies, es usada para hotspots públicos y campus de ambientes pequeños
3. 802.11g.- Esta versión trabaja a 54 Mbps y tiene el mismo alcance que el 802.11b

I2C

El bus I2C consiste físicamente de 2 interfaces activas y una conexión a tierra. Las dos interfaces activas se llaman SDA (Serial Data Line) y SCL (Serial Clock Line). Se utilizarán para conectar dispositivos de baja velocidad.

Cada dispositivo enganchado al bus contará con una dirección la cual será única, sin importar lo que sea. Cada uno de estos podrá actuar como transmisor y receptor, dependiendo de la funcionalidad. Las especificaciones del protocolo I2C indican que el dispositivo que inicie una transferencia de datos en el bus será considerado el maestro y los demás serán esclavos.

1. Direccionamiento

La comunicación I2C básicamente se realiza usando transferencia de 8 bits o bytes. Cada dispositivo esclavo I2C tiene una dirección de 7 bits que necesita ser única la cual representa bits de 1 a 7 mientras el bit 0 es usado como señal de lectura o escritura de un dispositivo. Si el bit 0 es seteado a 1 entonces el maestro leerá desde el esclavo. El maestro no necesita dirección mientras se genere el reloj (vía SCL) y el direccionamiento individual para los esclavos.

2. Funcionamiento

En la siguiente figura podemos observar un ejemplo de dispositivos que usa protocolo I2C para comunicarse.

El dispositivo maestro iniciará la comunicación generando la condición de Inicio(S), seguido por la dirección del dispositivo esclavo (B1). Si el bit 0 de la dirección byte fue seteado a 0 el maestro escribirá al dispositivo esclavo (B2). De lo contrario el siguiente byte será leído desde el esclavo. Una vez que todos los bytes hayan sido escritos o leídos (BN), el maestro generará la condición de Finalización (P). EN la siguiente figura se muestra un ejemplo del funcionamiento del protocolo I2C:

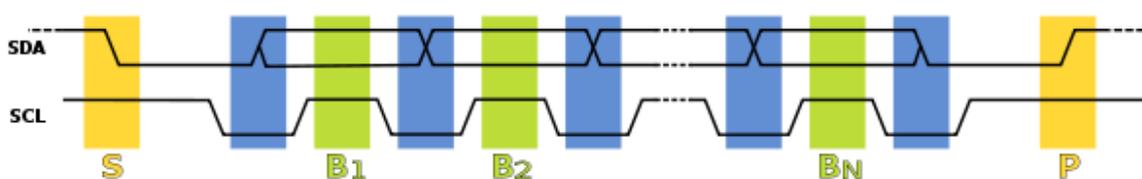


Figura.- Funcionamiento protocolo I2C

SPI (Serial Peripheral Interface)

Es un protocolo de datos serial síncrono usado por micro controladores para comunicarse con uno o varios dispositivos periféricos rápidamente y en cortas distancias. También puede ser usado entre 2 micro controladores.

En este tipo de comunicaciones siempre hay un dispositivo maestro el cual controla los otros dispositivos periféricos. Podemos encontrar 3 líneas que son comunes para todos los dispositivos:

1. MISO(Master In Slave Out).- La línea del esclavo para enviar datos al maestro
2. MOSI(Master Out Slave In).- La línea del maestro para enviar datos a los periféricos
3. SCK (Serial Clock).- Los pulsos del reloj que sincronizan datos de transmisión generados por el maestro.

Una línea específica para cada dispositivo.

1. SS (Slave Select).- El pin en cada dispositivo que el maestro puede usar para desactivarlo o activarlo.

En términos generales existen 4 modos de transmisión. Estos modos controlan si los datos son desplazados hacia dentro o fuera en el borde de subida o bajada de los datos de la señal de reloj (llamado clock phase o fase del reloj), y si el reloj está inactivo cuando sea alto o bajo (llamado clock polarity o polaridad del reloj). En la siguiente tabla se muestran las combinaciones de polaridad y fase de los modos antes mencionados.

Modo	Polaridad del reloj(CPOL)	Fase del reloj(CPHA)
SPI_MODE0	0	0
SPI_MODE1	0	1
SPI_MODE2	1	0

SPI_MODE3	1	1
-----------	---	---

Tabla. Combinación entre fase y polaridad de los 4 modos de transmisión.

NMEA 0183(National Marine Electronics Association)

Es un estándar que ha desarrollado especificaciones que definen una interfaz entre varios equipos electrónicos marinos, les permite enviar información a computadores u otros equipos marinos. Los receptores GPS están definidos con estas especificaciones para transmitir datos como latitud, longitud, velocidad, hora y fecha. Existen sentencias para cada categoría de dispositivo y también la habilidad de definir sentencias propietarias para compañías individuales.

Anexo 3

Sistemas de Comunicación

GPS (Global Positioning System): El sistema de posicionamiento global, fue desarrollado, instalado y en la actualidad es operado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos.

Entre los años 1978 y 1985 fueron desarrollados y lanzados once satélites prototipo experimentales NAVSTAR, actualmente la red GPS es un grupo de 27 satélites que orbitan a la Tierra, de los cuales 24 están en operación y otros tres extras en caso de que alguna falla ocurra.

Los militares de Estados Unidos desarrollaron e implementaron esta red de satélites como un sistema de navegación militar, pero en 1980 el gobierno de Estados Unidos hizo que el sistema estuviera disponible también para uso civil.

Los satélites GPS no deben ser confundidos con los satélites de comunicación utilizados para Wireless, son dos redes de satélites completamente separadas.

Funcionamiento

Los satélites GPS rodean la tierra dos veces al día en una órbita precisa y transmiten información de las señales a la tierra. Los receptores GPS toman esta información y usan una triangulación para calcular la posición exacta del usuario. Esencialmente, los receptores GPS comparan el tiempo en que una señal fue transmitida por uno de los satélites con el tiempo en que esta fue recibida. Luego con mediciones de distancia de algunos otros de los satélites, el receptor puede determinar la posición del usuario y mostrarla en un mapa electrónico de unidades.

El receptor GPS debe localizar señales de al menos tres satélites para calcular una posición 2D es decir latitud y longitud, y la ruta de movimiento. Con cuatro o más satélites localizados, el receptor puede determinar la posición 3D del usuario, es decir latitud, longitud y altitud. Una vez que la posición del usuario ha sido determinada, el dispositivo GPS puede calcular otra información, como

velocidad, ruta, distancia de viaje, distancia hasta el punto de destino, tiempo en que va a amanecer o atardecer y más.

Precisión de GPS

Hoy en día los receptores GPS son extremadamente precisos, gracias a su diseño multicanal paralelo.

Sistema de satélites GPS

Los veinticuatro satélites que conforman el segmento espacial GPS, están orbitando la tierra a alrededor de 12050 millas sobre nosotros. Estos están en constante movimiento, haciendo dos orbitas completas en menos de 24 horas. Estos satélites están viajando a una velocidad de aproximadamente 6990 millas por hora.

Los satélites GPS utilizan energía solar para su funcionamiento. Estos tienen baterías de respaldo para seguir funcionando en el caso de un eclipse solar, cuando no existe energía solar. Cada satélite tiene un pequeño cohete que lo mantiene volando en la ruta correcta. En la siguiente figura se muestra la red satelital.



Figura.- Muestra la triangulación del sistema satelital

Señales GPS

Los satélites GPS transmiten dos señales de radio de baja potencia, L1 y L2. Los GPS civiles usan la frecuencia L1 de 1575.42 MHz en la banda UHF. Las señales tienen que tener línea de vista, es decir, podrán atravesar plástico, nubes y vidrios, pero no podrán atravesar objetos sólidos, como montañas o edificios.

Una señal GPS contiene 3 bits de información:

1. Pseudo-random Code (Código pseudo-aleatorio): Es un código de identificación, que permite determinar que satélite está transmitiendo la información.
2. Ephemeris Data (Datos de Efemérides): Son constantemente transmitidos desde cada satélite, contienen información importante acerca del estado del satélite, es decir si está o no funcionando correctamente, fechas y horas actuales. Esta parte de la señal es esencial para determinar la posición.
3. Almanac Data (Datos de almanaque): Informan al receptor GPS donde debería estar cada satélite durante el día. Cada satélite transmite datos de almanaque mostrando la información orbital para el mismo y para los demás satélites en el sistema.

Fuentes de los errores en las señales GPS

1. **Retardos de la Tropósfera e Ionósfera:** La señal de un satélite se retarda a medida que atraviesa la atmosfera. El sistema GPS usa un modelo incorporado que calcula un monto promedio de retardo para corregir parcialmente este tipo de errores.
2. **Señal multisalto.**- Esto sucede cuando la señal GPS es irradiada por objetos como grandes rocas ó edificaciones, antes de ser receptada por el dispositivo. Esto incrementa el tiempo de viaje de la señal, lo que causa errores.

3. **Errores en el reloj del receptor.-** El receptor tiene un reloj incorporado el cual no es tan preciso como los relojes atómicos de los satélites GPS, lo que ocasiona pequeños errores de tiempo.
4. **Errores orbitales.-** También conocidos como errores de Efemérides, estos son impresiones de los reportes de la ubicación de los satélites.
5. **Numero de satélites visibles.-** Mientras más satélites pueda un receptor GPS “ver”, se podrá obtener datos más exactos. Interferencia electrónica, edificios o hasta arboledas pueden bloquear la recepción de una señal, causando errores de posición o imposibilidad de lectura de la misma. Los dispositivos GPS por lo general no funcionan dentro de edificios, debajo de la tierra o del agua.
6. **Geometría/Sombreado del satélite.-** Hace referencia a la posición relativa de los satélites, en cualquier momento. La geometría de un satélite ideal existe cuando el satélite está localizado en ángulos amplios en relación a los demás. Estos errores se dan cuando los satélites están localizados en línea o agrupados en pequeños perímetros.
7. **Degradación de señal intencional.-** Disponibilidad Selectiva (SA, por sus siglas en inglés, Selective Availability fue impuesta por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, fue creada para prevenir que adversarios de los militares usen la precisión de las señales GPS. El gobierno desactivó SA en mayo del 2000, lo que mejoró significativamente la precisión de los receptores GPS civiles.

Data SMS (Short Message Service): El servicio de datos de mensajería es un mecanismo de entrega de mensajes cortos a través de la red móvil. Es una forma de guardar y enviar mensajes hacia y desde dispositivos móviles. El mensaje (solo texto) que fue enviado desde el móvil de origen es almacenado en la central de mensajería corta el cual luego es enviado desde allí hasta el móvil de destino. Lo que significa que en caso de que el receptor no esté disponible, el mensaje es almacenado y puede ser enviado después. Cada mensaje no puede ser mayor a 160 caracteres, los cuales pueden ser texto (alfanuméricos) o mensajes cortos con números binarios. Una característica interesante de SMS son las

notificaciones de recibo. Esto quiere decir que el emisor, si desea, puede recibir una notificación que indique si el mensaje fue entregado al receptor. Desde que los SMS usaron señalización de canal en lugar de canales dedicados, estos mensajes pueden ser enviados y recibidos simultáneamente con el servicio de voz/datos/fax sobre la red GSM. SMS soporta roaming internacional, esto significa que se pueden enviar mensajes a cualquier otro usuario móvil GSM alrededor del mundo.

Funcionamiento:

8. SMC (Short Message Center): Es la entidad que realiza el trabajo de almacenar y enviar mensajes desde y hacia las estaciones móviles
9. SME (Short Message Entity): Puede estar localizada en la red fija o en la estación móvil, envía y recibe los mensajes
10. SMS GSC (SMS Gateway MSC): Es la puerta de enlace MSC que puede también recibir mensajes. La puerta de enlace MSN es un punto de la red móvil en donde se puede tener contacto con otras redes. Al recibir mensajes desde SMC, GSC usa la red SS7 para preguntar la posición actual de la estación móvil al HLR.
11. HLR (Home Location Register): Es la base estructural de datos principal en la red móvil. Esta guarda información del perfil de suscripción de un móvil y las rutas para este, es decir el área (cubierta por el MSC) donde el móvil está situado actualmente. El GSC es entonces capaz de pasar el mensaje a la MSC correcta.
12. MSC (Mobile Switching Center): Es la entidad en la red GSM que hace el trabajo de intercambiar conexiones entre estaciones móviles o entre estaciones móviles y la red fija.
13. VLR (Visitor Location Register): Pertenece a cada servicio de MSC y contiene parámetros temporales, acerca del móvil, como el ID (identification), y la celda(o grupo de celdas) donde el móvil está ubicado actualmente. Usando la información del VLR la MSC es capaz de enviar

el mensaje a la BSS correspondiente, la cual transmitirá el mismo a la estación móvil.

14. BSS (Base Station System): Consiste de transceptores, los cuales envían y reciben información sobre la interfaz de aire, desde y hacia las estaciones móviles. Esta información es pasada a través de los canales de señalización para que los móviles puedan recibir los mensajes aunque llamadas de voz o datos estén en curso.

En la siguiente figura se muestra el funcionamiento del servicio de mensajería corta.

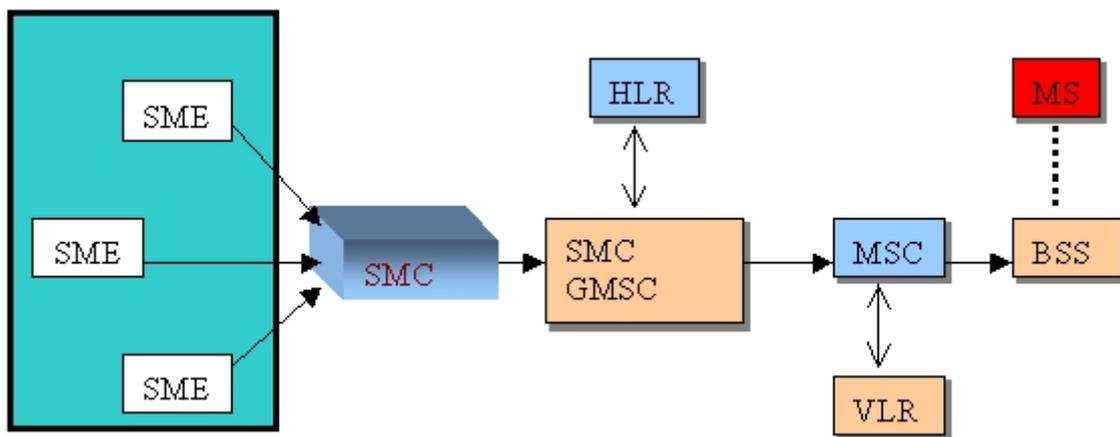


Figura.- Diagrama del funcionamiento de SMS

GPRS (general packet radio services) evolución de GSM, es una técnica de conmutación de paquetes que permite alcanzar velocidades de 115 kbps a diferencia de GSM que nace para dar solución a la transmisión de voz mediante conmutación de circuitos. Las redes GSM no se adaptan adecuadamente a las necesidades de transmisión de datos con terminales móviles por lo que aparece el GPRS para que el envío de datos se realice mediante conmutación de paquetes

Arquitectura GPRS

La arquitectura de GPRS está basada en la arquitectura de GSM

La arquitectura GSM tiene 4 subsistemas

1. Estación Móvil (MS): Consta de elementos básicos:
 1. Equipo terminal.- son los teléfonos móviles o celulares
 2. SIM (Subscriber Identify Module).- es la tarjeta inteligente que proporciona la información de los servicios e identifica las características de nuestro terminal, va insertada dentro del dispositivo móvil, sin el SIM el terminal no puede registrarse en la red.
3. Subsistema de Estación (BSS): grupo de dispositivos que soportan el interface de radio de redes de conmutación, son los encargados de la transmisión y recepción. Los principales componentes son:
 1. Estación Transceptora de Base (BTS).- Consta de transceivers y antenas usadas en cada célula de la red
 2. Controlador (BSC).- Gestiona operaciones de radio de varias BTS, está a cargo de los handovers y los frequency hopping. Conecta a un único NSS.
3. Subsistema de Conmutación y Red (NSS): Administra las comunicaciones entre los usuarios de la red, proporciona la conmutación entre el subsistema GSM y las redes externas. Los componentes son:
 1. Mobile Services Switching Center (MSC): realiza la conmutación dentro de la red, y proporciona la conexión con otras redes.
 2. Gateway Mobile Services Switching Center (GMSC): el gateway interconecta dos redes haciendo que los protocolos de comunicaciones que existen en ambas redes se entiendan. Hace de mediador entre las redes de telefonía fijas y la red GSM.
3. Home Location Registrar (HLR): Es una base de datos con información sobre los usuarios conectados a un determinado MSC. Funciona junto al VLR.

4. Visitor Location Register (VLR): Para que el usuario pueda acceder a la red necesita información que se encuentra en el VLR.
5. Authentication Center (AuC): Brinda los parámetros para que los usuarios puedan autenticarse; se encarga de soportar funciones de encriptación.
6. Equipment Identity Register (EIR): Contiene la información de todos los terminales que son válidos para ser usados en la red así como el IMEI de cada terminal.
7. GSM Interworking Unit (GIWU): Sirve como interfaz de comunicación entre diferentes redes para comunicación de datos.
8. Subsistema de Operaciones (**OSS**) – Se encarga de la operación de la red y de la gestión de los equipos móviles

En la siguiente figura se muestra la arquitectura de la tecnología GPRS con los sistemas antes mencionados.

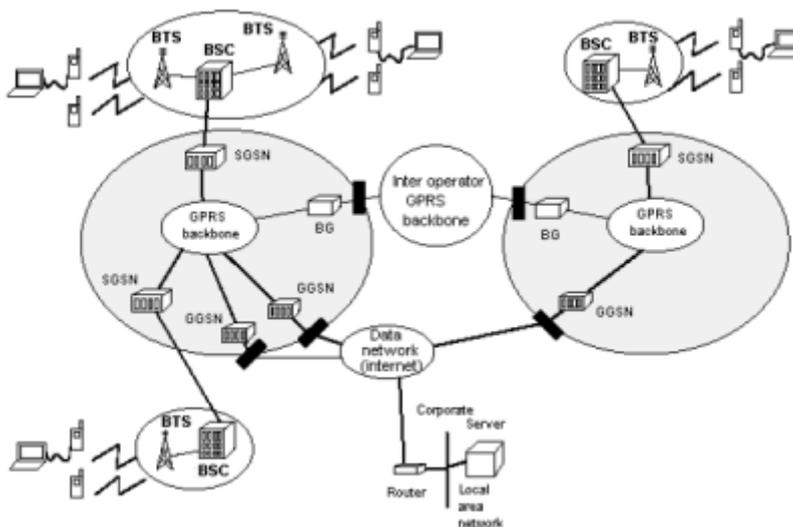


Figura.- Arquitectura de la tecnología GPRS [3]

A la arquitectura GSM se le añade:

1. Dos nodos de soporte para GPRS:

1. Nodo de conmutación (SGSN)
2. Nodo de pasarela (GGSN)

Estos nodos se complementan y se encargan de la movilidad y mantenimiento del enlace lógico entre móvil y red. El GGSN proporciona el acceso a las redes de datos basadas en IP.

3. Hardware "PCU" en el controlador de estación para manejar la comunicación de paquetes.
4. La red troncal GPRS o backbone es basada en IP.

1. Comunicación Serial

Este tipo de comunicación consiste en el envío de un bit a la vez y a un ritmo acordado entre el receptor y el emisor es decir de manera secuencial. En la comunicación serial se debe transmitir cada bit uno tras otro en un solo cable, estas interfaces requieren contadores de pines bajos ya que solo un pin es requerido para recibir o transmitir datos

1. Síncrona

La comunicación serial Síncrona requiere que una señal de reloj sea transmitida desde la fuente y a lo largo del camino que recorran los datos, la tasa de datos para el enlace debe ser la misma tanto para el transmisor como para el receptor. Para este tipo de comunicación las interfaces requieren un contador de pin alto dependiendo de la cantidad de datos. En el modo síncrono el receptor y el transmisor comparten un mismo reloj, por lo general el transmisor provee la señal del reloj por separado. El dispositivo receptor asocia los datos recibidos en base al reloj y convierte los datos internamente en un valor paralelo para que pueda ser usado por un CPU. En la siguiente figura se hace una referencia a este tipo de comunicación serial.



Figura.- Comunicación Serial Síncrona

2. Asíncrona

En este tipo de comunicación serial se agrega un bit de inicio, uno de finalización, otro para detección de errores y uno que indica el puerto serial. El bit de inicio indica al receptor la fase requerida por su reloj interno el cual es usado para recibir los bits de los datos. La tasa de este reloj es por lo general determinada en cierto tiempo, por lo que existen algunas aplicaciones donde algún dispositivo que pueda determinar el puerto serial a utilizar es requerido. Se le dice asíncrono porque el dispositivo receptor no conoce la tolerancia del reloj o jitter (retardo) del puerto fuente. La única información que se tiene es el puerto serial del enlace. En la siguiente figura se hace una referencia a este tipo de comunicación serial.

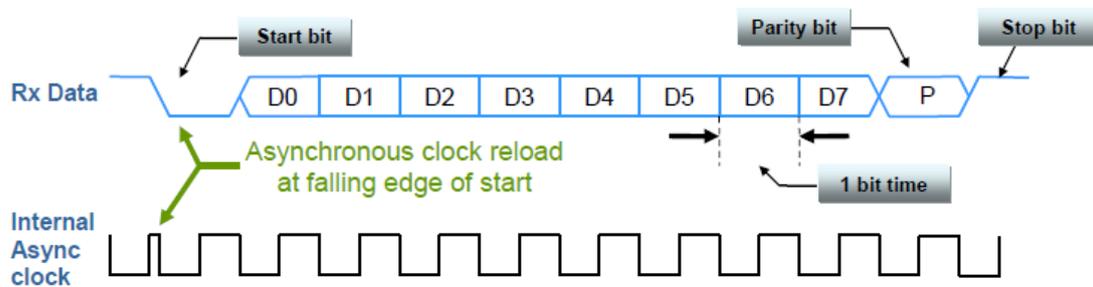


Figura.- Comunicación Serial Asíncrona