



Instituto Tecnológico  
de Buenos Aires

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES - ITBA  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

# SISTEMA INTEGRAL DE MONITOREO DE FAUNA SILVESTRE

AUTORES: Mechoulam, Alan (Leg. Nº 58438)  
Lambertucci, Guido Enrique (Leg. Nº 58009)  
Rodriguez Turco, Martín Sebastian (Leg. Nº 56629)  
Londero Bonaparte, Tomás Guillermo (Leg. Nº 58150)

DOCENTES: Orchessi, Walter  
Pingitore, Ricardo  
Ugarte, Alejandro

TRABAJO FINAL PRESENTADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

BUENOS AIRES

PRIMER / SEGUNDO CUATRIMESTRE, 202X



# Proyecto final de Ingeniería Electrónica

## Sistema Integral de Monitoreo De Fauna Silvestre

<b>Autores:</b>	Mechoulam, Alan	(58438)
	Lambertucci, Guido Enrique	(58009)
	Rodriguez Turco, Martín Sebastian	(56629)
	Londero Bonaparte, Tomás Guillermo	(58150)

<b>Tutores:</b>	Orchessi, Walter
	Pingitore, Ricardo
	Ugarte, Alejandro

<b>Fecha:</b>	28/04/2021
---------------	------------

# Índice

<b>1. Acrónimos y definiciones</b>	<b>2</b>
<b>2. Resumen</b>	<b>2</b>
<b>3. Introducción</b>	<b>2</b>
3.1. Antecedentes . . . . .	2
3.2. Contexto del Proyecto . . . . .	2
<b>4. Objetivos</b>	<b>2</b>
4.1. Finalidad del Proyecto . . . . .	3
4.2. Planteamiento del Problema a Resolver . . . . .	3
4.3. Alcance . . . . .	3
<b>5. Definición de Producto</b>	<b>3</b>
5.1. Requerimientos del Cliente . . . . .	3
5.2. Diagrama Funcional de Interfaces . . . . .	4
5.3. Especificaciones de Diseño . . . . .	4
5.3.1. Especificaciones Funcionales . . . . .	4
5.3.2. Especificaciones de Interfaz . . . . .	4
5.3.3. Especificaciones de Performance . . . . .	4
5.3.4. Especificaciones de Implementación . . . . .	4
5.3.5. Especificaciones de Servicio (RAMS) . . . . .	4
<b>6. Plan de Validación</b>	<b>5</b>
6.1. Diseño de Bancos de Pruebas . . . . .	5
6.2. Especificaciones de Tests . . . . .	5
6.3. Diseño y Especificaciones de Simulaciones . . . . .	5
6.4. Matriz de Trazabilidad de Validación . . . . .	5
6.5. Plan de Verificación y Validación . . . . .	5

## 1. Acrónimos y definiciones

## 2. Resumen

En este informe se introduce brevemente al estado del arte de la adquisición de datos en la naturaleza y al sistema propuesto que opera en el hábitat particular de aves pequeñas, en este caso diseñado pero no limitado a la especie *Campephilus Magellanicus*.

Se detalla el diseño de una plataforma de adquisición de datos autónoma que permitirá conocer con profundidad el comportamiento y hábitat de las aves. Esta debe tener una autonomía de tres meses, periodo que concuerda con la fase de anidamiento del ave y capacidad de almacenar diversos datos como temperatura del nido, luz dentro del nido, imágenes y sonidos, entre otros, por una duración de entre una y dos semanas. El sistema debe además ser capaz de transmitir estos datos de manera inalámbrica para no perturbar el comportamiento de la especie estudiada.

Se analizan los requerimientos y especificaciones de producto considerando a los clientes involucrados, entre ellos el equipo de biólogos que realizarán las observaciones, los entes reguladores de vida silvestre, el estado, los fabricantes de circuitos impresos, entre otros.

Luego se presentan los procedimientos tomados para las pruebas, los criterios de aceptación, las precondiciones, postcondiciones, y el banco de pruebas, haciendo especial énfasis en el bienestar de los organismos que se encuentran en las cercanías del dispositivo.

## 3. Introducción

### 3.1. Antecedentes

El estudio del comportamiento de las aves es importante para entender cómo sus actividades impactan en su entorno. Pueden aportar información directa e indirecta sobre el mismo. Actualmente se desconoce la frecuencia con las que estas aves pasan dentro y fuera del nido. Esta métrica ayudaría a enriquecer la información actual sobre

### 3.2. Contexto del Proyecto

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
IMP-OPE-01	El dispositivo deberá poder operar normalmente cuando la temperatura ambiente sea $-5^{\circ}\text{C} < \text{TAMB} < 30^{\circ}\text{C}$ . Si bien la temperatura más baja observada en el territorio argentino es de $-25^{\circ}\text{C}$ , se acepta que son circunstancias excepcionales. Si bien la temperatura máxima histórica de la zona observada fue de $34.6^{\circ}\text{C}$ la media es menor.	REQ-05	P F ID
IMP-OPE-02	El dispositivo deberá poder operar normalmente cuando la humedad sea: $0\% < \text{RH} < 100\%$ , valores normales de humedad relativa ambiente. Si bien puede ser superior al $100\%$ , esto no es común y sólo puede suceder en aire extremadamente limpio, donde la condensación no se adhiere a partículas de polvo.	REQ-05	P F ID
IMP-OPE-03	El dispositivo deberá poder operar normalmente cuando la presión atmosférica sea: $84\text{ kPa} < \text{PATM} < 90\text{ kPa}$ . Esto equivale a $1500\text{m}$ de altura para el mínimo de presión, y un máximo de $1100\text{m}$ .	REQ-05	P F ID
IMP-OPE-03	El dispositivo deberá tener un grado de protección IPXX (TBD)	REQ-05	P(TBD) F ID

## 4. Objetivos

## 4.1. Finalidad del Proyecto

La ornitología, el estudio de las aves, es una rama muy importante de la biología, con varios aportes diversos al conocimiento colectivo como conceptos claves sobre la evolución, comportamiento y conservación de ecosistemas. Siendo esta última de especial importancia, dado que las aves controlan las poblaciones de roedores e insectos, dispersan semillas que ayuda a la conservación de bosques, son fuente de alimento de otras especies y son indicadores de la calidad de un ecosistema.

Este proyecto le permitirá a un grupo de ornitólogas de la Universidad (TBD) realizar un tipo de estudio (TBD) sobre las aves del territorio argentino, especialmente pero no limitado a las de la especie *Campephilus magellanicus*.

## 4.2. Planteamiento del Problema a Resolver

El desafío del trabajo se centra en la complejidad de las condiciones de uso del dispositivo dado por el comportamiento destructivo de las aves dentro del nido, la ubicación de los nidos dentro de lo alto de los árboles y el grado de autonomía del sistema.

El proyecto consiste de desarrollar un nido inteligente que sea capaz de adquirir diversos datos y entregarle energía a un dispositivo que estará colocado sobre el ave a ser estudiada. Todas las condiciones planteadas anteriormente generan una gran problemática a la hora de desarrollar la electrónica de carga del dispositivo del ave, debido a que no se pueden colocar bobinas en la base o las paredes del nido ya que esto puede ocasionar disturbios en el comportamiento de los pájaros, como por ejemplo picoteo excesivo al instrumental o (TBC). Además, como por estudios anteriores se conoce, las aves duermen en distintas posiciones dentro del nido, lo cual dificulta la recepción del campo electromagnético generado por las bobinas emisoras de la carga inalámbrica, por lo que se debe diseñar un arreglo de bobinas multiaxial.

Es por esto que se establecen como aspectos fundamentales los siguientes puntos:

- Determinación de la viabilidad de una base de carga inalámbrica multiaxial dentro o en los alrededores del nido teniendo en cuenta las condiciones impuestas por el animal.
- Eventual desarrollo de tecnologías bajo los requisitos máximos planteados.
- Integración de las diversas tecnologías.
- Validación del producto.

## 4.3. Alcance

Este proyecto involucrará el diseño de un dispositivo capaz de recolectar información para ser utilizado en el ámbito de la investigación como detallado en la Sección (??). Se realizarán los análisis relevantes para asegurar la viabilidad financiera del proyecto según los requisitos del cliente. La verificación de la calidad del diseño estará basada en un único prototipo no comercial, el cual buscará cumplir los requerimientos mínimos definidos y adquirir las validaciones posibles dentro del marco económico actual y las limitaciones del cliente.

No se contempla en este trabajo la instalación ni el desarrollo físico del producto final, sino de un prototipo que logre determinar la viabilidad tecnológica del desarrollo electrónico en cuestión y la implementación de la integración de tecnologías según los objetivos mínimos planteados, aunque sí estarán establecidas todas las decisiones de diseño como para un producto final.

Por ser un proyecto con bajo volumen de producción no se considera el desarrollo de tecnologías de adquisición de datos, almacenamiento o extracción de energía, sino en un proceso de integración de tecnologías preexistentes.

El dispositivo está pensado para ser utilizado en un tipo de nido y una especie de ave en específico aunque no estará limitado a estas en su uso.

# 5. Definición de Producto

## 5.1. Requerimientos del Cliente

Se tiene un único cliente principal el cual expresa requisitos de mínima y máxima. Los requisitos de mínima engloban una autonomía del producto de por lo menos 3 meses, el sistema no debe llamar la atención de humanos desde el nivel del piso, adquisición de temperatura y luz dentro del nido, robusto ante cambios de temperatura ( $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), capacidad de almacenamiento de datos por 7 días, costo máximo por unidad de 300

USD, capacidad de transferencia de datos inalámbrica desde la base del árbol (4 ~ 14 m) y determinar si es realizable un dispositivo de carga inalámbrica en las condiciones impuestas por el nido. Mientras que los requisitos de máxima son desarrollar un equipo de carga inalámbrica multi-axial en las condiciones impuestas por el nido, carga inalámbrica en 6-7 horas, autonomía del producto de por lo menos 3 meses, el sistema no debe llamar la atención de humanos desde el nivel del piso, adquisición de temperatura y luz dentro del nido, robusto ante cambios de temperatura (-5 C° ~ 20 C°), capacidad de almacenamiento de datos por 15 días, costo máximo por unidad de 300 USD, capacidad de transferencia de datos inalámbrica desde la base del (4 ~ 14 m), sistema con capacidad de traslado, adquisición de video y sonido, adquisición de horario de entrada y salida de pajarito del nido y su identificación.

## 5.2. Diagrama Funcional de Interfaces

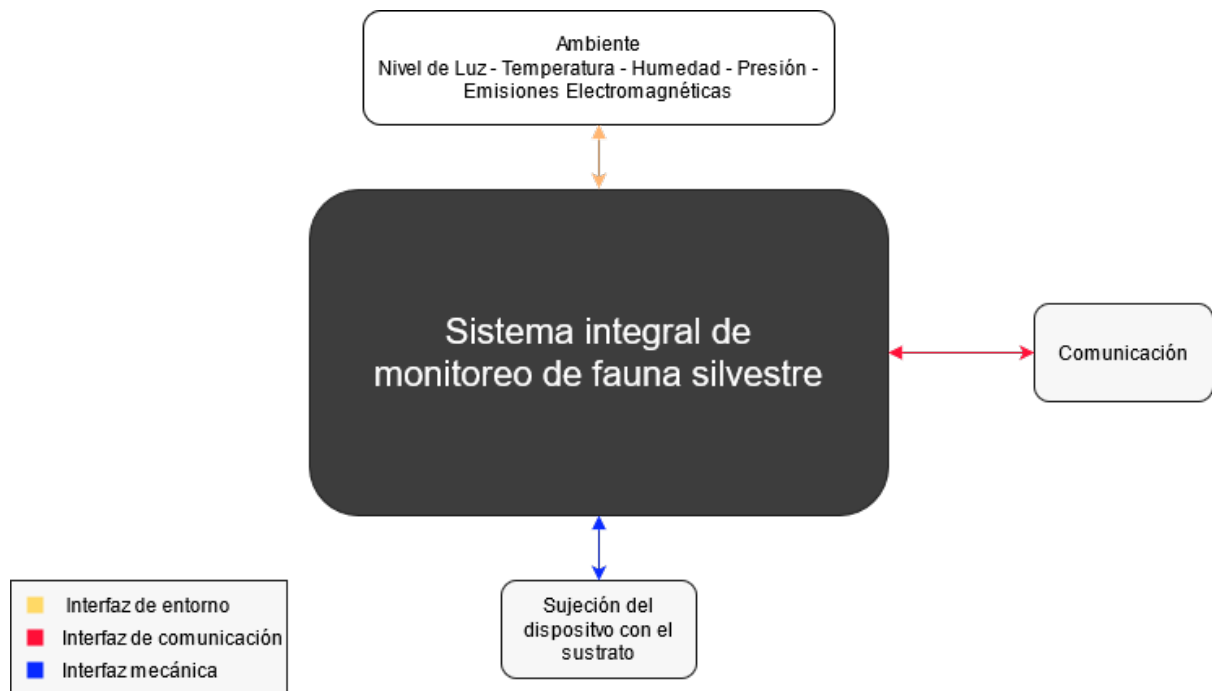


Figura 5.2.1: Diagrama Funcional de Interfaces.

## 5.3. Especificaciones de Diseño

### 5.3.1. Especificaciones Funcionales

Leyenda para especificaciones	
Aplicabilidad	Validación
P: Prototipo	I: Inspección Visual
	D: Documentación de Diseño
F: Producto Final	S: Simulación
	T: Test

### 5.3.2. Especificaciones de Interfaz

### 5.3.3. Especificaciones de Performance

### 5.3.4. Especificaciones de Implementación

### 5.3.5. Especificaciones de Servicio (RAMS)

## 6. Plan de Validación

- 6.1. **Diseño de Bancos de Pruebas**
- 6.2. **Especificaciones de Tests**
- 6.3. **Diseño y Especificaciones de Simulaciones**
- 6.4. **Matriz de Trazabilidad de Validación**
- 6.5. **Plan de Verificación y Validación**