

Daniel Alejandro Alvarez Vanegas
Carlos Mario Minu Quiroga
Luis David Valderrama Hurtado
David Felipe Ríos Robby

PROYECTO CURSO TALLER DE ELECTRÓNICA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PRESENTACIÓN DE PROYECTO CURSO TALLER DE ELECTRÓNICA

SEMESTRE: 2022-10
FECHA: 2022-02-18

PROYECTO DE CURSO TALLER DE ELECTRÓNICA

ESTUDIANTE: Daniel Alejandro Alvarez Vanegas **CODIGO:** 201911320

ESTUDIANTE: Carlos Mario Minu Quiroga **CODIGO:** 201520252

ESTUDIANTE: David Felipe Ríos Robby **CODIGO:** 201730296

ESTUDIANTE: Luis David Valderrama Hurtado **CODIGO:** 201816049

TITULO DEL PROYECTO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE METANO Y ANÁLISIS DE INGESTA DE ALIMENTOS EN RUMIANTES PARA EL CONTROL DE EMISIÓN, CON UNA RETROALIMENTACIÓN DIETARIA.

DECLARACION:

1. Soy consciente que cualquier tipo de fraude en esta proyecto es considerado como una falta grave en la Universidad. Al firmar, entregar y presentar esta propuesta de Proyecto, doy expreso testimonio de que esta propuesta fue desarrollada de acuerdo con las normas establecidas por la Universidad. Del mismo modo, aseguro que no participé en ningún tipo de fraude y que en el trabajo se expresan debidamente los conceptos o ideas que son tomadas de otras fuentes.
2. Soy consciente de que el trabajo que realizaré incluirá ideas y conceptos del autor y el Asesor y podrá incluir material de cursos o trabajos anteriores realizados en la Universidad y por lo tanto, daré el crédito correspondiente y utilizaré este material de acuerdo con las normas de derechos de autor. Así mismo, no haré publicaciones, informes, artículos o presentaciones en congresos, seminarios o conferencias sin la revisión o autorización expresa del Asesor, quien representará en este caso a la Universidad.

Firma Daniel Alvarez
Código: 201911320

CC: 1000XX85X

Firma Luis Valderrama
Código: 201816049
CC: 1010058462

Firma David Felipe Ríos Robby
Código: 201730296
CC: 1020839803

Firma Carlos Mario Minu Quiroga
Código: 201520252
CC: 1233xxxxxx

Vo.Bo. PROFESOR1 (Firma)
Nombre: Fredy Enrique Segura-Quijano

Vo.Bo. PROFESOR2 (Firma)
Nombre: Juan Jose García

Índice general

1	PRESENTACIÓN PROPUESTA CURSO TALLER DE ELECTRÓNICA.	6
1.1	CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.1.1	Elementos y actores internos y externos	6
1.1.2	Elementos éticos a tener en cuenta	6
1.1.3	Elementos sociales a tener en cuenta	7
1.1.4	Elementos ambientales a tener en cuenta	7
1.2	MARCO TEÓRICO	7
1.2.1	Antecedentes externos	7
1.2.2	Antecedentes locales	8
1.3	CARACTERIZACION DEL PROYECTO	8
1.3.1	Objetivos generales	8
1.3.2	Objetivos específicos	8
1.3.3	Alcance (compromisos)	9
1.3.4	Requerimientos como especificaciones y restricciones	9
1.3.5	Operación y mantenimiento de la solución	9
1.3.6	Marco regulatorio y factibilidad	9
1.4	CONTEXTO Y TRATAMIENTOS	9
1.4.1	Supuestos	10
1.4.2	Restricciones	10
1.4.3	Factores de riesgo	10
1.5	CRONOGRAMA	10
1.5.1	Identificación y descripción de hitos	10
1.5.2	Cronograma	11
1.6	RECURSOS	12
1.7	SEGMENTACIÓN POR SUBSISTEMAS	12
1.8	DISEÑO FUNCIONAL	13
1.9	PROTOCOLO DE PRUEBAS	14

Bibliografía	15
---------------------------	-----------

CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA

Elementos y actores internos y externos
Elementos éticos a tener en cuenta
Elementos sociales a tener en cuenta
Elementos ambientales a tener en cuenta

MARCO TEÓRICO

Antecedentes externos
Antecedentes locales

CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO

Objetivos generales
Objetivos específicos
Alcance (compromisos)
Requerimientos como especificaciones y restricciones
Operación y mantenimiento de la solución
Marco regulatorio y factibilidad

CONTEXTO Y TRATAMIENTOS

Supuestos
Restricciones
Factores de riesgo

CRONOGRAMA

Identificación y descripción de hitos
Cronograma

RECURSOS

SEGMENTACIÓN POR SUBSISTEMAS

DISEÑO FUNCIONAL

PROTOCOLO DE PRUEBAS

1. PRESENTACIÓN PROPUESTA CURSO TALLER DE ELECTRÓNICA.

NIKOLA TESLA

Si quieres encontrar los secretos del universo,
piensa en términos de energía, frecuencia y
vibración

1.1 CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA

Este documento presenta la propuesta del Curso Taller de Electrónica, en la cual se busca: Desarrollar de manera investigativa un sistema de registro y análisis de la liberación de gases de efecto invernadero en los rumiantes, los cuales permitan una retroalimentación dietaria para el usuario.

1.1.1 Elementos y actores internos y externos

Entre los elementos nos encontramos con las variables del sistema que vamos a proponer, entre estos se encuentran los siguientes:

- Rumiantes
- Zona de control o medida
- Dieta alimentaria
- Cantidad de CH_4 producido

Por otro lado, entre agentes internos o externos nos encontramos con:

- **Internos:** Implicados en la medición, público objetivo que se ayudara de la medición, personas a cargo del desarrollo del sistema.
- **Externos:** Clima (podría afectar la sensorica), fuentes de ruido, mala manipulación.

1.1.2 Elementos éticos a tener en cuenta

Entendemos a los elementos éticos como aquellos que consisten en las posibles fallas lógicas del proyecto en relación con la ética y moral del contexto abarcado.

Por lo tanto, siguiendo con la Ley 1774 de 2016 que modificó parte del Código Civil y del Estatuto Nacional de Protección Animal (Ley 84 de 1989), y determinó como delito el maltrato animal[2]. No se pondrá en riesgo la vida de ningún animal implicado, además, se aportará para su nutrición y desarrollo cumpliendo con los requerimiento de Principio de Protección Animal y Principio de Bienestar Animal.



Por otro lado, el fin ultimo del proyecto es investigativo por lo que la implementación no implica un hecho solo un supuesto bajo la verificación de tiempos de trabajo.

1.1.3 Elementos sociales a tener en cuenta

Los elementos sociales relevantes a tener en cuenta al diseñar el proyecto son:

- No se debe afectar en ningún momento el objetivo de analizar la ingesta de alimentos en los rumiantes con el fin de controlar las emisiones de metano y a su vez generar una retroalimentación dietaria, sin incluir intenciones de terceros bajo los efectos de la problemática.
- En caso de implementación, conocer el contexto al cual se le realizaran la modificaciones e implicaciones monetarias como lo son los servicios.
- Saber cuánto interés social y ganadero existe por la disminución de gases efecto invernadero, así pues, conocer de primera mano las sanciones impuestas por el gobierno en caso de que existan.

1.1.4 Elementos ambientales a tener en cuenta

En este proyecto los factores ambientales son un punto primordial a tener en cuenta, ya que su finalidad es proporcionar un avance en un problema ambiental como lo es los gases invernaderos, y es por esta razón que se definieron los mas relevantes que serán presentados a continuación:

- Los rumiantes tienen una dieta que debe ser controlada con el fin de conseguir el mejor estado de estos animales, tanto para la producción de lácteos o productos cárnicos; Pero a su vez esta dieta se puede ver afectada por diversos factores siendo el mas evidente la flora que se desarrolle en el entorno de pastoreo, ya que esto afecta al nivel de metano producido por los animales como efecto adverso de su proceso de digestión. [7]
- Asociado con el aspecto anterior otro factor ambiental que se debe considerar en el estudio es el clima y la ubicación geográfica donde se desarrolla el estudio, ya que como se evidencia en el caso de la zona tropical cercana al ecuador, hay un declive en la condición del ganado por factores climáticos como las temporadas secas, y esto no solo afecta la calidad de la producción, si no además obliga a los ganaderos a emplear métodos como los multibloques alimenticios para mitigar el efecto del clima y esto a su vez significa una adición de estimulantes químicos que afectan directamente la finalidad del estudio.[7]

1.2 MARCO TEÓRICO

El metano (CH_4) es un gas flamable, inoloro e incoloro, y en nuestro contexto juega un papel de importancia en el cambio climático. Existe una gran variedad de tipos diferentes de sensores de metano. Cada uno con un mecanismo diferente para ello; además cada uno con sus diferentes ventajas y desventajas inherentes.[1] Son de resaltar los sensores ópticos que detectan cambios en la ondas electromagnéticas cuando estas interactúan con la muestra. Para nuestra problemática es de gran importancia tener en cuenta para el sensado aspectos éticos y regulaciones relacionadas con la protección animal.

1.2.1 Antecedentes externos

Para la medición de las emisiones de metano en vivo en animales rumiantes se han usado gran variedad de alternativas. Una de ellas la medición directa en el rumiante siendo este un método invasivo. Por medio de diodos laser se puede hacer estimaciones en las emisiones de metano en un ambiente de pastoreo de un grupo de rumiantes. Esta aproximación se usa en "Methane emissions from cattle grazing under diverse conditions: An examination of field configurations appropriate for line-averaging sensors", donde se usan diferentes arreglos de laser en un espacio largo y estrecho donde el grupo de rumiantes se encuentra en un condiciones de pastoreo, una condición de gran importancia en el ejercicio de la ganadería. Además es de vital importancia identificar en el comportamiento del individuo las diferentes etapas digestivas. En



"Detection of rumination in cattle using an accelerometer ear-tag: A comparison of analytical methods and individual animal and generic models", por medio de un acelerómetro de tres ejes instalado en la etiqueta de la oreja del individuo se realiza la comparación de diferentes modelos para la detección de la rumia. Respecto al monitoreo de alimentación de individuos podemos ver un antecedente reciente en: "Design a system for measuring individual cow feed intake in commercial dairies", donde se implementa un sistema de monitoreo para medir la eficiencia en la alimentación de cada individuo.

1.2.2 Antecedentes locales

Como antecedentes locales tenemos el trabajo de pregrado de tres estudiantes del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica:

- Daniela Rojas en "Monitoreo del comportamiento ingestión de bovinos de pastoreo mediante el desarrollo e implementación de modelos de Machine Learning implementa tres modelos de "machine learning" para determinar el estado ingestión de un bovino, los estados diferenciados son de rumia y masticación. Se encontró que de los modelos implementados el que mejor funcionó fue el que usa el algoritmo de red neuronal involucionada.
- Miguel Díaz en "Sistema de detección de metano producido en bovinos", desarrolla un sistema que permite el censado del volumen de metano producido durante un día por un individuo. Se hizo uso de un sensor de tecnología INIR para obtener la medición del volumen de metano en ppm.
- Joaquín Ardila en Integración y prueba de sistema de medición de metano con sistema de predicción de comportamiento ingestión en bovinos", realiza una red de censado que monitorea conjuntamente el comportamiento digestivo del animal y además las emisiones de metano.

1.3 CARACTERIZACION DEL PROYECTO

Los rumiantes son grandes contribuyentes al calentamiento global y deterioro de la capa de ozono [3], debido a esto representan una de las principales causas de polución ambiental. Múltiples gobiernos han realizado pactos para la disminución de gases contaminantes producidos por los rumiantes, así pues, muchos de estos se enfocan en el control de emisión a través de medición y políticas relacionadas con el control del ganado, sin embargo, estas mediciones de CO₂ o CH₄ no se realizan en condiciones óptimas, generando variabilidad de resultados y gran varianza en los sistemas de medición. Caso sucedido en México en el año 2021, donde la medición oficial hecha por el gobierno afirmaba una cantidad de 0.6 millones de toneladas de metano, mientras que un estudio publicado por *ScienceDirect* consideraba alrededor de 1.3 millones, por medio de evaluación satelital [4] [5]. Finalmente, como alternativa a los modelos precarios de medición proponemos un sistema de medición cerrado para un número limitado de agentes, proyectando los resultados para una mayor población.

1.3.1 Objetivos generales

A continuación se presentan los objetivos generales del proyecto:

1. Diseñar un prototipo conceptual que responda a la problemática planteada, donde nos permita no solo pesar la cantidad de comida consumida si no medir las emisiones de metano del ganado.
2. Implementar una serie de protocolos con los cuales se pueda usar, probar, recolectar datos y posteriormente interpretarlos.

1.3.2 Objetivos específicos

A continuación se presentan los objetivos específicos del proyecto:



1. Diseñar un prototipo que cumpla con los requerimientos planteados, complementado con planos o modelos 3D
2. Implementar un diagrama con el fin de presentar claramente las funciones y conexiones de cada uno de los componentes del sistema electrónico.
3. Explicar a detalle los métodos necesarios para realizar cada uno de los procesos de montaje, prueba y uso del sistema, y documentarlo.

1.3.3 Alcance (compromisos)

En este proyecto se pretende llegar a una etapa teórica y de planeación dónde contemos con una imagen clara de lo que ofrecerá el proyecto para solucionar la problemática y una amplia documentación analizando el escenario de funcionamiento, para ofrecer una solución funcional y eficiente.

A continuación se presentan los alcances (compromisos) del proyecto:

1. Diseñar un prototipo, donde se cuente con un modelo estructural, planos y especificaciones, enmarcadas en las restricciones del espacio de prueba y las dimensiones planteadas, para esto se emplearan software de modelado de 3D, tal como Inventor, donde podremos presentar el prototipo y la distribución de los diferentes sensores y equipos dispuestos en este.
2. Plantear un modelamiento electrónico, con un diagrama circuital que contempla todo el sistema con las conexiones físicas entre los componentes y las especificaciones técnicas que tienen cada uno de los aspectos, para así tener un entendimiento claro del funcionamiento individual y en conjunto de cada elemento.
3. Entregar protocolos claros, precisos y detallados donde se explique el montaje, uso, métodos de prueba, precauciones y consideraciones necesarias para un apropiado uso del prototipo con el fin de obtener resultados factibles para el estudio o el análisis de los mismos.

1.3.4 Requerimientos como especificaciones y restricciones

Espacio máximo del dispositivo $15m^2$. El monitoreo se va a realizar de manera individual. Se propone que el sistema tenga una robustez considerable además hacer que el sistema sea asequible en términos prácticos y económicos. Además se requiere sencillez en el uso del sistema lo que representa automatización. El material alimenticio debe ser depositado cuando ya no halla disponible por el operario del sistema. La tolerancia de la medición de la masa del material alimenticio debe ser menos de 50g. Resistencia a las condiciones ambientales.

1.3.5 Operación y mantenimiento de la solución

Se propone implementar un sistema robusto y duradero. Además es de importancia que el sistema soporte adecuadamente las condiciones ambientales; ya que las condiciones en las cuales se desarrolla la ganadería no son las ideales.

1.3.6 Marco regulatorio y factibilidad

El proyecto debe cumplir a cabal la ley de protección animal LEY 1774 DE 2016. Y además pasar una evaluación en un comité de ética por parte de la universidad y Agrosavia para cumplir con las legislaciones correspondientes en la experimentación con animales in vivo.

1.4 CONTEXTO Y TRATAMIENTOS

A continuación se presentan los contextos y tratamientos generales del proyecto.



Se busca que el dispositivo tenga un bajo costo y la suficiente rigidez mecánica para soportar el uso por parte de animales y con mínima intervención humana. Adicionalmente el sistema de medición como de clasificación para los usuarios debe proporcionar datos claros que posteriormente van a ser usados por para el análisis.

1.4.1 Supuestos

Para la realización y planteacion del proyecto se plantearon los siguientes supuestos:

- El terreno es de tierra completamente plano y cubierto por lo que no se ve afectado en caso de lluvia.
- Solo se medirá una raza de vaca por lo que las dimensiones para la medición serán estándar
- Existe un punto de conexión eléctrico en el área donde se plantea poner el sistema y este es lo suficientemente confiable como para funcionar sin interrupciones
- Existe un punto de conexión a la red que puede ser alámbrico o inalámbrico por lo que la información puede ser de cualquier forma transmitida a un dispositivo para almacenarla.

1.4.2 Restricciones

A continuación se presentan las posibles restricciones del proyecto.

- El sensor de medición de metano debe poder medir desde 0ppm y para diferentes razas de ganado.
- Las dimensiones máximas de todo el dispositivo son de 15 m^2
- La operación debe ser automatizada de modo que únicamente se va a realizar una limpieza diaria y se va a cargar con una cantidad determinada de comida.
- La medición de la emisión del metano expulsado por el animal requiere que se pueda concentrar por un periodo de tiempo y que el proceso sea sistemático en cada medición.
- La estructura tendrá el tamaño únicamente para un animal por lo que debe ser difícil que entre mas de un animal y que cambie la medición.
- Hay un límite presupuestal teniendo en cuenta que se busca que el prototipo que se presente se pueda construir a mayor escala y que se pueda usar en diferentes escenarios.

1.4.3 Factores de riesgo

A continuación se presentan los factores de riesgo del proyecto.

- La celda de carga como la estructura de medición puede tener efectos mecánicos y eléctricos de fabricación por lo que su vida útil puede verse disminuida.
- La información recolectada debe ser almacenada en algún dispositivo localmente que en caso de falla perdería toda la información almacenada.
- El comportamiento del animal se busca que sea lo mas natural posible y además la medición del metano como de la cantidad de alimento consumida debe poder ajustarse dependiendo de movimientos imprevistos del animal.
- El tiempo de medición es variable por lo que debe poder tener una alta precisión en un tiempo corto.

1.5 CRONOGRAMA

1.5.1 Identificación y descripción de hitos

En primer lugar se quiere analizar cada una de las limitaciones y alcances del proyecto; para ello, se propone realizar una planificación detallada de cada una de las etapas del proyecto. Luego, identificación de materiales necesarios para la implementación del dispositivo. Prueba de cada una de las partes que componen la solución (calibración de la celda de carga, pruebas del sensor de metano, pruebas del sistema de identificación visual y RF, etc.). Diseño funcional y estructural de la solución a implementar.



Identificación de las metodologías de prueba del funcionamiento del dispositivo diseñado. Por último, evaluación y diseño detallado del proyecto a implementar

1.5.2 Cronograma

En el siguiente cronograma puede definimos las tareas que se realizaran, los plazos en los que se desarrollaran y una explicación mas detallada de en que consiste dicha tarea, además de un espacio para registrar el progreso porcentual realizado.

Nombre actividad	Fecha Inicio	Duración en días	Fecha Fin	Observaciones-Descripción	Autores	Estado (%)
Brainstorm sobre el planteamiento del proyecto	14/02/2022	1	15/02/2022	Se realizó una lluvia de ideas entorno a el planteamiento del proyecto para explorar diversas propuestas, soluciones, alternativas y enfoques que podía tomar el proyecto, donde cada integrante aportó activamente sus ideas y sugerencias, para ser discutidas en una reunión posterior.		100%
Reunión 1 (Discusión/planteamiento proyecto)	15/02/2022	2	17/02/2022	Se desarrolló los lineamientos y la división de labores para la realización de la propuesta. Redacción de documentos, tomando en cuenta los actores principales que invaden la problemática desde la perspectiva de argumentos científicos, cumpliendo con los requerimientos funcionales de		100%
Reunión 2 Diseño y acetación de sistema	17/02/2022	1	18/02/2022	Se plantó los requerimientos funcionales que tiene el sistema, al igual que algunas restricciones técnicas que debemos tener en cuenta en el proceso de diseño y dimensionamiento del modelo del proyecto, además de investigar y concretar las variables que influyen en las mediciones que debemos sense el sistema, para cumplir con su propósito. Con base en todo esto con la participación de todos los miembros se empezaron a plantear ideas para el diseño de un esquema preliminar para iniciar los análisis previos al proyecto.		100%
Análisis de prefactibilidad	22/02/2022	2	25/02/2022	Se realizó un análisis de prefactibilidad del proyecto en base a la investigación y documentación previamente revisada teniendo en cuenta los diseños realizados con el fin de cumplir con los requerimientos del caso, y las oportunidades que tiene el proyecto como campo de investigación o oportunidad comercial.		100%
Reunión 3 División de subtemas	26/02/2022	1	27/02/2022	Se propone realizar un diseño modular. Para ello se plantó el sentido visual y mecánico de cada una variables de interés. Integración del acelerómetro, cámara, RF, sensor de metano, software.		100%
Reunión 4 Diseño de detalle	28/02/2022	15	14/03/2022	En esta reunión se plantó con sumo detalle y analizando la funcionalidad de cada uno de los módulos, para así tener una certeza del dimensionamiento, las necesidades, cantidades y los datos que cada uno de los módulos puede entregar el sistema, además de así conocer realmente la capacidad del sistema general. Previamente, nos centraremos en acotar cada uno de los sensores y recursos necesarios para hacer el prototipo funcional en simulación.		100%
Reunión 5 Diseño de protocolo de calibración de celda de carga	15/03/2022	7	21/03/2022	Se diseñó un detallado proceso mediante el cual calibremos la celda de carga, para que funcione de forma óptima y tenga en cuenta todos los parámetros del proyecto, para esto se realiza un trabajo donde todos participan dando aportes para evitar obviar o omitir pasos del proceso.		100%
Calibración de la celda de carga	22/03/2022	4	25/03/2022	Siguiendo el procedimiento previamente establecido se realizaron las mediciones controladas para verificar la óptima calibración de la celda de carga, para posteriormente realizar las correcciones que sean necesarias con el fin de asegurar que al incluirse en el montaje funcione de forma óptima.		0%
Reunión 6 Diseño de protocolo de sensor de metano	28/03/2022	6	2/04/2022	Se diseñó un detallado proceso mediante el cual caracterizaremos el sensor de metano, para que funcione de forma óptima y tenga en cuenta todos los parámetros del proyecto, para esto se realiza un trabajo donde todos participan dando aportes para evitar obviar o omitir pasos del proceso.		0%
Caracterización del sensor de metano	4/04/2022	3	6/04/2022	Siguiendo el procedimiento previamente establecido se realizaron las mediciones controladas para verificar la óptima calibración del sensor de metano, para posteriormente realizar las correcciones que sean necesarias con el fin de asegurar que al incluirse en el montaje funcione de forma óptima.		0%
Reunión 7 Diseño de protocolo de identificación visual	7/04/2022	10	16/04/2022	Se diseñó un detallado proceso mediante el cual programaremos y entrenaremos el software de identificación visual, para que funcione de forma óptima y tenga en cuenta todos los parámetros del proyecto, para esto se realiza un trabajo donde todos participan dando aportes para evitar obviar o omitir pasos del proceso.		0%
Prueba de la identificación visual	18/04/2022	4	21/04/2022	Siguiendo el procedimiento previamente establecido se realizaron las mediciones controladas para verificar la óptima identificación del software, para posteriormente realizar las correcciones que sean necesarias con el fin de asegurar que al incluirse en el montaje funcione de forma óptima.		0%
Reunión 8 Diseño de protocolo de RF	22/04/2022	7	28/04/2022	Se diseñó un detallado proceso mediante el cual se caracterizará el sensor RF del sistema, para que funcione de forma óptima y tenga en cuenta todos los parámetros del proyecto, para esto se realiza un trabajo donde todos participan dando aportes para evitar obviar o omitir pasos del proceso.		0%
Caracterización de RF	29/04/2022	4	2/05/2022	Siguiendo el procedimiento previamente establecido se realizaron las mediciones controladas para verificar la óptima calibración del sensor RF, para posteriormente realizar las correcciones que sean necesarias con el fin de asegurar que al incluirse en el montaje funcione de forma óptima.		0%
Reunión 9 Diseño de protocolo de acelerómetro	3/05/2022	5	7/05/2022	Se diseñó un detallado proceso mediante el cual calibremos el acelerómetro, para que funcione de forma óptima y tenga en cuenta todos los parámetros del proyecto, para esto se realiza un trabajo donde todos participan dando aportes para evitar obviar o omitir pasos del proceso.		0%
Calibración del acelerómetro	9/05/2022	2	10/05/2022	Siguiendo el procedimiento previamente establecido se realizaron las mediciones controladas para verificar la óptima calibración del acelerómetro, para posteriormente realizar las correcciones que sean necesarias con el fin de asegurar que al incluirse en el montaje funcione de forma óptima.		0%
Reunión 10 Utilización del sistema	11/05/2022	8	20/05/2022	Se diseñó un software que controle los módulos independientes, integrando a su vez la interacción entre ellos, con el fin de tener un modelo que comprenda el funcionamiento global del proyecto y a su vez evaluar el funcionamiento global, con el fin de realizar las correcciones posteriores que sean necesarias para asegurar un funcionamiento óptimo del sistema global.		0%
Prueba del sistema unificado	23/05/2022	3	25/05/2022	Siguiendo el procedimiento previamente establecido se realizaron las mediciones controladas para verificar la óptima calibración de la celda de carga, para posteriormente realizar las correcciones que sean necesarias con el fin de asegurar que al incluirse en el montaje funcione de forma óptima.		0%
Reunión 11 Diseño del modelo 3D del proyecto	26/05/2022	5	30/05/2022	Teniendo en cuenta todos los aspectos técnicos resueltos hasta el momento y partiendo del modelo estructural que se realizó como guía en un principio, se trabajará en un diseño final que ayude a cumplir con el objetivo del proyecto, y brinde una correcta distribución a los diferentes subsistemas, además de ser un diseño que comprenda los requerimientos físicos que necesita el proyecto para realizar unas mediciones correctas.		70%

Figura 1.1: Cronograma detallado del proyecto

Adicionalmente, se realizó un diagrama de Gantt para analizar de forma gráfica la secuencia de las tareas definidas en el cronograma detallado del punto anterior. Es importante destacar como se puede ver el comportamiento de las tareas mas extensas y mas cortas y como estas no se realizan de forma paralela. La planeación del proyecto se realizó de forma secuencial lo cual puede atrasar la ejecución del mismo.

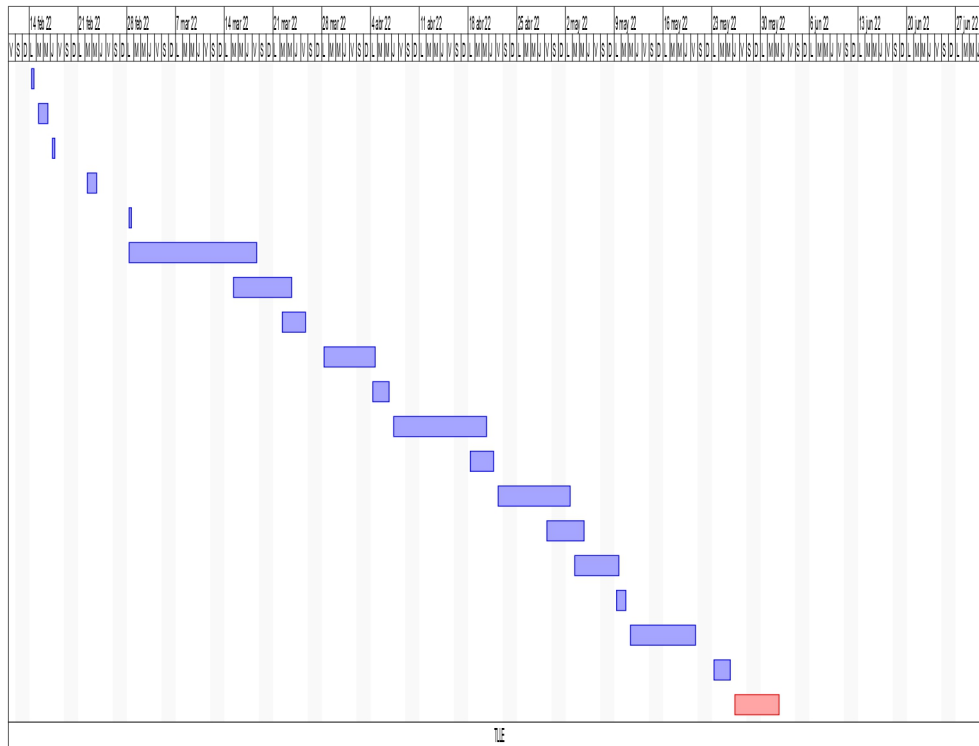


Figura 1.2: Diagrama de Gantt

1.6 RECURSOS

Para la realización de este proyecto se requiere de recursos de hardware seleccionados para que cumplan con los requerimientos planteados, los cuales son:

Recursos de hardware:

- Sensor de metano SGX-DS-0229
- Cámara Gopro Hero7 4k Black
- Sensor RFID Módulo MFRC522-13.56MHz
- Sensor Proximidad Distancia Infrarrojo Ir E18-d80nk
- Celda de carga de un punto (100kg)
- Bascula suelo Gram Xbengalde 1500 a 3000 Kg.
- ODROID XU4
- Fuente de poder Mean WellPD25-A
- Acelerómetro (Por cada rumiante)
- Raspberry PI PICO (Por cada rumiante)

1.7 SEGMENTACIÓN POR SUBSISTEMAS

El sistema principal se dividió en los siguientes subsistemas.

1. **Potencia:** El sistema de potencia usa una fuente Mean Well PD25-A
2. **Sensores:** Para la celda de carga se usó la referencia de la bascula de suelo Gram Xbengalde 1500 a 3000 kg. Para el acelerómetro se usó la referencia MPU6050. Para el sensor de metano se usó la referencia SGX-DX-0229.
3. **Identificación:** Se usó una cámara de alta sensibilidad, un sensor de proximidad con un rango de 5cm a 80cm y un RFID de la referencia MFRC522-13.56MHz que tenga un rango de lectura de aproximadamente 1m.

4. Comunicaciones

5. **Procesamiento:** Se usó el microcontrolador RP2040 usando el núcleo de procesamiento ODROID XU4.

1.8 DISEÑO FUNCIONAL

A continuación se presentan los componentes principales del diseño funcional del dispositivo planteado.

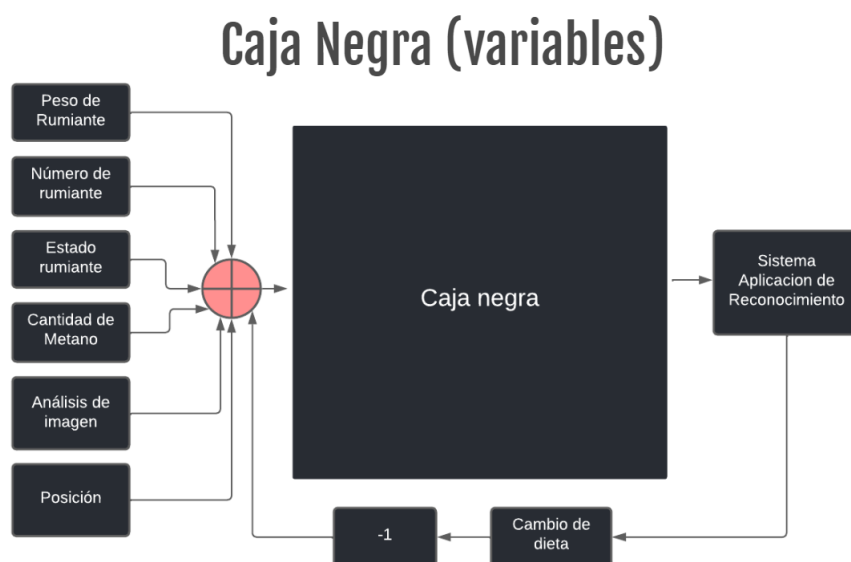


Figura 1.3: Diagrama de caja negra

El diagrama de caja negra muestra los diferentes subsistemas que se deben tener en cuenta para el desarrollo del producto.

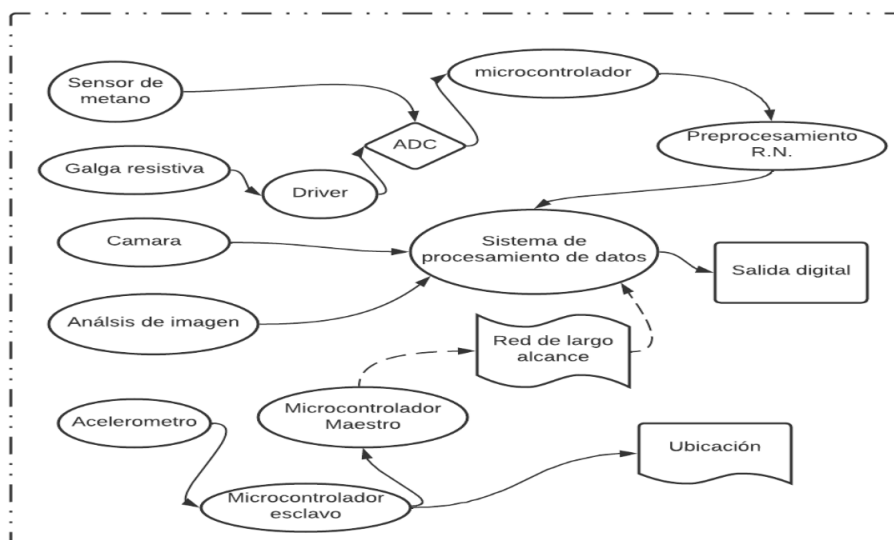


Figura 1.4: Diagrama de caja blanca



1.9 PROTOCOLO DE PRUEBAS



Bibliografía

Libros

Artículos

- [1] Vrolyk Pope Fowler Aldhafeeri Tran. “A Review of Methane Gas Detection Sensors: Recent Developments and Future Perspectives”. En: *Inventions* 5 (2020) (véase página 7).
- [2] Sergio Calsamiglia. “NUEVAS BASES PARA LA UTILIZACIÓN DE LA FIBRA EN DIETAS DE RUMIANTES”. En: *Universidad Autónoma de Barcelona* 1 (1997), páginas 1-16 (véase página 6).
- [3] Bolivar Diana Giraldo Luis Carmona Juan. “El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo”. En: *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 18:1 (2005), páginas 50-62 (véase página 8).
- [4] Constanza Lambertucci. “Las emisiones de metano en el sector del petróleo y del gas en México duplican las registradas por el Gobierno”. En: *EL PAÍS* 1 (2021) (véase página 8).
- [5] et al Shen Lu. “Unravelling a large methane emission discrepancy in Mexico using satellite observations”. En: *ELSEVIER* 1 (2021), páginas 1-9 (véase página 8).