



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INFORMÁTICOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

serdfgvesrdfserdzfesrdgf

YUDTRYUTYU6YDRUJFGHDTYJU
DTYJHGFTYGHUJBFT YRF GHJDRY TJGHF

AUTOR: Sergio Flórez Vallina
TUTORES: Alfonso Mateos Caballero y
Antonio Jiménez Martín

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a Tino Tello Caballo por toda su paciencia y tiempo para ayudarme a dar vida a éste proyecto.

RESUMEN

Extensin mxima de una pgina

SUMMARY

Extensión máxima de una página

Índice

1.	Introducción y objetivos	1
1.1.	Objetivos del proyecto	1
2.	Definición del problema	3
2.1.	Sectores y sectorización	3

Índice de figuras

1.	FIRs del la zona europea. Fuente: EUROCONTROL	4
----	---	---

Índice de cuadros

1. Introducción y objetivos

Este proyecto nace como continuación del proyecto ABACO, iniciado en 2015 por la Universidad Politécnica de Madrid en colaboración con la empresa de innovación en el tráfico aéreo CRIDA¹, que pretende la automatización del proceso de creación de la planificación de los turnos de los trabajadores que controlan el espacio aéreo.

En ésta sección se describe el contexto principal y las hipótesis iniciales de las que parte el proyecto, así como una ligera introducción al problema bajo estudio en el presente proyecto de fin de máster. Por su parte, en el Apartado 2, se describirá el problema en profundidad; el Apartado ?? la metodología propuesta para su resolución; en el Apartado ?? los detalles de implementación; en el Apartado ?? los resultados experimentales obtenidos; y, finalmente, en el Apartado ?? las conclusiones y trabajo a futuro. También [completar con los anexos](#)

El proyecto ABACO es realmente grande, y continua en constante evolución, pasando por las manos de diferentes alumnos tanto de máster como de doctorado, cuyos trabajos se encuentran citados a lo largo de este documento. Por ello, este trabajo pretende continuar el proyecto llevándolo un nivel más allá: hasta ahora el sistema resolvía únicamente el problema de conformar por completo la distribución del personal, sin embargo, la empresa necesita en algunas ocasiones reescribir parte de la planificación debido a una incidencia, por ejemplo la baja repentina de uno de los trabajadores, por lo tanto éste nuevo problema consiste en resolver parte del problema, reescribiendo únicamente aquella parte de la planificación que pertenezca al futuro, manteniendo lo anterior como constante. Por supuesto, para conformar la nueva solución, se ha de considerar en todo momento la parte fija. El problema se describe en detalle en el Apartado 2

Además, debido a los requisitos del nuevo sistema, trataremos también de mejorar el rendimiento general del sistema, modificando ciertas partes del software anterior para lograr mejor rendimiento.

1.1. Objetivos del proyecto

- H1 Es posible implementar las modificaciones y extensiones al sistema en un tiempo máximo
- H1 de 7 meses, de forma que cumpla todos los requisitos del mismo y resuelva el problema dado
- H2 El empleo de la metaheurística VNS mejora el rendimiento neto ² del sistema en comparación con el SA

¹ <https://crida.es>

² Entiéndase como el coste computacional en unidades de tiempo aislado de la metaheurística, no del sistema en su totalidad

2. Definición del problema

Tal y como se ha introducido antes, el proyecto ABACO pretende automatizar el proceso de creación de un horario de trabajo para los distintos controladores del espacio aéreo de forma que dada una sectorización de este, todos los sectores puedan ser controlados siguiendo las pautas establecidas por el dominio del problema.

El control del espacio aéreo (también conocido como ATC, *Air Traffic Control*) es una tarea que se lleva a cabo en todos los aeropuertos con el fin de monitorizar los diferentes aviones que sobrevuelan una determinada zona del cielo, de cara a garantizar la seguridad de sus rutas (lo que se denomina control de ruta), así como de sus aterrizajes (que se llama control de aproximación o de área terminal), encargándose también de las comunicaciones de voz tanto tierra-aire con los pilotos de las aeronaves (vía radio), como tierra-tierra con otros controladores u otro personal de gestión (vía telefónica) [1, 2]. La zona de trabajo de los controladores aéreos se denomina Centros de Control de Tráfico Aéreo.

2.1. Sectores y sectorización

En primera lugar, explicaremos brevemente cómo se divide el espacio aéreo del territorio español, cuyo organismo encargado de su gestión es ENAIRE ³. Si bien la realidad es muy compleja, aquí únicamente describiremos una simplificación de la misma, omitiéndose detalles técnicos de aviación que no son necesarios para la implementación del sistema.

El espacio aéreo mundial se encuentra dividido en *FIRs* (*Flight Information Region*), áreas del territorio sobre las que se mueven los diferentes aviones de cada compañía aérea de cada país, en la Figura 1 puede verse gráficamente los límites de cada región. En el caso de España, podemos ver que tiene control sobre 3 *FIRs*: el de Barcelona, el de Madrid y el de Canarias, sin embargo, a nivel nacional, existen algunas subdivisiones denominadas *Dependencias* (ya que dependen del *FIR* en el que se encuentren), que permiten una mejor gestión del territorio:

- Barcelona RutaE
- Barcelona RutaW
- Barcelona TMA ESTE
- Barcelona TMA NORTE
- Barcelona TMA OESTE
- Canarias ACC App
- Canarias ACC Ruta

³ https://www.enaire.es/sobre_enaire/conoce_enaire/quienes_somos_ENAIRE

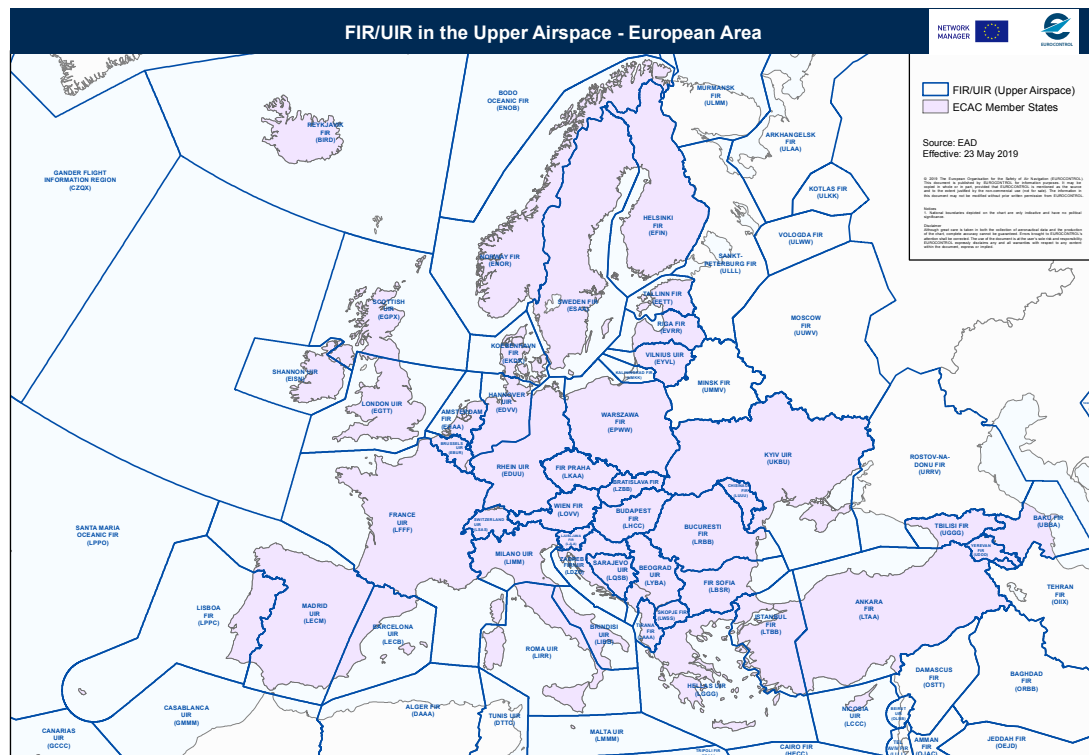


Fig. 1: FIRs del la zona europea. Fuente: EUROCONTROL

- Madrid Ruta 1
- Madrid Ruta 2
- Madrid TMA NORTE
- Madrid TMA SUR
- Malaga App
- Palma TACC
- Sevilla TACC
- Valencia TACC TMA

Algunos de ellos aparecerán en los casos reales de prueba del sistema, que pueden verse en el Apartado ??

ANEXOS

Referencias

Referencias

- [1] ENAIRE, E.P.E.: Pagina web oficial de enaire. <https://www.enaire.es/> (2019), en línea; Último acceso el 21 de agosto de 2019]
- [2] Wazir Zada Khan, Y.X., Aalsalem, M.Y., Arshad, Q.: Mobile phone sensing systems: A survey. *IEEE Communications Surveys Tutorials* **15**(1), 402–427 (2013)