

Sistema de geolocalización y monitoreo de tapires

QUIROGA, Facundo ¹; ALDERETE HERO, Gonzalo ¹; VOLENTINI, Esteban ¹ ; ALBACA P., Carlos ¹ ; SAADE, Sergio ¹ 

¹ Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación. Av. Independencia 1800, San Miguel de Tucumán (4000), Tucumán, R. Argentina.

Autor para correspondencia: QUIROGA, Facundo (facundogga@gmail.com)

Resumen

La Reserva Experimental Horco Molle solicitó implementar un sistema de geolocalización para monitorear tapires reintroducidos en las yungas, extintos hace 70 años. El sistema utiliza collares con GPS y comunicación LoRa, enviando datos de ubicación y alertas si los tapires abandonan zonas predefinidas. El dispositivo, con un microcontrolador STM32L412, un módulo GPS NEO-M6 y un transceptor SX1278, ofrece bajo consumo energético y una batería con autonomía de 6 meses. La última versión del collar, hecha en plástico impreso en 3D, es duradera y resistente. Durante las pruebas, el sistema logró un alcance de 2.23 km, superando desafíos como la densa vegetación. La información recopilada se visualiza en una aplicación web, facilitando el monitoreo y la conservación de los tapires en su hábitat natural.

Palabras clave: Sistemas Embebidos; Conservación de Fauna; IdC.

Tapir Geolocation and Monitoring System

Abstract:

The Horco Molle Experimental Reserve requested the implementation of a geolocation system to monitor tapirs reintroduced in the Yungas, which became extinct 70 years ago. The system uses collars with GPS and LoRa communication, sending location data and alerts if the tapirs leave predefined areas. The device, with an STM32L412 microcontroller, a NEO-M6 GPS module and an SX1278 transceiver, offers low energy consumption and a battery with a 6-month autonomy. The latest version of the collar, made of 3D printed plastic, is durable and resistant. During testing, the system achieved a range of 2.23 km, overcoming challenges such as dense vegetation. The information collected is displayed in a web application, facilitating the monitoring and conservation of tapirs in their natural habitat.

Keywords: Embedded Systems; Wildlife Conservation; IoT.

© 2025 Los autores. Este artículo es de acceso abierto y se distribuye bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0). Esta licencia permite el uso, la distribución y la reproducción no comercial en cualquier medio. Siempre que se cite adecuadamente la obra original, cualquier obra derivada debe publicarse bajo la misma licencia.

Introducción

La Reserva Experimental Horco Molle (2024) de Tucumán ha iniciado un programa para reintroducir al tapir en su hábitat natural, una especie clave de los ecosistemas de yungas, extinta en la provincia hace 70 años. Los tapires son esenciales, ya que moldean el paisaje y son

fundamentales para mantener el equilibrio del ecosistema y la biodiversidad. Su extinción fue causada principalmente por la expansión urbana y la caza furtiva. Esto permitió el crecimiento de flora exótica, modificando el ecosistema y causando la desaparición de otras especies.

Para controlar la reintroducción, la reserva pretende usar un sistema tecnológico que

monitoree la ubicación de los tapires en tiempo real y genere alertas si se salen de ciertas áreas, permitiendo estudios detallados de su comportamiento. Sin embargo, el monitoreo satelital es costoso y la densa vegetación y la topografía irregular de la Sierra de San Javier complican su efectividad, además de la falta de infraestructura de comunicación celular en la zona.

El propósito de este trabajo es describir brevemente la solución general de hardware, software y comunicación propuesta, para luego adentrarse en la especificación, diseño y desarrollo de un collar para rastreo hecho a medida de acuerdo a las necesidades y características propias del tapir y su ecosistema.

Estado del arte

En el mercado actual, hay una amplia gama de sistemas de seguimiento de animales que emplean dispositivos electrónicos para facilitar su rastreo y monitoreo. Estos dispositivos pueden ser collares, implantes o etiquetas, adaptados para diversas especies. Para mamíferos terrestres como el tapir, se utilizan collares satelitales que transmiten datos a través de satélites, así como collares VHF (Very High Frequency) y UHF (Ultra High Frequency). Se presenta una comparación de las tecnologías de comunicación en la Tabla 1, mientras que la Tabla 2 detalla sus ventajas y desventajas.

Tabla 1: Comparación entre las diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica que actualmente se ofrecen en el mercado.

	VHF	UHF	LoRa	GSM	GS-SAT	IR-SAT	IM-SAT	OGI-SAT
Costo	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Pieza	Collar, Etiqueta, Implante	Collar, Etiqueta, Implante	Collar, Etiqueta, Implante	Collar, Etiqueta	Collar, Etiqueta	Collar, Etiqueta	Collar	Collar
Cobertura	Largo alcance	Corto alcance	Muy corto alcance	Red celular	Satélite	Satélite	Satélite	Satélite
GPS	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Conf. por aire	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Tamaño	S, M, L, XL	S, M, L, XL	S, M, L, XL	M, L, XL	M, L, XL	M, L, XL	XL	XL

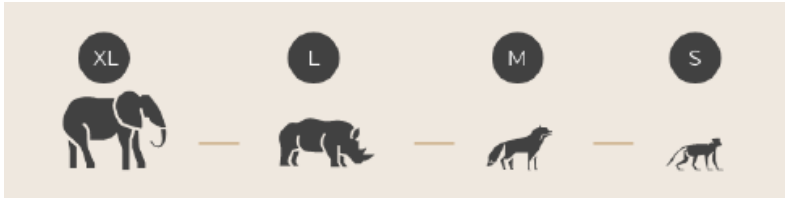


Tabla 2: Ventajas y desventajas de las diferentes tecnologías de comunicación.

Tecnología	Detalles	Ventajas	Desventajas
VHF	Los dispositivos VHF no envían ni reciben datos, sino que transmiten periódicamente una señal que puede localizarse utilizando una antena direccional orientada manualmente en un rango de cientos de metros a varios kilómetros dependiendo del terreno.	• Costo. • Bajo consumo. • Fácil de usar. • Largo alcance. • Tamaño.	• No posee GPS. • No reutilizables.
UHF	Los equipos UHF y LoRa son mejores para el seguimiento ya que obtienen la ubicación del individuo utilizando GPS, y por medio de un transceptor envían un pulso que puede localizarse en un alcance de entre unos cientos de metros y varios kilómetros en función del terreno. Los datos se pueden recoger de forma manual con un transceptor portátil o de forma automática con una estación base (LoRa o UHF) que posteriormente transmite los datos a un satélite Inmarsat.	• Costo. • Seguimiento con GPS. • Almacenamiento de datos. • Bajo consumo. • Tamaño.	• Alcance medio. • No reutilizables.
LoRa			• Alcance limitado a la cobertura de LoRa-WAN. • No reutilizables.
GSM	Estos dispositivos cuentan con un módulo GSM que transmite datos a través de cualquier red celular 2G.	• Seguimiento por GPS. • Almacenamiento de datos.	• Alcance limitado a la cobertura GSM. • No reutilizables.
GS-SAT	Estos dispositivos cuentan con un módulo de satélite GlobalStar que transmite datos a través del sistema de satélites GlobalStar.	• Seguimiento por GPS. • Bajo consumo. • Cobertura global.	• Costo. • No reutilizables.
IR-SAT	Estos dispositivos cuentan con un módulo de satélite Iridium que transmite datos a través del sistema de satélites Iridium.	• Seguimiento por GPS. • Cobertura global.	• Costo. • No reutilizables.

Especificaciones del sistema

La efectividad y durabilidad del dispositivo de rastreo radica en la cuidadosa definición de sus características esenciales. Desde la resistencia a impactos hasta la autonomía energética, cada elemento se ha considerado estratégicamente para garantizar un rendimiento óptimo. A continuación, se detallan los requisitos esenciales que dirigen el diseño del dispositivo:

- Se precisa un gabinete plástico o metálico formado por dos piezas macizas que, al unirse, protejan la electrónica de los golpes. Además, deberá ser estanco para evitar el ingreso de agua, incluso al estar totalmente sumergido. Esta configuración

permitirá que el producto sea reutilizable, al permitir desmontar el gabinete para intercambiar baterías o modificar la electrónica si es necesario.

- Se requiere la implementación de una tecnología de comunicación inalámbrica que permita alcanzar una distancia mínima de 2 kilómetros entre la estación base y los collares, con la posibilidad de superar esta distancia siempre que sea factible. Asimismo, es fundamental que esta tecnología opere con una potencia reducida, con el propósito de optimizar la duración de la batería.

- Se aspira a lograr una duración de batería de al menos seis meses. Para alcanzar este objetivo, se requiere la elección meticulosa de componentes electrónicos de bajo consumo. Esta premisa se aplica principalmente a los componentes que demandan más energía, como el microcontrolador, el módulo GPS y el transceptor de radio. Se debe contemplar la utilización de un banco de baterías recargables de ion-litio para respaldar esta eficiencia energética sostenible.

Los requisitos detallados, como el diseño del gabinete, la tecnología de comunicación inalámbrica y la eficiencia energética, proporcionan la base sólida sobre la cual se desarrollará el dispositivo de rastreo, cumpliendo con los estándares más exigentes para garantizar el éxito en entornos desafiantes y la conservación efectiva de los tapires.

El sistema de rastreo y seguimiento animal está diseñado para monitorear y gestionar la ubicación y el comportamiento de tapires en su entorno natural. A través de una serie de funcionalidades, este sistema proporciona a los usuarios la capacidad de supervisar y proteger a estos animales de manera efectiva:

- Geolocalización precisa: utilizando tecnología GPS, el sistema realiza muestreos de la ubicación de cada individuo de manera periódica, brindando una visión de su posición en intervalos de tiempo regulares.
- Monitoreo de zona: el sistema supervisa la permanencia de un tapir en una zona específica. Si un individuo abandona el área designada, se genera automáticamente una alerta por correo electrónico dirigida a los usuarios autorizados.
- Alertas personalizadas: se envían alertas inmediatas en caso de eventos críticos, como la fuga de un tapir o niveles de batería baja en el dispositivo de rastreo.
- Registro de eventos: el sistema registra y almacena de manera organizada todos los eventos relevantes, proporcionando un historial completo de la actividad de cada tapir.
- Visualización en mapa: mediante un mapa interactivo, se muestra la ubicación actual y el recorrido histórico de cada tapir. Los usuarios pueden aplicar filtros temporales para un análisis detallado.

- Gestión de collares: los usuarios autorizados tienen la capacidad de cambiar y asignar collares de rastreo a diferentes tapires según sea necesario.
- Roles de usuarios: El sistema cuenta con dos tipos de usuarios: Administradores y Patrocinadores.
 - Administradores: tienen la autoridad para establecer zonas geográficas y vincular tapires a esas zonas. Pueden gestionar el alta y baja de collares, así como establecer alarmas personalizadas para eventos críticos.
 - Patrocinadores: tienen acceso a la ubicación en tiempo real de los tapires. Su función principal es la observación y el apoyo a través del monitoreo.

Este sistema ofrece un enfoque integral para la conservación y el estudio de los tapires, permitiendo una gestión efectiva de su hábitat y comportamiento. Las funcionalidades proporcionan una visión detallada y casi en tiempo real de la vida de estos animales, lo que resulta esencial para su protección y preservación a largo plazo.

Diseño integral de la solución

La Figura 1 ilustra un tapir junto con los diversos dispositivos y sus interrelaciones. Cada collar adquiere y transmite datos específicos, incluyendo coordenadas geográficas (latitud y longitud) obtenidas a través del sistema GPS, el porcentaje de carga de la batería, y la fecha junto con la hora. Este proceso se repite cada hora, generando un total de 24 muestras diarias.

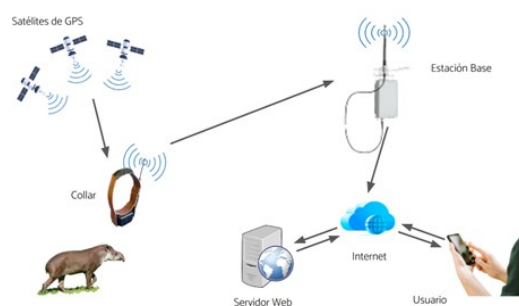


Figura 1: Diagrama conceptual de la solución propuesta.

La estación base, ubicada estratégicamente en la Residencia Universitaria de Horco Molle,

cuenta con una torre de 12 metros equipada con una antena. Su función principal consiste en recopilar los datos enviados por los collares y almacenarlos en una base de datos para su posterior transferencia al servidor a través de Internet.

Posteriormente, una aplicación web lleva a cabo el análisis de estos datos y envía alertas pertinentes en caso de que un individuo se encuentre fuera de una zona predefinida o si la carga de la batería es baja. El acceso a la información se realiza a través de un sitio web, donde cada usuario puede visualizar en un mapa la ubicación geográfica de cada ejemplar, junto con una leyenda que incluye el nombre del tapir, el ID del collar, la fecha, la hora y el porcentaje de carga de la batería.

Diseño del dispositivo de rastreo

Hardware del collar

El dispositivo ha sido cuidadosamente diseñado para adquirir datos esenciales, como la ubicación geográfica y el nivel de carga de la batería, y transmitirlos de manera inalámbrica a la estación base. El enfoque integral en el diseño y desarrollo del hardware se ha centrado en la integración de los siguientes componentes:

- Microcontrolador.
- Módulo transceptor de radiofrecuencia.
- Módulo GPS.

La Figura 2 presenta un diagrama de bloques general que ilustra la configuración y la interconexión de estos componentes en el dispositivo móvil.



Figura 2: Diagrama de bloques del dispositivo móvil.

El microcontrolador, como núcleo esencial del sistema, desempeña un papel crucial en la coordinación y gestión eficiente de los diversos módulos, así como en el procesamiento efectivo de datos. Se optó por el modelo STM32L412KBT6 de STMicroelectronics (2023), de 32 bits, por su destacada eficiencia energética y capacidades de bajo consumo.

En cuanto al módulo transceptor de radiofrecuencia, este componente cumple una función fundamental al transmitir los paquetes de datos de manera inalámbrica desde el collar hasta la estación base. La elección recae en el módulo transceptor SX1278 Semtech (2023), que implementa la tecnología de comunicación LoRa, perfecta para transmisiones de largo alcance con un consumo de energía mínimo, ideal especialmente para paquetes de pocos bytes (Hernández, 2019), ya que ofrece una tasa máxima de transmisión de 37 kbps.

El módulo GPS NEO-M6 u-blox (2023), encargado de proporcionar datos esenciales para el geo-posicionamiento del collar, así como la fecha y hora, ha sido seleccionado por su capacidad de adquisición precisa de datos de ubicación.

La elección de cada componente responde a los rigurosos requisitos del proyecto, garantizando un desempeño óptimo en términos de eficiencia energética, capacidad de transmisión y precisión en la adquisición de datos. Para la alimentación de la placa, se han incorporado dos pilas 18650 de 3000 mAh de capacidad y 3.7 V de tensión, configuradas en paralelo y conectadas a un regulador de tensión de baja caída (LDO), que regula la salida a 3.3 V, asegurando un suministro de energía estable y eficiente.

Software del collar

La Figura 3 exhibe un diagrama de secuencia UML que proporciona una descripción detallada del software del collar, incluyendo la interacción entre los distintos módulos y el microcontrolador.

La trama de datos utilizada en el sistema se ajusta a las especificaciones de LoRa, que emplea un esquema de codificación y modulación propietario. Un paquete LoRa consta de tres elementos principales: un preámbulo, un encabezado (Header) y una carga útil (Payload).

Como se observa en la Figura 4, la carga útil incluye los siguientes campos:

- Fecha: la fecha en la que se registraron los datos. (3 bytes).
- Hora: la hora en la que se obtuvieron los datos. (3 bytes).
- Latitud: coordenada de latitud que representa la ubicación geográfica. (4 bytes).

- Longitud: coordenada de longitud que indica la ubicación geográfica. (4 Bytes).
- Batería: el nivel de energía de la batería del dispositivo. (1 Byte).
- Número de collar: identificador único que se asigna a cada collar o dispositivo móvil. (1 Byte).

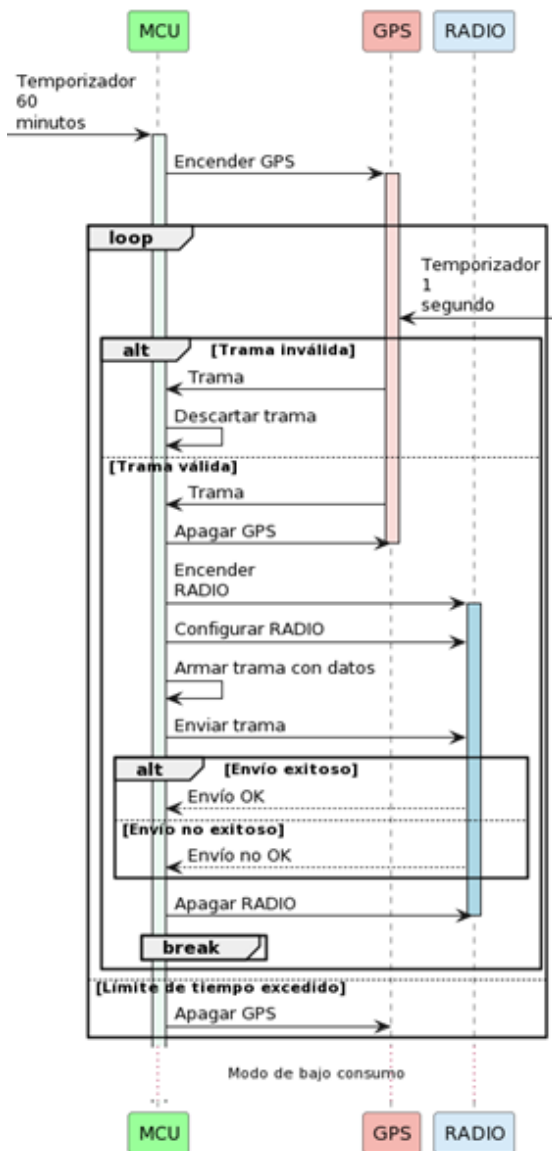


Figura 3: Diagrama de secuencia UML del software del collar.

La Figura 4 revela con claridad los elementos esenciales que conforman la carga útil de los datos, encapsulando información vital en tan solo 16 bytes. Cada componente desempeña un papel fundamental en la interpretación y

análisis de los registros. Esta eficiencia en el uso del espacio no solo demuestra la optimización de recursos, sino que también subraya la capacidad del sistema para proporcionar información valiosa de manera concisa.

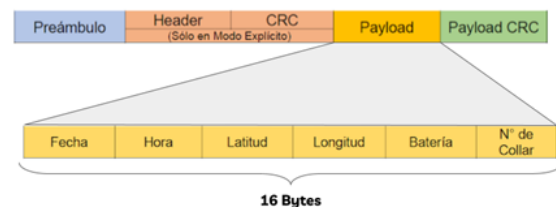


Figura 4: Descripción de la trama generada en el dispositivo móvil.

Desarrollo del dispositivo de rastreo

El diseño y desarrollo del collar de seguimiento representan etapas cruciales en la implementación efectiva de un sistema de monitoreo animal. A lo largo de diversas iteraciones, se han introducido mejoras significativas para abordar desafíos específicos, asegurando la comodidad y durabilidad del dispositivo en el entorno del tapir. A continuación, se detallan las distintas versiones del collar, destacando las innovaciones implementadas y los desafíos superados en cada iteración. Este proceso evolutivo refleja el compromiso continuo con la excelencia y la adaptabilidad en la integración de la tecnología en el hábitat de los tapires.

- Primera versión (ver Figura 5): caracterizada por un gabinete de aluminio que albergaba la placa electrónica de 8 x 4 cm y una pila 18650 de 4000 mAh, acoplado a un collar confeccionado en cuero. Asimismo, se aprecia la presencia de la antena destinada a la comunicación con la estación base. Durante las fases iniciales de prueba en el animal, se identificaron varios desafíos que requerían atención y solución:
 - Cables tensionados: la colocación del collar en el tapir generaba tensión en los cables, lo que podría afectar negativamente la comodidad y el bienestar del animal.

- Antena expuesta: la antena quedaba expuesta, lo que aumentaba el riesgo de daño y mal funcionamiento debido a factores ambientales.
- Adaptación al cuello del animal: el collar no se adaptaba adecuadamente a la forma del cuello del animal, lo que podía causar molestias y dificultar la movilidad del tapir.
- Rotura de conectores: los conectores de las antenas al gabinete se rompían, lo que resultaba en problemas de conectividad y durabilidad.
- Segunda versión: se optó por recubrir los cables y conexiones con una capa de cuero, acompañada de la adición de otra suela de cuero para fijar el gabinete, brindando mayor flexibilidad en el ajuste al cuello del tapir. A pesar de estos esfuerzos, la eficacia a largo plazo se vio comprometida, ya que se volvieron a experimentar inconvenientes en la zona de los conectores. Este contratiempo evidenció la necesidad de explorar enfoques alternativos y realizar ajustes significativos para superar los desafíos persistentes en la integración de la tecnología en el entorno animal.
- Tercera versión: se optó por cubrir completamente el ensamblaje con cuero. Esta decisión tuvo como resultado una prolongación notable de la durabilidad del collar. Durante las pruebas, se logró medir la duración de la pila, arrojando un resultado de 2 meses de funcionamiento continuo. Este enfoque representó un avance significativo para asegurar la resistencia y buen rendimiento del dispositivo en el entorno de monitoreo animal.
- Cuarta versión: se realizó un cambio sustancial en el diseño del collar de seguimiento (ver Figura 6). Se diseñó un nuevo gabinete, esta vez construido completamente en plástico mediante impresión 3D. A diferencia de las versiones anteriores, se garantizó que todos los cables estuvieran cubiertos y que las conexiones de las antenas estuvieran protegidas contra los golpes al ubicarse dentro del gabinete. Se añadió espacio para incorporar una batería adicional; en

este caso, se conectaron en paralelo dos pilas 18650 de 3000 mAh cada una, logrando, en pruebas de laboratorio, una duración de aproximadamente 6 meses. Esta versión fue sometida a pruebas exhaustivas durante la liberación de tapires en el parque Sierra de San Javier. Se evaluó el sistema completo, que incluye el collar, la estación base, el servidor y la aplicación web. Durante estas pruebas, se registró un alcance máximo de 2.23 kilómetros. Cabe señalar que la densidad del follaje en la zona de prueba representa un desafío adicional, ya que el agua contenida en la vegetación produce una atenuación de la señal de radio en la frecuencia de trabajo de los transceptores. Este rediseño tenía como objetivo abordar de manera efectiva los problemas previos y proporcionar un collar más duradero y cómodo para los tapires.



Figura 5: Primera versión del collar.

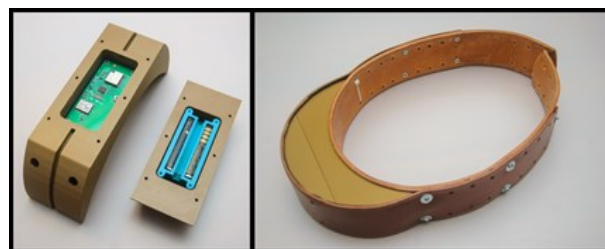


Figura 6: Cuarta versión del collar.

Conclusiones

La implementación del proyecto ha demostrado ser exitosa al alcanzar y superar varios de los objetivos establecidos inicialmente. El diseño y desarrollo del collar de seguimiento ha evolucionado para abordar desafíos emergentes, como el desgaste del cuero y las roturas en cables y conectores, mediante la introducción de un gabinete impreso en 3D que

no solo soluciona estos problemas, sino que también mejora la reutilización del collar. Las pruebas en condiciones reales han validado la robustez del collar y han confirmado que la comunicación inalámbrica cumple con los requisitos de alcance establecidos. Además, las mejoras en la eficiencia energética, evidenciadas por la prolongada duración de las baterías, y la ubicación estratégica de la estación base y sus

componentes contribuyen al éxito general del sistema. Aunque se han enfrentado desafíos puntuales, como las interrupciones en la

conexión a internet, el enfoque integral en la optimización de cada componente ha culminado en una implementación efectiva y funcional.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se llevó a cabo en el marco del desarrollo del Trabajo Final Integrador del Ing. Facundo Manuel Quiroga titulado "Sistema de Geolocalización y Monitoreo de Tapires" de la Especialización en Integración de Tecnologías Informáticas y de los proyectos PIUNT "Sistemas embebidos para Internet de las Cosas" (E652/1) y "Sistemas Embebidos, Comunicaciones y Aplicaciones en Internet de las Cosas" (E743). Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán. 30/06/2025.

REFERENCIAS

Hernández Rodrigo (2019) *¿Qué es la tecnología LoRa y por qué es importante para IoT?* Disponible en: <https://www.thethingsnetwork.org/community/santa-rosa/post/que-es-la-tecnologia-lora-y-por-que-es-importante-para-iot> (Consulta: 17 de diciembre de 2024)

Reserva Experimental Horco Molle (2023). Disponible en: <https://www.reservahorcomolle.com.ar/inicio> (Consulta: 17 de diciembre de 2024)

Semtech SX1278 (2023). Disponible en: <https://www.semtech.com/products/wireless-rf/lora-connect/sx1278> (Consulta: 17 de diciembre de 2024)

STMicroelectronics (2023). Disponible en: https://www.st.com/content/st_com/en.html (Consulta: 17 de diciembre de 2024)

u-blox NEO-6 Series (2023). Disponible en: <https://www.u-blox.com/en/product/neo-6-series>. (Consulta: 17 de diciembre de 2024)

AUTORES

QUIROGA, Facundo Manuel

Ingeniero Electrónico (FACET-UNT) y Especialista en Integración de Tecnologías Informáticas (FACET-UNT). Actualmente trabaja como desarrollador de software embebido en Balanzas Hook S.A., donde diseña firmware para sistemas de pesaje industrial y agropecuario. Sus intereses incluyen microcontroladores, IoT, automatización y la eficiencia en el procesamiento de señales y datos en tiempo real.

facundoqga@gmail.com

ALDERETE HERO, Gonzalo

Ingeniero Electrónico (FACET-UNT) con mención en telecomunicaciones. Especialista en Integración de tecnologías informáticas (FACET - UNT). Estudiante de la Especialización en Industrias y Sistemas Aeroespaciales (FIUBA - UBA). Actualmente se desempeña como ingeniero de diseño en la unidad

funcional de Electrónica de radiofrecuencia, comunicaciones y compatibilidad electromagnética en INVAP S.A.U.

herogonzalo@gmail.com

VOLENTINI, Esteban

Ingeniero en Computación (FACET-UNT). Especialista en Integración de tecnologías Informáticas (FACET-UNT). Magister en Sistemas Embebidos (FI-UBA)

Profesor asociado del Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación. Participante de proyectos de investigación acreditados. Participante como ponente en Congresos y Jornadas.

evolentini@herrera.unt.edu.ar

ORCID  0000-0003-3371-8396

ALBACA PARAVÁN, Carlos

Ingeniero en Computación (FACET-UNT). Magister en Ingeniería de Software (FI-UNLP) y Magister en Administración (FACE-UNT). Profesor adjunto del Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación. Participante de proyectos de investigación acreditados. Participante como ponente en numerosos Congresos y Jornadas tanto a nivel nacional como internacional.

calbaca@herrera.unt.edu.ar

ORCID  0000-0001-7404-9315

SAADE, Sergio D.

Ingeniero Electricista (Or. Electrónica) (FACET-UNT) y M.Sc. en "Electrical and Computer Engineering", University of California. Profesor Titular, dedicación exclusiva del Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación. Director de la Especialización de Posgrado en Integración de Tecnologías Informáticas. Director de Proyecto de Investigación "Sistemas Embebidos, Comunicaciones y Aplicaciones en Internet de las Cosas", PIUNT E743 Participó en diversas actividades de extensión y vinculación. Publicó diferentes trabajos de investigación y artículos en revistas, además de 2 (dos) libros de texto del área Computación.

ssaade@herrera.unt.edu.ar

ORCID  0000-0003-3713-6887

NOTA DEL EDITOR

cet - Revista de Ciencias Exactas e Ingeniería se mantiene neutral con respecto a las reivindicaciones jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.