



UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



**TFG del Grado en Ingeniería  
Informática**

**título del TFG**



Presentado por Nombre del alumno  
en Universidad de Burgos — 3 de diciembre  
de 2018

Tutor: nombre tutor







UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



D. nombre tutor, profesor del departamento de nombre departamento, área de nombre área.

Expone:

Que el alumno D. Nombre del alumno, con DNI dni, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado título de TFG.

Y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección del que suscribe, en virtud de lo cual se autoriza su presentación y defensa.

En Burgos, 3 de diciembre de 2018

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del co-tutor:

D. nombre tutor

D. nombre co-tutor





## Resumen

En este primer apartado se hace una **breve** presentación del tema que se aborda en el proyecto.

## Descriptores

Palabras separadas por comas que identifiquen el contenido del proyecto Ej: servidor web, buscador de vuelos, android ...

## **Abstract**

A **brief** presentation of the topic addressed in the project.

## **Keywords**

keywords separated by commas.



---

# Índice general

---

Índice general	III
Índice de figuras	IV
Índice de tablas	V
Introducción	1
Objetivos del proyecto	3
2.1. Objetivos generales . . . . .	3
2.2. Objetivos personales . . . . .	4
Conceptos teóricos	5
3.1. NSGA-II . . . . .	5
3.2. Imágenes . . . . .	7
3.3. Listas de items . . . . .	8
3.4. Tablas . . . . .	9
Técnicas y herramientas	11
Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto	13
Trabajos relacionados	15
Conclusiones y Líneas de trabajo futuras	17
Bibliografía	19

---

# Índice de figuras

---

3.1. Frente de pareto en un problema de minimización.[3]	6
3.2. Autómata para una expresión vacía	8

---

# Índice de tablas

---

3.1. Herramientas y tecnologías utilizadas en cada parte del proyecto	9
---	---



---

# Introducción

---

Descripción del contenido del trabajo y del estructura de la memoria y del resto de materiales entregados.



---

# Objetivos del proyecto

---

Unificando y buscando complementar nuestros conocimientos y oportunidades con las necesidades manifestadas por el cliente, podríamos hablar de los siguientes objetivos:

## 2.1. Objetivos generales

Como objetivos técnicos propiamente del proyecto, podríamos destacar:

- Conocer el funcionamiento general del algoritmo NSGA-II, u8n algoritmo de optimización.
- Dar soporte a través de una aplicación web a los resultados obtenidos mediante la ejecución del algoritmo de optimización.
  - Una administración que permita crar, editar y eliminar cualquiera de las entidades.
  - Una pantalla de simulación del algoritmo.
- Aprender a emular en nuestra máquina, un servidor APACHE que nos permita desarrollar en nuestro entorno local.
- Familiarizarme con CakePHP. Un framework de desarrollo en Php con arquitectura MVC<sup>1</sup>.
- Conectar la aplicación con una base de datos MySql que nos permita manejar los datos proporcionados por el cliente.

---

<sup>1</sup>MVC: Modelo Vista Controlador

- Alojar nuestros contenidos en un servidor al que accederemos mediante un cliente FTP<sup>2</sup>.

## 2.2. Objetivos personales

Como objetivos quizá más personales que también me gustaría incluir para lograr alcanzar con el desarrollo de este proyecto, podríamos incluir:

- Conocer mis tiempos y calcular costes de desarrollo con la idea de optimizar el rendimiento y planificación de mi tiempo.
- Aprender a adelantarme a las necesidades del cliente, aportándole una solución concreta, real y efectiva a sus necesidades.
- Viendo que las puertas al mundo profesional se me abren por este camino, me parece interesante complementar los conocimientos obtenidos durante estos años en la universidad con otros lenguajes de programación complementarios a PHP, los cuales utilizaré también en el desarrollo de la aplicación.

Como objetivo final del proyecto y visión de futuro para los próximos proyectos, me gustaría aprender a detectar las necesidades del cliente con la finalidad de generarle el máximo valor de negocio posible cubriendo todas sus necesidades.

---

<sup>2</sup>Nosotros utilizaremos Filezilla



---

## Conceptos teóricos

---

Aunque el proyecto está enfocado a la administración a través de una aplicación web de unos datos que nos facilita el cliente, la base del proyecto se cimienta sobre un algoritmo de optimización capaz de proporcionarnos soluciones acerca de la mejor distribución de plantas energéticas en México.

La solución proporcionada viene de parte de un algoritmo multiobjetivo llamado NSGA-II<sup>3</sup>.

### 3.1. NSGA-II

Implementando esta solución, la meta a la que se quiere llegar es a encontrar un vector de variables  $x=(x_1, x_2, \dots, x_j)$  que cumpla con todas las restricciones y condiciones, donde las funciones objetivos resultantes sean optimizadas. [2]

Se denomina espacio de solución al conjunto de todas las combinaciones posibles. Es denotado mediante:  $fn(x)=z=(z_1, z_2, \dots, z_M)$ .

La diferencia entre problemas de optimización monoobjetivo y multiobjetivo, es que en los primeros, una solución se considera mejor que otra si con ella se obtiene una solución objetivo de menor valor si estamos minimizando, o una solución de mayor valor si estamos maximizando.

Sin embargo, en los problemas multiobjetivo, este criterio no es correcto pues entran en juego simultáneamente funciones de minimizar y de maximizar.

---

<sup>3</sup>Nondominated Sorting Genetic Algorithm II

Para llegar a una solución, en los problemas multiobjetivo, se introduce un nuevo operador, dominancia. Que define: una solución  $x(1)$  domina otra solución  $x(2)$  si se cumplen las siguientes condiciones. [1]

- La solución  $x(1)$  no siempre es de menor calidad que  $x(2)$  en todos los objetivos.
- Al menos en uno de los objetivos, la solución  $x(1)$  es estrictamente mejor que  $x(2)$ .

Utilizando estas reglas de manera iterativa sobre un conjunto de soluciones de un problema de optimización multiobjetivo, se puede llegar a establecer cuales son las alternativas dominantes. Las conocemos como Conjunto No Dominado. El resto de soluciones pasan a formar parte del Conjunto de Soluciones Dominadas.

Logrando establecer este conjunto de Soluciones Dominantes en un espacio objetivo, podemos hablar de Frente óptimo de Pareto.(2)

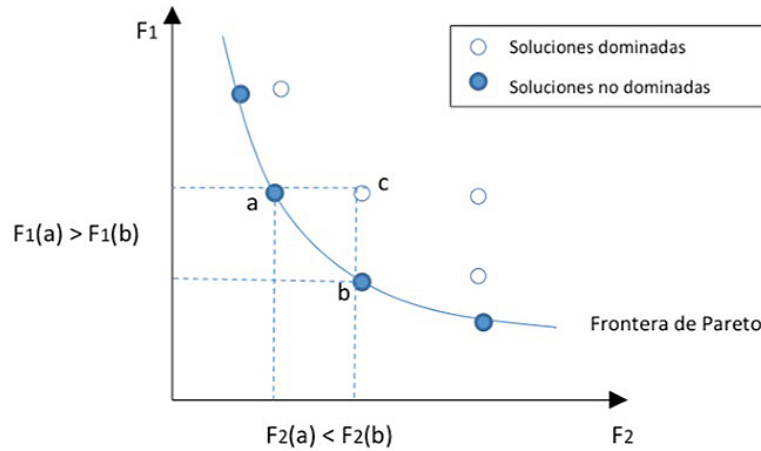


Figura 3.1: Frente de pareto en un problema de minimización.[3]

## Pseudocódigo NSGA-II [1]

1. Generar una población  $P$  de tamaño  $N$ .
2. Identificar los frentes de dominancia y evaluar las distancias de apilamiento en cada frente.

3. Usando selección ( $<c$ )<sup>4</sup>, cruzamiento y mutación se genera una población descendiente del mismo tamaño de  $P$ .
4. Reunir Padres e hijos en un conjunto de tamaño  $2N$  y clasificar los frentes de dominancia.
5. Determinar el conjunto descendiente final seleccionando los frentes de mejor rango. Si se supera el límite de población  $N$ , eliminar las soluciones con menor distancia de apilamiento en el último frente seleccionado.
6. Sí se cumple el criterio de convergencia, Fin del proceso. De lo contrario retornar al paso 3.

---

<sup>4</sup>Selección por torneo según operador de apilamiento. La selección retorna la solución ganadora  $i$  basándose en dos criterios fundamentales.

- Si tiene mejor rango:  $r_i < r_j$ .
- Si tienen el mismo rango pero  $i$  tiene mejor distancia de apilamiento:  $d_i > d_j$ .



---

## Técnicas y herramientas

---

Esta parte de la memoria tiene como objetivo presentar las técnicas metodológicas y las herramientas de desarrollo que se han utilizado para llevar a cabo el proyecto. Si se han estudiado diferentes alternativas de metodologías, herramientas, bibliotecas se puede hacer un resumen de los aspectos más destacados de cada alternativa, incluyendo comparativas entre las distintas opciones y una justificación de las elecciones realizadas. No se pretende que este apartado se convierta en un capítulo de un libro dedicado a cada una de las alternativas, sino comentar los aspectos más destacados de cada opción, con un repaso somero a los fundamentos esenciales y referencias bibliográficas para que el lector pueda ampliar su conocimiento sobre el tema.



---

## Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

---

Este apartado pretende recoger los aspectos más interesantes del desarrollo del proyecto, comentados por los autores del mismo. Debe incluir desde la exposición del ciclo de vida utilizado, hasta los detalles de mayor relevancia de las fases de análisis, diseño e implementación. Se busca que no sea una mera operación de copiar y pegar diagramas y extractos del código fuente, sino que realmente se justifiquen los caminos de solución que se han tomado, especialmente aquellos que no sean triviales. Puede ser el lugar más adecuado para documentar los aspectos más interesantes del diseño y de la implementación, con un mayor hincapié en aspectos tales como el tipo de arquitectura elegido, los índices de las tablas de la base de datos, normalización y desnormalización, distribución en ficheros<sup>3</sup>, reglas de negocio dentro de las bases de datos (EDVHV GH GDWRV DFWLYDV), aspectos de desarrollo relacionados con el WWW... Este apartado, debe convertirse en el resumen de la experiencia práctica del proyecto, y por sí mismo justifica que la memoria se convierta en un documento útil, fuente de referencia para los autores, los tutores y futuros alumnos.





---

## Trabajos relacionados

---

Este apartado sería parecido a un estado del arte de una tesis o tesina. En un trabajo final grado no parece obligada su presencia, aunque se puede dejar a juicio del tutor el incluir un pequeño resumen comentado de los trabajos y proyectos ya realizados en el campo del proyecto en curso.



---

## **Conclusiones y Líneas de trabajo futuras**

---

Todo proyecto debe incluir las conclusiones que se derivan de su desarrollo. Éstas pueden ser de diferente índole, dependiendo de la tipología del proyecto, pero normalmente van a estar presentes un conjunto de conclusiones relacionadas con los resultados del proyecto y un conjunto de conclusiones técnicas. Además, resulta muy útil realizar un informe crítico indicando cómo se puede mejorar el proyecto, o cómo se puede continuar trabajando en la línea del proyecto realizado.



---

## Bibliografía

---

- [1] Universidad Tecnológica de Pereira. Optimización multiobjetivo usando un algoritmo genético y un operador elitista basado en un ordenamiento no-dominado (nsga-ii)., 2007. [Internet; descargado 30-septiembre-2015].
- [2] Juan Andrés Ambuludi Olmedo. Aplicación de algoritmos genéticos para la optimización de problemas combinatorios, 2017-2018. [Internet; descargado 30-septiembre-2015].
- [3] Johan Alexander Aranda Pinilla. Optimización multiobjetivo en la gestión de cadenas de suministro de biocombustibles. una revisión de la literatura, 2015.