

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

SISTEMA INTEGRAL DE MONITOREO DE FAUNA SILVESTRE

AUTORES:	Mechoulam, Alan	(Leg. N° 58438)
	Lambertucci, Guido Enrique	(Leg. N° 58009)
	Rodriguez Turco, Martín Sebastian	(Leg. N° 56629)
	Londero Bonaparte, Tomás Guillermo	(Leg. N° 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

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

Tutores:	Orchessi, Walter
	Pingitore, Ricardo
	Ugarte, Alejandro

Fecha:	28/04/2021
---------------	------------

Índice de Contenidos

1. Acrónimos y definiciones	2
2. Resumen	2
3. Introducción	2
3.1. Antecedentes	2
3.2. Contexto del proyecto	2
4. Objetivos	2
4.1. Finalidad del Proyecto	2
4.2. Planteamiento del Problema a Resolver	3
4.3. Alcance	3
5. Definición de Producto	3
5.1. Requerimientos del Cliente	3
5.2. Diagrama Funcional de Interfaces	5
5.3. Especificaciones de Diseño	5
5.3.1. Especificaciones Funcionales	5
5.3.2. Especificaciones de Interfaz	5
5.3.3. Especificaciones de Performance	6
5.3.4. Especificaciones de Implementación	6
5.3.5. Especificaciones de Servicio (RAMS)	6
6. Plan de Validación	6
6.1. Requerimientos de Cliente	6
6.1.1. Relevamiento de Datos	6
6.1.2. Casa de Calidad	6
6.1.3. Requerimientos finales para trazabilidad	6
6.2. Diagrama Funcional de Interfaces	6

Lista de Figuras

5.2.1. Diagrama Funcional de Interfaces.	5
--	---

Lista de Tablas

5.1.1. Especificaciones de mantenibilidad.	4
5.1.2. Especificaciones de disponibilidad.	4
5.1.3. Especificaciones de confiabilidad.	4
5.1.4. Especificaciones de dimensionales y de peso.	4
5.1.5. Especificaciones de compatibilidad electromagnética.	5
5.3.1.6. Preguntas para las especificaciones.	5
5.3.3. Especificaciones de performance.	6

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 utilizan pequeñas unidades de adquisición de datos sobre las aves para recoger información sobre posición, temperatura, etc. Cargar el peso de estos dispositivos afecta a las aves de manera inversamente proporcional a su masa. Los dispositivos actuales requieren de una antena para la transmisión de datos mediante tecnología celular. La antena no presenta dificultad alguna para aves que duermen y anidan en el exterior. No es el caso para las aves que viven en el interior de los árboles tal como los pájaros carpinteros. Además estos dispositivos están diseñados para operar en zonas donde existe cobertura telefónica. Esto no solo es una limitante sino que también generan costos de comunicación.

Hoy en día se necesita una solución que permita utilizar baterías más pequeñas montadas sobre las aves. Se debe reducir el consumo de energía y aumentar la capacidad de transmisión de información. Es necesario también poder operar en áreas donde las comunicaciones celulares no están disponibles.

En el mercado actualmente solo se comercializan unidades de adquisición de datos móviles que van montadas sobre las especies de estudio y equipo de tipo hobbista para monitoreo hogareño. Sin embargo es de interés poder obtener mediciones y extraer contenido visual dentro y fuera de los nidos, aun cuando estos se encuentren en alturas de difícil acceso para una persona. Hoy en día no se encuentra disponible una solución integral que permita satisfacer esta necesidad de poder captar esta información y distribuirla hacia los investigadores.

3.2. Contexto del proyecto

Nos encontramos en un contexto especialmente importante donde poder estudiar el estado del medio ambiente es de vital importancia para entender cómo las actividades humanas afectan al comportamiento de las especies. El estudio de los patrones de alimentación y movimiento pueden alertar sobre diversos factores que están cambiando en el ambiente.

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 Nacional del Comahue** realizar un tipo de estudio **nunca realizado antes** 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 **abandono de nido**. 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 esta 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 ($4 \sim 14\text{ m}$) 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 ($-5\text{ C}^{\circ} \sim 20\text{ C}^{\circ}$), 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 ($4 \sim 14\text{ m}$), sistema con capacidad de traslado, adquisición de video y sonido, adquisición de horario de entrada y salida de pajarero del nido y su identificación.

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
RAM-MAN-01	En caso de utilizar SW o FW, deberá ser posible para técnicos calificados realizar actualizaciones del mismo	(TBC)	(TBC)
RAM-MAN-02	En caso de utilizar SW o FW, no deberá ser posible para el usuario acceder al mismo.	(TBC)	(TBC)
RAM-MAN-03	El equipo deberá contener la siguiente documentación: Manual de Usuario - Esquemáticos de circuitos - Esquemáticos de placas	(TBC)	(TBC)

Tabla 5.1.1: Especificaciones de mantenibilidad.

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
RAM-DIS-01	El equipo deberá tener una disponibilidad no menor al TBD % a lo largo del total de la vida útil. Nótese que esto implica también el tiempo total que el equipo puede estar en estado de falla/reparación. Con una vida útil de TBD meses, un 99.9 % de disponibilidad implica que el equipo no puede no estar disponible más de TBD minutos. Esto tiene impactos relevantes en las facilidades de diagnóstico y reparación necesarias.	(TBC)	(TBC)

Tabla 5.1.2: Especificaciones de disponibilidad.

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
RAM-CON-01	El producto deberá tener una vida útil no menor a TBD meses	(TBC)	(TBC)
			(TBC)

Tabla 5.1.3: Especificaciones de confiabilidad.

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
IMP-DIM-01	El equipo dentro del nido no deberá exceder las siguientes dimensiones: Largo <26 cm Ancho <8,79 cm Alto <4,55 cm	REQ-10	P F - I D
IMP-DIM-02	El equipo fuera del nido no deberá exceder las siguientes dimensiones: Largo <TBD Ancho <TBD Alto <TBD	REQ-10	P F - I D
IMP-DIM-03	Los paneles solares no deberán exceder las siguientes dimensiones: Largo <TBD Ancho <TBD Alto <TBD	REQ-10	P F - I D
IMP-DIM-04	El equipo dentro del nido no deberá exceder los TBD gramos	REQ-10	P F - I D
IMP-DIM-05	El equipo fuera del nido no deberá exceder los TBD gramos	REQ-10	P F - I D
IMP-DIM-06	Los paneles solares no deberán exceder los TBD gramos	REQ-10	P F - I D

Tabla 5.1.4: Especificaciones de dimensionales y de peso.

ID	Descripción
IMP-EMC-01	El dispositivo deberá poder operar normalmente con inmunidad al ruido electromagnético de acuerdo a la norma

Tabla 5.1.5: Especificaciones de compatibilidad electromagnética.

5.2. Diagrama Funcional de Interfaces

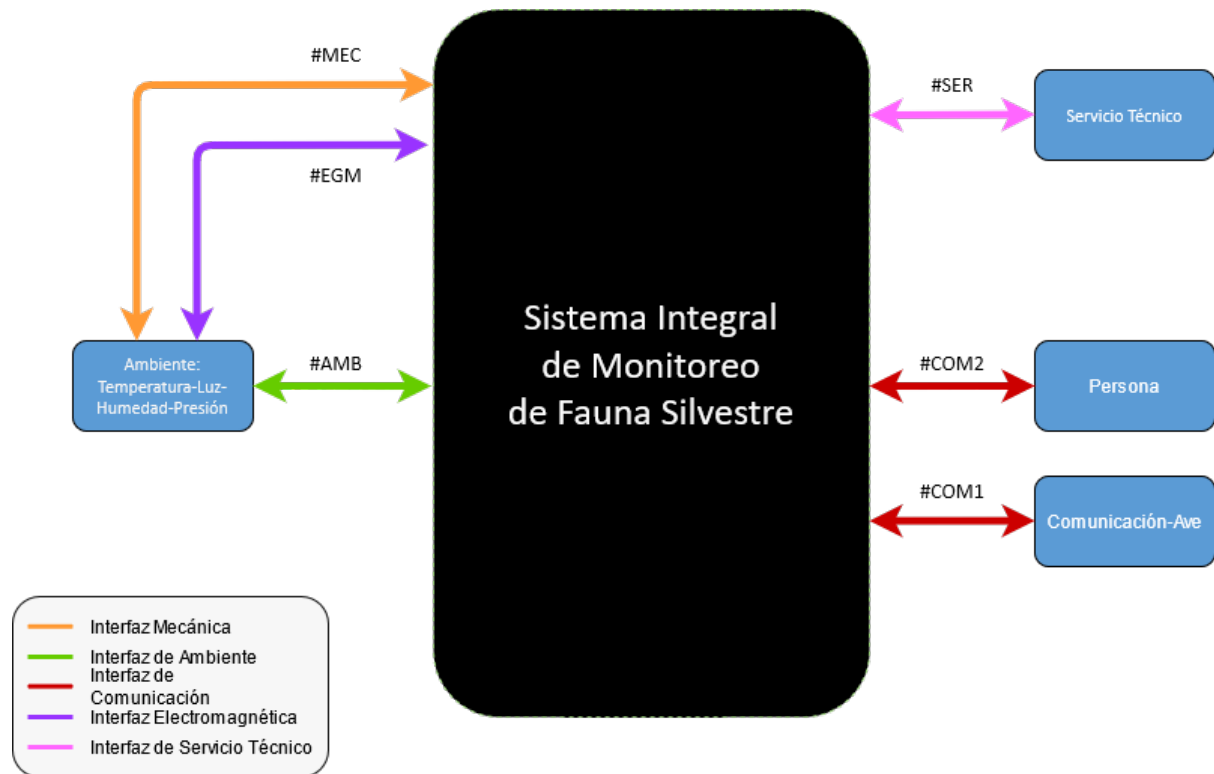


Figura 5.2.1: Diagrama Funcional de Interfaces.

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

Tabla 5.3.1.6: Leyendas para las especificaciones.

5.3.2. Especificaciones de Interfaz

5.3.3. Especificaciones de Performance

ID	Descripción	Origen	Aplicabilidad Validación
IMP-EMC-01	El dispositivo deberá poder operar normalmente con inmunidad al ruido electromagnético de acuerdo a la norma TBD	REQ-09	F - D T

Tabla 5.3.3.7: Especificaciones de performance.

5.3.4. Especificaciones de Implementación

5.3.5. Especificaciones de Servicio (RAMS)

6. Plan de Validación

6.1. Requerimientos de Cliente

6.1.1. Relevamiento de Datos

6.1.2. Casa de Calidad

6.1.3. Requerimientos finales para trazabilidad

6.2. Diagrama Funcional de Interfaces