BOLETÍN DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD Privada DR. RAFAEL BELLOSO CHACÍN

Facultad de Ingeniería. Edición No. VI. Año: 2026



DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA EL POSICIONAMIENTO Y CONTROL DE CABEZAS DE GANADO EN LA HACIENDA LA PICA

Realizado por:

Ing. Ciro Diaz / correo: ciroddiazr@gmail.com
Código Orcid: 0009-0001-6262-1107

Ing. Enmanuel Romero / correo: Enmanuel.romero@urbe.edu.ve
Código Orcid: 0009-0003-0527-8343

Ing. Laura Menor / correo: menorlaura4@gmail.com
Código Orcid: 0009-0006-4544-7297

Tutor Académico:

M.Sc. Danny Caicedo / correo: dcaicedo@urbe.edu.ve
Código Orcid: 0009-0007-9161-6669

Tutor Metodológico:

Dra. Maribel Ordoñez / correo: mordonez@urbe.edu.ve
Código Orcid: 0000-0002-2344-112X

La adopción de tecnologías de monitoreo y control remoto es fundamental para sectores que gestionan grandes extensiones de terreno. En las últimas décadas, la solución tradicional han sido las cercas de alambre, una práctica que presenta inconvenientes, desde lesiones en la piel de los animales, lo que deriva en afecciones en la calidad del ganado, además de los altos costos de material, mano de obra para su construcción y el mantenimiento periódico.

A raíz de lo antes mencionado, se requiere implementar una solución efectiva a través de instrumentos que permitan facilitar y mejorar el posicionamiento y control de ganado. Es aquí, donde un dispositivo electrónico para el posicionamiento y control de ganado es fundamental, al desarrollarse para ser asequible y de fácil uso, controlado y monitoreado a distancia a través de una interfaz gráfica.

En el caso de la Hacienda La Pica, Ubicada en el Estado Zulia, Venezuela, se enfrenta al desafío de gestionar y controlar de manera eficiente sus cabezas de ganado en grandes extensiones de terreno. Entre las frecuentes debilidades de su actual sistema, basado en sistemas tradicionales, destacan los costos de material, mano de obra para la construcción y el mantenimiento constante. Además, el alambre de púas causa lesiones a los animales, afectando su bienestar y valor. Un problema aún más grave es el riesgo que presenta que el ganado se escape o se extravíe, lo que resulta en considerables pérdidas económicas horas de búsqueda. Deficiencias que hacen énfasis en la necesidad de desarrollar un sistema eficiente de posicionamiento y control.

Las debilidades del actual sistema, hacen necesaria la elaboración de soluciones innovadoras que permitan mejorar el posicionamiento y control de ganado. En este escenario, se presenta como objetivo general, desarrollar un dispositivo electrónico para el posicionamiento y control de las cabezas de ganado en la Hacienda La Pica. con un propósito principal de eliminar los cercados de alambre, los cuales suelen ser vulnerables y de fácil daño, lo que genera pérdidas y el problema de extravío o robo de los animales, al permitir su monitoreo constante. Dicho monitoreo obtiene datos de variables de delimitación y localización.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este apartado se evaluarán los resultados obtenidos durante la investigación, describiendo el avance en cada etapa del estudio según lo planificado previamente. Este análisis, representa la fase conclusiva del trabajo y permitirá examinar los hallazgos de manera individual. Para ello, se

emplearán diversas técnicas con el fin de establecer relaciones entre las condiciones observadas en la realidad y el objetivo del estudio: Desarrollar un dispositivo electrónico para el posicionamiento y control de las cabezas de ganado en la Hacienda La Pica.

FASE I: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

Para cumplir con el primer objetivo de la investigación el cual se define como "Analizar la situación actual de los sistemas de posicionamiento y control de cabezas de ganado", se llevaron a cabo varias entrevistas no estructuradas con especialistas en el manejo de dispositivos, uso de microprocesadores, componentes electrónicos y el área de la ganadería que proporcionan información valiosa y pertinente sobre el estado y la condición de los dispositivos de posicionamiento y control y sirve de guía para orientar sobre las necesidades a cubrir con el nuevo dispositivo.

Tras realizar las entrevistas los resultados fueron analizados e interpretados mediante cuadros de texto. Estos cuadros resaltan las opiniones de los entrevistados en relación con los dispositivos de posicionamiento y control y sobre cómo afectan a las cabezas de ganado.

ENTREVISTA

Las contribuciones de los especialistas consultados proporcionaron información técnica relevante y fundamentada, derivada de sus experiencias y conocimientos en el ámbito de los dispositivos electrónicos y la ganadería. Estas perspectivas, permitieron identificar los beneficios asociados a la implementación de un dispositivo electrónico para posicionamiento y control de cabezas de ganado. Dichas aportaciones, establecen una base sólida para la toma de decisiones en el diseño y desarrollo del dispositivo, garantizando la integración de mejores prácticas y tecnologías de vanguardia. Asegurando que el dispositivo propuesto cumpla con los requisitos tanto técnicos como operativos requeridos.

Así mismo, la elaboración de estas entrevistas se justifica como una metodología esencial para recopilar información técnica que permita optimizar el diseño además del funcionamiento del dispositivo electrónico para posicionamiento y control de cabezas de ganado. Estas entrevistas proporcionaron datos valiosos basados en la experiencia de los especialistas, asegurando la integración de mejores prácticas y tecnologías avanzadas. Además, permitieron identificar desafíos u oportunidades específicas, lo que contribuye a la eficiencia y sostenibilidad del dispositivo.

CUADRO 5

Entrevista no estructurada (Pregunta 1)

Pregunta 1: ¿Qué tipo de requerimientos son exigidos para el momento de montar el dispositivo electrónico para el posicionamiento y control de cabezas de ganado?			
Entrevistados			
Ingeniero en Electrónica Francisco Parra	Ingeniera Electrónica Anelaina Urdaneta	Ingeniero Electrónico José González	Ingeniero Electrónico Junior González
Respuestas			
Para implementar un dispositivo electrónico de posicionamiento y control en cabezas de ganado se requieren varios elementos: poseer un sistema de identificación individual, con GPS, conectividad adecuada (por ejemplo, señal satelital o red móvil en la zona), disponer de una fuente de energía confiable (baterías	No invasivos, para no afectar al animal, considerar costos, debe ser económica su implementación, para que sea viable en grandes rebaños.	Para crear el dispositivo, es muy importante pensar en la utilidad de un micro como el ESP32 o cualquier otro que tenga facilidad de comunicación o si es necesario guardar datos. Se necesitará un GPS o varios para el posicionamiento. Otra necesidad fundamental es la fuente de energía, que indudablemente va a ser portátil, seguramente recargable o con	Lo primero con lo que hay que contar es con un microcontrolador que, dependiendo de las variables, podemos escoger: un ESP32, un Arduino o un Raspberry. Como están hablando de posicionamiento, obligado se debe contar con un módulo GPS para que especifique dónde está el ganado o información de la ubicación de otras variables

Fuente: Diaz, Menor y Romero (2025).

CUADRO 5

(Cont…)

recargables o paneles solares), garantizar la resistencia del dispositivo a condiciones climáticas extremas y al desgaste físico, y es fundamental integrar el sistema con una plataforma digital que permita el monitoreo en tiempo real.		una vida útil larga, con un circuito de bajo consumo, ya que siempre vienen LEDs los cuales se deberían deshabilitar, ya que esos son los elementos que más consumen energía, y poder habilitarlos cuando se quiera. Es importante contar con la opción de habilitar y deshabilitar para buscar autonomía y las bondades de un micro.	como el sitio donde se almacene el alimento, otro de los requerimientos que considero que debe tener el dispositivo es que debe contar con una protección o aislado de la humedad, del sol, la lluvia, etc. Debe tener una carcasa para proteger el dispositivo en caso de encontronazos con otros animales, para no afectar la salud del animal. Otro requerimiento es la alimentación, la cual debe ser independiente mediante un power bank con paneles solares o batería de litio. También se necesitaría un módulo para controlar de forma remota el dispositivo y que, además de controlar.

Fuente: Diaz, Menor y Romero (2025).

FASE II. DETERMINAR LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL DISPOSITIVO.

El dispositivo se compone de tres etapas fundamentales, siguiendo una secuencia lógica en el flujo de datos y energía: la etapa de Monitoreo, encargada de proporcionar retroalimentación al usuario a través de una interfaz visual que muestra las variables de posicionamiento registradas; la etapa de Control, responsable de la lógica de la geocerca y la activación de los actuadores de corrección (Buzzer y Motor de Vibración); y la etapa de Generación, que suministra la energía necesaria para el funcionamiento autónomo del dispositivo mediante fuentes renovables y almacenamiento eléctrico.

Estos datos sirven como fundamento para el diseño y desarrollo del dispositivo, asegurando que cumpla con los requisitos necesarios para el correcto funcionamiento del prototipo e incorporando las exigencias de bajo consumo y el factor de forma requerido para ser integrado en el collar del ganado. Con base en la información recopilada, a continuación, se detallarán las especificaciones técnicas de los materiales elegidos.



Figura 1: ESP32 DEVKIT V1
Fuente: ezloPi

ESP32 DevKit v1 es una placa de desarrollo basada en el microcontrolador ESP32, diseñado para evaluar el módulo ESP-WROOM-32. Integra soporte para Wi-Fi, Bluetooth y Ethernet, así como modos de bajo consumo en un solo chip. Cuenta con una antena integrada, un balun RF, un amplificador de potencia, amplificadores de bajo ruido, filtros y un módulo de administración de energía; todo esto permite minimizar el espacio en la placa de circuito impreso. Además, utiliza tecnología de 40 nm de TSMC para operar en la banda de 2.4 GHz con Bluetooth y Wi-Fi de modo dual, garantizando eficiencia energética, confiabilidad y escalabilidad en diversas aplicaciones.

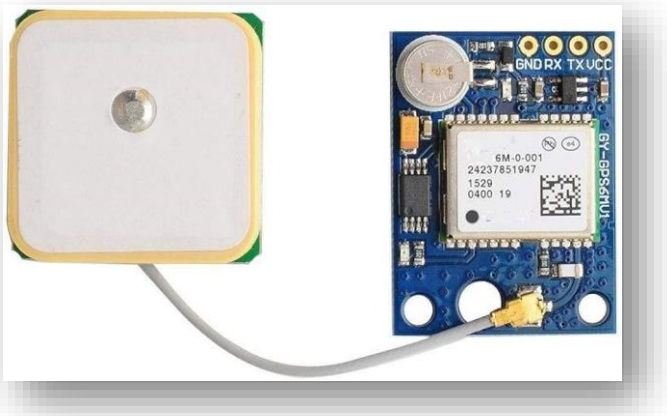

Figura 2: u-blox NEO-6M
Fuente: Amazon.com

El u-blox NEO-6M es un módulo de posicionamiento de la serie NEO-6 que incorpora el motor de posición u-blox 6. Está diseñado para aplicaciones que requieren alta sensibilidad en la adquisición y seguimiento de señales GPS en condiciones de señal débil. El módulo opera en la banda L1 de 1575.42 MHz y está optimizado para ofrecer tiempos de arranque rápidos (TTFF), destacándose por su bajo consumo y su pequeño formato LCC (Leadless Chip Carrier). Además, el chip es compatible con SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS).



Figura 3: SX127X
Fuente: BotnRoll

Los transceptores LoRa SX1276/77/78/79 de Semtech son dispositivos de radiofrecuencia de largo alcance (LPWAN) y baja potencia. Utilizan la modulación LoRa TM de espectro ensanchado para lograr un impresionante presupuesto de enlace (Link Budget), lo que permite la transmisión de datos

FASE III. DISEÑAR EL DISPOSITIVO. ESCAÑO (2019).

Esta fase es fundamental para conceptualizar y desarrollar el dispositivo electrónico para posicionamiento y control de cabezas de ganado, ya que establece las bases técnicas y operativas que permitirán la implementación de un prototipo funcional y eficiente. El diseño del dispositivo se divide en tres etapas: etapa de Monitoreo, etapa de Control y etapa de Generación; cada una de las cuales contribuye a la optimización del dispositivo en términos de eficiencia energética y control automatizado.

Seguidamente, se procede a la especificación técnica y diseño conceptual del dispositivo electrónico, considerando los requerimientos establecidos en las fases anteriores. El diseño, se enfoca en la integración de los componentes electrónicos, sensores y actuadores, con el objetivo de crear un dispositivo que responda a la geolocalización de las cabezas de ganado.

El siguiente diagrama de flujo muestra la secuencia operativa del dispositivo electrónico, dividido en tres etapas: monitoreo y control La etapa de monitoreo constituye la fase inicial del diseño, siendo la responsable de captar las coordenadas geográficas mediante un GPS y verificar si el animal se encuentra dentro del perímetro. Posteriormente, estos datos se transmiten para ser recibidos y procesados debidamente. Finalmente, la información se visualiza en una interfaz virtual desarrollada en HTML para su gestión y control.

El siguiente diagrama de flujo muestra la secuencia operativa del dispositivo electrónico, dividido en tres etapas: monitoreo y control La etapa de monitoreo constituye la fase inicial del diseño, siendo la responsable de captar las coordenadas geográficas mediante un GPS y verificar si el animal se encuentra dentro del perímetro. Posteriormente, estos datos se transmiten para ser recibidos y procesados debidamente. Finalmente, la información se visualiza en una interfaz virtual desarrollada en HTML para su gestión y control.

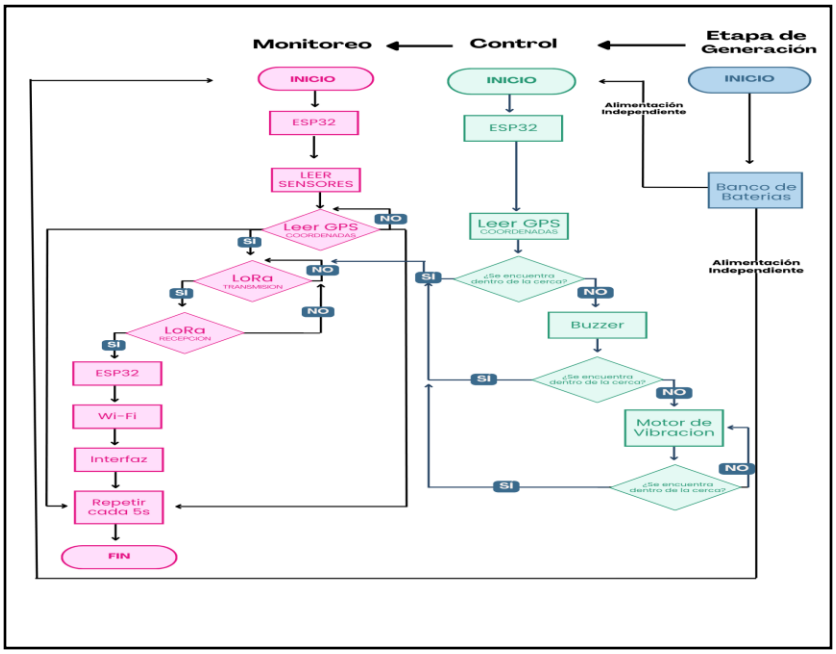

Figura 8: Diagrama de funcionamiento general
Fuente: Diaz, Menor y Romero. (2026).

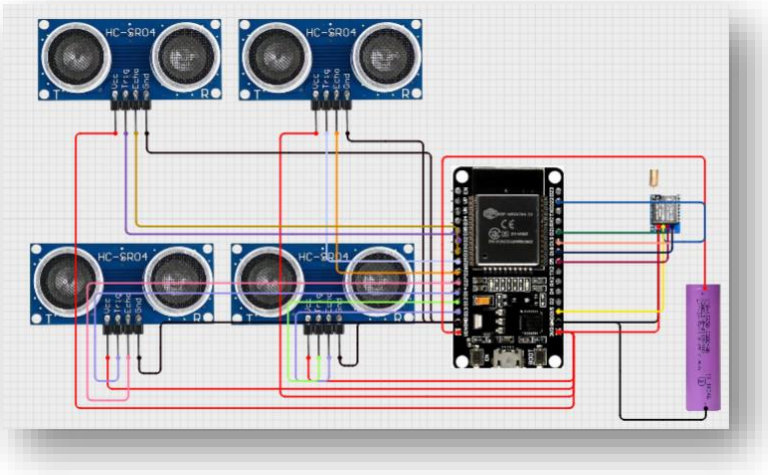

Figura 10: Esquema de conexiones. Etapa de Monitoreo.
Fuente: Diaz, Menor y Romero. (2026).

La Figura 10 muestra la configuración del microcontrolador ESP32, que es el núcleo del monitoreo del dispositivo en el diseño del dispositivo electrónico para posicionamiento y control de cabezas de ganado en la Hacienda La Pica. Este componente es responsable de integrar y procesar los datos recibidos por el módulo de transmisión de datos y los sensores, estos datos son fundamentales para la visualización de estos por los usuarios.

FASE IV. CONSTRUCCION DEL DISPOSITIVO. GARCÍA (2010).

Para iniciar el cuarto objetivo de esta investigación, denominado "Construir el dispositivo electrónico para lograr la localización y el control del ganado.", siguiendo los fundamentos planteados por García (2010). Este proceso permite identificar limitaciones, optimizar recursos y mejorar el diseño antes de su implementación definitiva. De igual manera, esta etapa no solo implica la integración de componentes físicos y electrónicos, sino también la validación de los principios técnicos planteados inicialmente. Una vez establecidos los esquemas y planos necesarios para la interconexión de los módulos que conforman el dispositivo, se avanza hacia la fase de montaje físico.

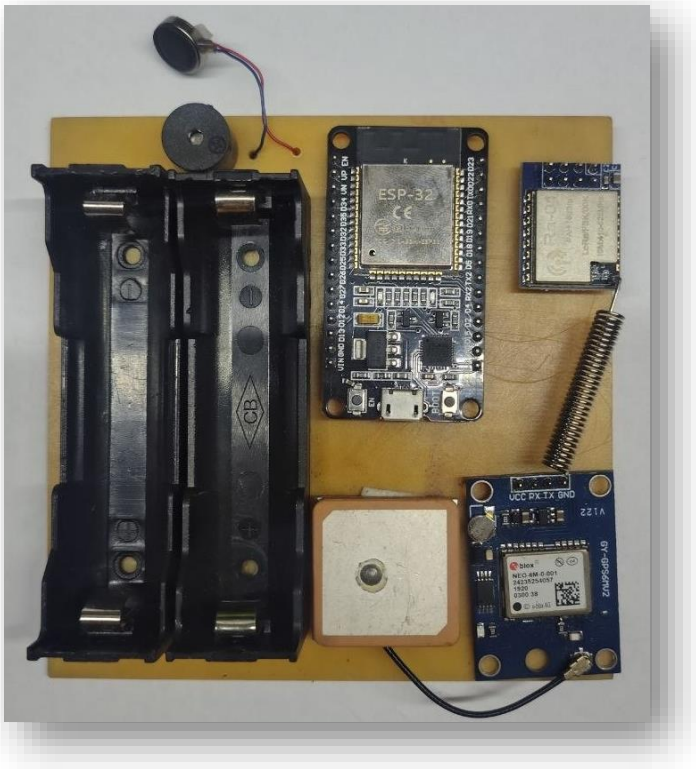

Figura 22: Placa de la etapa de control.
Fuente: Diaz, Menor y Romero. (2026)

En la figura superior se aprecia la placa de circuito impreso (PCB) de la etapa de control, la cual ya se encuentra terminada y preparada para las primeras pruebas de funcionamiento. Tras el proceso de soldadura, cada elemento ha sido verificado para asegurar su correcta fijación según el diseño esquemático previo.



Figura 26: Simulador de hacienda.
Fuente: Diaz, Menor y Romero. (2026)

En relación con la estructura de soporte, se diseñó una superficie que permite el desplazamiento de los prototipos móviles. Sobre esta base se delimitaron las zonas permitidas y restringidas, las cuales son controladas mediante programación y sensores de proximidad. Este sistema está diseñado para que, en caso de detectar un movimiento no registrado o el ingreso de un elemento externo al perímetro, se active automáticamente una alarma enviada a la página CowApp.

FASE V: VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO. GARCIA (2001).

Para garantizar la fiabilidad del dispositivo electrónicos para el posicionamiento y control de cabezas de ganado, se han establecido una serie de pruebas que validan su desempeño en condiciones reales de operación. Estas pruebas, buscan asegurar que la recopilación y transmisión de datos de posición se realicen de manera precisa, que el buzzer y el motor de vibración respondan correctamente y que los sensores activen la alarma de manera precisa sin margen de error. Además, se evalúa la estabilidad del suministro energético proveniente del dispositivo electrónico, verificando que el almacenamiento y distribución de la energía permitan un funcionamiento continuo y eficiente.

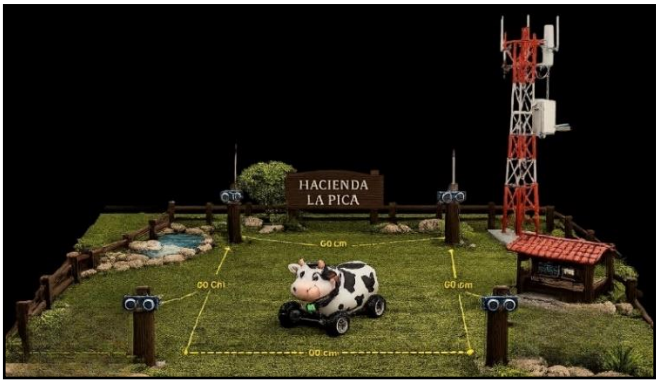

Figura 27: Pruebas de fusión de etapa de monitoreo y control.
Fuente: Diaz, Menor y Romero. (2026)

En la imagen se presenta el desarrollo experimental correspondiente a las pruebas del prototipo, el montaje incluye una estructura física que simula un espacio habitable. Se ha dispuesto el circuito con los módulos correspondientes para la visualización de datos de posición en la página. A su vez se visualiza el dispositivo con los elementos correspondientes para la recolección de datos de posición y su respectiva transmisión junto con los elementos de control y su campo de baterías.

CONCLUSIONES

A través de las fases metodológicas implementadas, se logró dar respuesta a la problemática de la gestión ineficiente del ganado en grandes extensiones de terreno. Los resultados obtenidos demuestran que la integración de la ganadería de precisión mitiga los riesgos tradicionales asociados a las pérdidas económicas por extravío o robo en la región zuliana.

En relación con el primer objetivo específico, centrado en analizar la situación actual de los sistemas de posicionamiento y control, se constató una marcada brecha tecnológica en el entorno agropecuario local. A nivel global y regional en América Latina, tecnologías como GNSS, LoRaWAN y Sigfox lideran el monitoreo remoto. Sin embargo, la realidad de la infraestructura celular en el Estado Zulia presenta serias irregularidades que impiden la adopción masiva de soluciones comerciales convencionales. Este diagnóstico evidenció la obsolescencia de métodos tradicionales como las cercas de alambre de púas, justificando plenamente el diseño de una alternativa local adaptada a las limitaciones de conectividad rural.

El análisis situacional detallado en la Hacienda La Pica demostró que la dependencia de cercados físicos genera costos elevados de mantenimiento y mano de obra constante. Asimismo, se concluye que el uso de alambre de púas atenta directamente contra el bienestar animal, provocando lesiones físicas recurrentes que devalúan el activo ganadero. Ante la imposibilidad de un monitoreo constante, el temor de los productores ante eventos de robo o extravío se mantiene latente debido a las grandes extensiones de terreno de la propiedad. Por lo tanto, la transición hacia la ganadería de precisión no representa un lujo tecnológico, sino una necesidad estratégica para la rentabilidad de la hacienda.

El prototipo construido materializó la capacidad de emitir los sonidos y vibraciones correctivas programadas de manera autónoma al detectar anomalías espaciales. Se concluye que la fabricación local de este equipo demuestra la viabilidad de desarrollar soluciones tecnológicas nacionales asequibles, reduciendo la dependencia de costosas importaciones de tecnología agropecuaria privativa. Como conclusión de síntesis, se afirma categóricamente que el objetivo general de desarrollar un dispositivo electrónico para el posicionamiento y control de las cabezas de ganado en la Hacienda La Pica fue cumplido en su totalidad.

La integración de hardware robusto, firmware optimizado y una interfaz gráfica de fácil uso demostró que la ganadería de precisión es viable en el entorno de estudio. Este dispositivo no solo protege la integridad física de los animales al evitar lesiones por alambre de púas, sino que redefine los procesos operativos del agro venezolano. La culminación de este dispositivo sienta un precedente tecnológico invaluable para la modernización sostenible de la producción pecuaria de la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Albert, L. (2020). **Electrónica y dispositivos electrónicos.** Google Books (Libro en línea). https://books.google.co.ve/books?hl=es&lr=&id=Eux-EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=tipos+de+dispositivos+electr%C3%B3nicos&ots=tuPWf6ch0z&sig=QhdkS9Zb79AcEKwJW5yoh_VSxu0&redir_esc=y#v=onepage&q=tipos%20de%20dispositivos%20electr%C3%B3nicos&f=false.

Arias, J. (2022). **Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis**, (primera edición) (Libro en línea). Editado por Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C.

Arispe, C. (2020). **La investigación científica**, (primera edición) (Libro en línea). Editado por Departamento de investigación y postgrados en la Universidad Internacional de Ecuador.

Escaño, J. (2019). **Integración de los Sistemas de Automatización Industrial** (primera edición) (Libro en línea). Editado por Carmen Lara Carmona. España.

García, E. (2010). **Automatización de procesos industriales** (Libro en línea). Editado por ALFAOMEGA GRUPO. México.

Hernández, R. (2018). **Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas** (primera edición) (Libro en línea). Editado por McGRAW-HILL INTERAMERICANA. México.

Ninoska, E. (2016). **Metodología para investigaciones aplicadas con enfoque transdisciplinario: sociales y tecnológicas** (primera edición) (Libro en línea). Editado por la Universidad Pedagógica Experimental Libertado. Caracas.

Peralta, D y Martin, L. (2021). **REDES DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN I.** editorial.unca.edu.ar (Libro en línea). https://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CUADERNOS%20DE%20CATEDRA/Redes%20de%20informatica/Redes%20de%20informacion%20y%20comunicacion.pdf

Sanchis, R. (2010). **Automatización Industrial** (primera edición) (Libro en línea). Editado por Publicación de la Universidad Jaume. España.

Zapata, M. (2021). **Fundamentos de Automatización y Redes Industriales** (Libro en línea). Ing. Hugo Arias Flores, MBA. Ecuador.