
Multisource RF SIGINT

Inteligencia de Señales desde diversas fuentes de radiofrecuencia



TRABAJO DE FIN DE GRADO

Marcos Alonso Campillo

Directores:
José Luis Vázquez Poletti
Juan Carlos Fabero Jiménez

Facultad de plantillas de L^AT_EX
Universidad Complutense de Madrid

1 de Enero del 2024



AUTORIZACIÓN PARA LA DIFUSIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADO Y SU DEPÓSITO EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL E-PRINTS COMPLUTENSE

Los abajo firmantes, alumno/s y tutor/es del Trabajo Fin de Grado (TFG) en el Grado en NOMBRE DEL GRADO REALIZADO de la Facultad de NOMBRE DE LA FACULTAD, autorizan a la Universidad Complutense de Madrid (UCM) a difundir y utilizar con fines académicos, no comerciales y mencionando expresamente a su autor el Trabajo Fin de Grado (TFG) cuyos datos se detallan a continuación. Así mismo autorizan a la Universidad Complutense de Madrid a que sea depositado en acceso abierto en el repositorio institucional con el objeto de incrementar la difusión, uso e impacto del TFG en Internet y garantizar su preservación y acceso a largo plazo.

Periodo de embargo (opcional):

- 6 meses
- 12 meses

Título del TFG: Inteligencia de Señales desde diversas fuentes de radiofrecuencia

Curso académico: 2023/2024

Nombre del Alumno/s: Marcos Alonso Campillo

**Tutor/es del TFG y departamento al que pertenece: José Luis Vázquez Poletti,
Juan Carlos Fabero Jiménez**

En Madrid, a 24 de abril de 2024

Firma del alumno

Firma del director/es

Dedicado a ranita.

To whomever who uses this template.

Agradecimientos

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam,

luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam,

luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Keywords: Key, word, keyword.

Resumen

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam,

luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Palabras clave: Palabra, clave, palabra clave.

Índice general

Agradecimientos	I
Abstract	III
Resumen	V
Índice de figuras	VIII
Índice de tablas	IX
1. Introducción	1
1.1. ¿Qué es APRS?	1
1.2. Características Principales de APRS	1
1.3. Usos Principales de APRS	2
1.4. Historia y Desarrollo de APRS	2
2. Contexto del problema y estado del arte	3
2.1. Contexto del problema	3
2.1.1. Barreras de entrada	3
2.1.2. Hardware	3
2.1.3. OSINT y APRS	4
2.2. Estado del Arte	4
2.2.1. aprs.fi	4
2.2.2. aprs.to	5
2.2.3. Comparación	5
3. Propuesta de la Idea	6
3.1. Requisitos	6
3.2. La Idea	6
3.2.1. Enfoque	6
3.2.2. Beneficios	7
3.3. APRSINT	7

Índice de figuras

1.1.	Logo de APRS.	1
1.2.	Mapa de frecuencias APRS en el mundo.	1
1.3.	Bob Bruninga.	2
2.1.	Ejemplo de un RTL-SDR de tipo usb.	3
2.2.	Interfaz de aprs.fi	4
2.3.	Interfaz de aprs.to	5
3.1.	Estructura base de la aplicación.	7

Índice de tablas

Capítulo 1

Introducción

1.1. ¿Qué es APRS?

El APRS o Sistema Automático de Reporte de Paquetes (APRS, por sus siglas en inglés: Automatic Packet Reporting System) es un sistema de comunicaciones digitales en tiempo real que permite el intercambio de información entre estaciones de radioaficionados.

De manera general, APRS se utiliza para el rastreo de vehículos, la transmisión de mensajes de texto, la diseminación de información meteorológica y la comunicación en situaciones de emergencia aunque debido a la flexibilidad del protocolo puede ser usado en cualquier otra situación.



Figura 1.1: Logo de APRS.

1.2. Características Principales de APRS

APRS posee varias características que lo hacen útil y versátil en el ámbito de la comunicación de radioaficionados, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- **Frecuencia de Operación:** APRS opera en la banda de VHF, específicamente en la frecuencia de 144.80 MHz en Europa, aunque en otras regiones del mundo se utilizan frecuencias diferentes tal como se muestra en la figura Figura 1.2.
- **Modo de Transmisión:** APRS utiliza como modo de transmisión paquetes individuales que han de seguir un formato establecido, esto facilita enormemente la adopción e integración de esta tecnología.
- **Actualización de Datos en APRS:** En el sistema APRS, un paquete de información se transmite múltiples veces, disminuyendo gradualmente la frecuencia de envío de estas transmisiones a medida que el tiempo avanza. Este método tiene como objetivo maximizar la tasa de recepción de los paquetes.

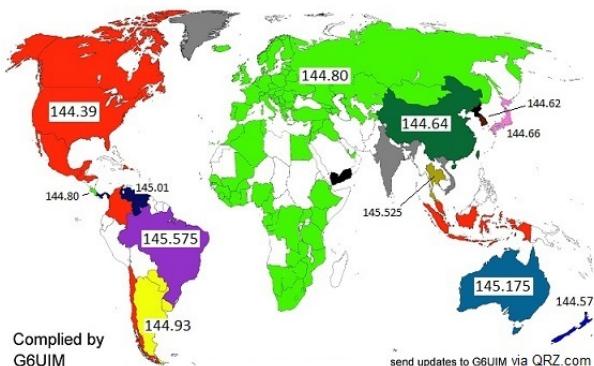


Figura 1.2: Mapa de frecuencias APRS en el mundo.

1.3. Usos Principales de APRS

- **Reportes GPS:** APRS permite a los usuarios enviar su ubicación geográfica en forma de coordenadas, obtenida a través de sistemas GPS, lo que facilita el seguimiento de vehículos o personas en tiempo real.
- **Datos Meteorológicos:** Las estaciones meteorológicas suelen utilizar mensajes APRS para reportar diferentes datos como temperatura, humedad o presión barométrica, incluyendo información actualizada y útil para diversas aplicaciones.
- **Integración con Internet:** Mediante el sistema APRS-IS, los mensajes APRS son accesibles por internet a través de distintos nodos, ampliando el alcance y la extensión de este sistema.
- **Uso en Emergencias:** En situaciones de emergencia, APRS es una herramienta vital para la comunicación de broadcast y el seguimiento de recursos y personal.

1.4. Historia y Desarrollo de APRS

El sistema APRS nació en la década de los 80 de la mano de Bob Bruninga, un ingeniero que trabajaba como en la Academia Naval de los Estados Unidos. Bruninga creó la primera implementación de APRS en un ordenador Apple II en 1982 con el objetivo de mapear informes de posición de la Marina en alta frecuencia.¹

El primer uso real del APRS fue en 1984, cuando Bruninga desarrolló una versión más avanzada en un VIC-20 para reportar la posición y el estado de los caballos de una carrera de resistencia.

Durante los siguientes años, Bruninga continuó perfeccionando el sistema, al que posteriormente bautizó como Sistema de Tráfico de Emergencia Sin Conexión (CETS, por sus siglas en inglés).

Tras una serie de ejercicios de la Agencia Federal de gestión de Emergencias (FEMA) usando CETS, el sistema fue trasladado al IGM pC. Durante la década de los 90, CETS (ya conocido como el Sistema de Reporte Automático de Posición) continuó evolucionando.

A medida que la tecnología GPS se volvía más ampliamente disponible, el término "Posición" fue reemplazado por "Paquete" para encapsular mejor las capacidades más genéricas del sistema y enfatizar sus usos más allá del mero reporte de posición.



Figura 1.3: Bob Bruninga.

¹<http://www.aprs.org/APRS-docs/ARTICLES.TXT>

Capítulo 2

Contexto del problema y estado del arte

2.1. Contexto del problema

El *Automatic Packet Reporting System* (APRS) como sistema de comunicación digital se basa en la gran comunidad de radioaficionados e incluso tiene aplicaciones industriales como la transmisión de información en tiempo real de vehículos logísticos o estaciones de meteorología. A pesar de su versatilidad y flexibilidad, el APRS presenta algunas barreras de entrada para usuarios que no pertenecen a la comunidad radioaficionada o tienen sólidos conocimientos de este ámbito. En este capítulo, se analizarán estas barreras y se discutirán los requisitos necesarios.

2.1.1. Barreras de entrada

El APRS requiere conocimientos básicos sobre radiocomunicación y la obtención de una licencia de radioaficionado en caso de querer emitir. La obtención de la licencia a pesar de no implicar un desembolso económico importante, si que requiere un estudio y comprensión de los sistemas y legislación pertinente.

Adicionalmente, el APRS utiliza una estructura de mensaje específico y un conjunto de protocolos que pueden ser difíciles de entender para usuarios no familiarizados con este tipo de tecnología. La falta de documentación y antigüedad de esta hacen que desarrollar soluciones para este sistema sea complicado.

2.1.2. Hardware

Para utilizar APRS, se necesita hardware especializado que incluya un transceptor de radio, un *Terminal Node Controller* (TNC) y un dispositivo GPS (opcionalmente), existen otras opciones más baratas como los dispositivos *software defined radio* o RTL-SDR Figura 2.1 que se conectan directamente a un ordenador. Los TNC son dispositivos que convierten las señales digitales emitidas por un ordenador en señales de radio y viceversa. El dispositivo GPS proporciona información de ubicación que se puede transmitir junto con otros datos en el cuerpo del mensaje.

El precio del hardware APRS puede variar dependiendo de la calidad y las características del equipo. Sin embargo, a pesar de no contar con precios prohibitivamente altos, la inversión que supone conlleva el hecho de que solamente los usuarios con un interés previo en la radioafición o la tecnología en general estén dispuestos a adquirirlo.



Figura 2.1: Ejemplo de un RTL-SDR de tipo usb.

2.1.3. OSINT y APRS

El APRS sirve como una herramienta de comunicación para los radioaficionados y de reporte de telemetría para las industrias. Pero se puede convertir en una valiosa fuente de información para la obtención de inteligencia (OSINT). Esto se debe a su capacidad para proporcionar una gran cantidad de datos en tiempo real sobre ubicación y estado de los activos así como una amplia gama de información adicional.

En el ámbito del OSINT, el APRS ofrece una serie de aplicaciones prácticas. Por ejemplo, los datos APRS son actualmente utilizados para el rastreo de vehículos en tiempo real, lo que resulta muy útil para empresas de logística y transporte. Además, la red APRS se utiliza para monitorear la actividad de estaciones meteorológicas, proporcionando datos en tiempo real sobre condiciones climáticas locales. También se utiliza en situaciones de emergencia, como pueden ser desastres naturales o incidentes críticos, el APRS desempeña un papel crucial al permitir la transmisión rápida de información sobre ubicaciones de refugios, recursos disponibles y necesidades de ayuda ya que no depende necesariamente de infraestructura de una entidad como si lo hace la red telefónica.

Aunque el APRS tiene un gran potencial para aplicaciones en el ámbito del OSINT, su uso en esta área es prácticamente inexistente. Este hecho puede explicarse en parte por las barreras de entrada mencionadas anteriormente, que incluyen la necesidad de poseer conocimientos especializados en radiocomunicación, obtener licencias de radioaficionado y adquirir hardware especializado.

2.2. Estado del Arte

Existen varios sitios web que ofrecen servicios relacionados con APRS, entre los cuales destacan **aprs.fi** y **aprs.to** probablemente las dos webs más grandes.

2.2.1. aprs.fi

aprs.fi es una de las webs más utilizadas para visualizar datos APRS en tiempo real y acceder a un histórico extenso de información. Sin embargo, su interfaz puede considerarse un tanto desactualizada (ver Figura 2.2), lo que puede dificultar la navegación y la búsqueda de información específica. Aunque ofrece una gran cantidad de datos y un histórico significativo, la plataforma carece de capacidades avanzadas de filtrado de estaciones y mensajes. Además, para acceder a funciones más complejas y realizar extracciones de datos, es necesario crear una cuenta.

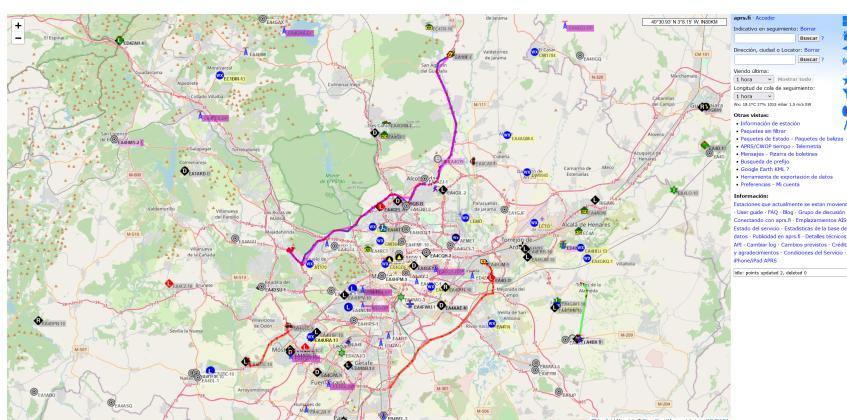


Figura 2.2: Interfaz de aprs.fi

2.2.2. aprs.to

Por otro lado, aprs.to ofrece una interfaz más moderna y cuidada (ver Figura 2.3), lo que facilita la navegación y la búsqueda de información. Además, permite realizar búsquedas básicas y aplicar filtros para refinar los resultados. Sin embargo, al igual que aprs.fi, también requiere que los usuarios se creen una cuenta para acceder a ciertas funcionalidades avanzadas.

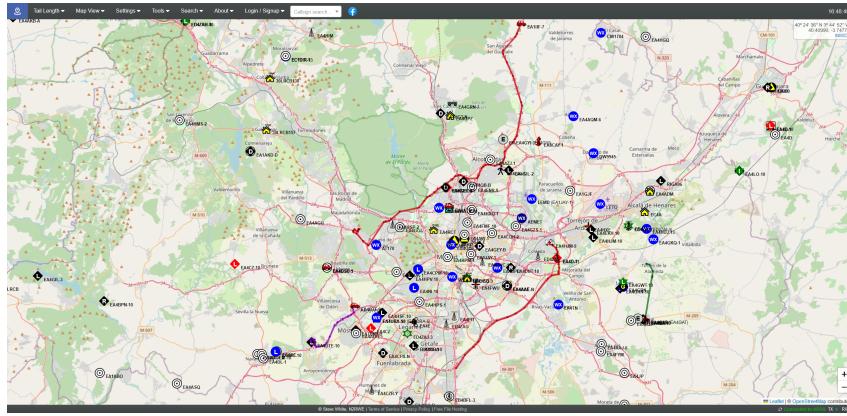


Figura 2.3: Interfaz de aprs.to

2.2.3. Comparación

En resumen, aprs.fi, la web de visualización de APRS por excelencia, ofrece una gran base de datos y una gran cantidad de información histórica de datos APRS, pero su interfaz puede resultar algo desactualizada y carece de capacidades avanzadas de filtrado. Por otro lado, aprs.to presenta una interfaz más moderna y permite realizar búsquedas básicas y aplicar filtros, aunque también requiere crear una cuenta para acceder a ciertas funciones. Ambas plataformas tienen puntos fuertes y débiles y por esa razón lo mejor es usarlas en conjunto.

Capítulo 3

Propuesta de la Idea

3.1. Requisitos

La solución propuesta debe cumplir con una serie de requisitos imprescindibles para asegurar su utilidad y accesibilidad:

- **Bajo Costo:** La solución debe ser económica para garantizar su accesibilidad a una amplia gama de usuarios, incluidos aquellos con presupuestos limitados.
- **Flexibilidad de Alojamiento:** La solución debe ofrecer la capacidad de autoalojamiento, los usuarios deben poder optar por alojarla en sus propios servidores o usar la solución en la nube según sus preferencias y requisitos específicos.
- **Extensible:** La solución debe ser extensible, lo que significa que debe permitir la integración de nuevas funcionalidades y la expansión de su capacidad según las necesidades cambiantes de los usuarios.
- **Mejor Filtrado:** Se debe ofrecer un filtrado más preciso y flexible en comparación con las plataformas existentes, lo que permitirá a los usuarios obtener información relevante y útil de los datos APRS para complementar la ya provista por las alternativas.
- **Análisis de Datos Integrado:** La solución debe incluir un análisis de datos integrado para ayudar a los usuarios a comprender mejor la información recibida a través del APRS y obtener perspectivas y conclusiones valiosas a partir de los mensajes transmitidos.

3.2. La Idea

Se propone una solución completa que incluya la adquisición, procesamiento, visualización y análisis de datos APRS. La solución se centrará en mejorar la experiencia del usuario y enriquecer la información disponible a través de la integración de datos de diversas fuentes abiertas y disponibles.

3.2.1. Enfoque

- **Experiencia de Usuario Mejorada:** La solución tendrá una interfaz intuitiva, rápida y útil que facilite la navegación y la interacción con los datos.
- **Análisis avanzado:** La solución contará con herramientas avanzadas para la visualización detallada del tráfico APRS, filtrado preciso y análisis de datos, con el objetivo de extraer inteligencia de los mensajes recibidos.
- **Complementación:** La solución no tiene como objetivo sustituir a aprs.fi, aprs.to u otras plataformas similares, sino ofrecer una alternativa con funcionalidades complementarias que enriquezcan la experiencia del usuario.
- **Enriquecimiento de Información:** Se recopilarán datos provenientes de diversas fuentes abiertas y disponibles para ofrecer una visión más completa del tráfico APRS y sus usuarios, mejorando así la calidad de la información disponible para los usuarios.

3.2.2. Beneficios

- **Mayor Comprensión del Tráfico APRS:** Los usuarios podrán obtener información más detallada y procesable a partir de los mensajes transmitidos, lo que les permitirá una mayor comprensión del tráfico APRS.
- **Toma de Decisiones más Efectiva:** El análisis de datos integrado ayudará a los usuarios a tomar decisiones más informadas en base a la información recibida, mejorando así la eficacia de sus acciones.
- **Flexibilidad:** La opción de autoalojamiento permitirá a los usuarios tener un mayor control sobre sus datos y privacidad, proporcionando así una mayor flexibilidad en cuanto a su gestión.

3.3. APRSINT

La solución propuesta se ha llamado **APRSINT**, que es una combinación de APRS y OSINT. APRSINT esta dividida en tres módulos principales:

- **Adquisición de Datos:** Este módulo se encargará de recopilar y almacenar los mensajes APRS de diversas fuentes, así como de integrar datos de otras fuentes abiertas y disponibles.
- **Procesamiento y Análisis:** Este módulo se encargará de procesar y analizar los datos recopilados, ofreciendo herramientas avanzadas de visualización, filtrado y análisis de datos.
- **Visualización y Presentación:** Este módulo se encargará de presentar los datos procesados y analizados de forma clara y comprensible, facilitando la interpretación y la toma de decisiones.

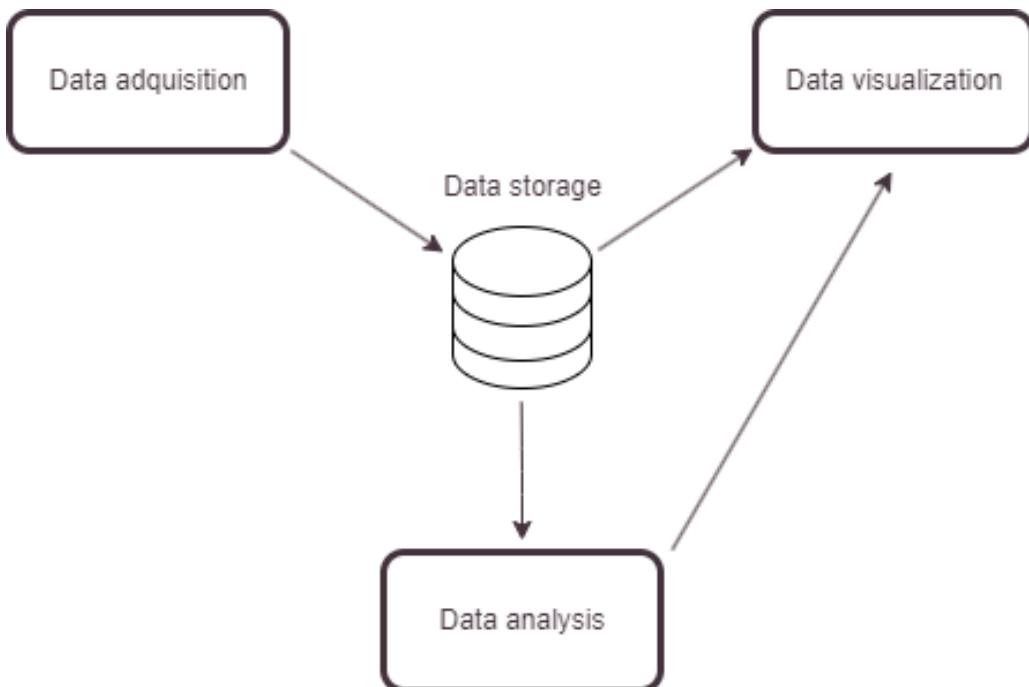


Figura 3.1: Estructura base de la aplicación.

Cada uno de estos módulos será explicado en detalle en el capítulo siguiente.