



UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería en Informática



TFG del Grado en Ingeniería Informática

Sistema de Recomendación de  
Asignaturas Optativas



Presentado por Clara Palacios Rodrigo  
en Universidad de Burgos — 3 de marzo de 2018  
Tutor: Dr. José Ignacio Santos Martín, Virginia  
Ahedo García





UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería en Informática



Dr. José Ignacio Santos Martín y Dña. Virginia Ahedo García, profesores del departamento de Ingeniería Civil , área de Organización de Empresas.

Expone:

Que el alumno D. Clara Palacios Rodrigo, con DNI 71307844-R, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado Sistema de Recomendación de Asignaturas Optativas .

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 marzo de 2018

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del Tutor:

Dr. José Ignacio Santos Martín

Dña. Virginia Ahedo García



## **Resumen**

Escribir el resumen del proyecto.

## **Descriptores**

Python, Recomendación, Predicción, Formalización, Filtro Colaborativo (FC), usuarios, items.

## **Abstract**

El resumen en ingles

## **Keywords**

Python, Recomendación, Predicción, Formalización, Filtro Colaborativo (FC) .

---

# Índice general

---

---

## Índice de figuras

---



---

## Índice de cuadros

---

---

# Introducción

---

Este proyecto consiste en resolver el problema de la elección de las asignaturas optativas del último curso entre los estudiantes del grado de Ingeniería Informática.

Dado el desconocimiento de la materia impartida en 4º curso y la falta de visión de la relación entre la misma, un gran porcentaje de estudiantes universitarios consideran que su elección en alguna de las asignaturas no ha sido la correcta.

Por ese motivo, para evitar confusiones por parte de los alumnos, se creará un cuestionario anónimo, en el que el usuario introducirá una calificación por cada una de las asignaturas cursadas, de forma que el sistema sea capaz de indicarle cuál de las optativas se ajusta más a su criterio.

---

# Objetivos del proyecto

---

Los objetivos del proyecto se basan en la resolución de la incógnita de qué asignaturas optativas escoger en el último curso académico de Ingeniería Informática basándose en las preferencias de los cursos anteriores. Para ello se debe:

- Analizar el problema propuesto y escoger el algoritmo del sistema de recomendación preferente:
  - Documentarse en los diferentes Sistemas de Recomendación existentes y la decisión de qué sistema se ajusta más a este problema.
  - Documentarse en diferentes métodos de creación de Cuestionarios Anónimos así como la recogida de los datos.
- Creación de un cuestionario y la obtención de los datos.
  - Difusión entre los alumnos que estén cursando -o hayan finalizado la carrera- del cuestionario para la obtención de los datos de sus preferencias en las asignaturas.
  - Tratamiento de dichos datos con el sistema de recomendación escogido.
- Creación del cuestionario final junto con una sencilla interfaz gráfica para la interacción con el usuario.

---

# Conceptos teóricos

---

## 3.1. Sistemas de Recomendación

Un sistema de recomendación es aquella herramienta encargada de recopilar, filtrar y devolver un conjunto de datos destinados para ofrecer al consumidor una orientación en base a sus gustos o en base a los gustos de otros usuarios cuyos aspectos introducidos coincidan.

Los sistemas de recomendación se subdividen en dos grupos:

### **Filtro colaborativo**

Técnica utilizada en los sistemas de recomendación basada en predicción de las preferencias basado en las selecciones de los usuarios. Para ello, el sistema funciona de la siguiente forma:

1. El usuario rellena el formulario con respecto a las preferencias de aquellos elementos conocidos.
2. El sistema recopila los datos y realiza las comparaciones con otros usuarios para determinar las similitudes.
3. El sistema informa de aquellos items en los que el cliente podría coincidir con el resto de usuarios pero no ha rellenado. [?]

Una explicación más sencilla sería en que el sistema ofrece a un usuario lo más popular entre aquellos con sus mismos gustos. Existen dos clases de Sistemas de Recomendación con filtro colaborativo:

### **Basado en modelos**

La estimación de los items se basa en el rating de los items de los diferentes usuarios. Por ello, para su utilización, se crea inicialmente una tabla, en la que

Cuadro 3.1: Tabla de ejemplo de filtro colaborativo basado en modelo

| Example  | $item_1$ | $item_2$ | ... | $item_n$ |
|----------|----------|----------|-----|----------|
| $user_1$ | 5        | 2        | ... | 4        |
| $user_2$ | 5        | 1        | ... | 3        |
| ...      | 2        | 5        | ... | 5        |
| $user_n$ | 4        | ?        | ... | 3        |

las filas son los diferentes usuarios, mientras que las columnas hacen referencia a los diferentes elementos.

Posteriormente se ajusta el modelo para proponer al usuario un valor recomendado para el ítem desconocido (?).

### Basado en memoria

La estimación de los ítems se basa en los rating del cliente con respecto a los ítems de los diferentes usuarios. El sistema, tras rellenar la tabla de usuarios/ítems busca las similitudes entre las preferencias de los usuarios para ofrecer una recomendación. A su vez, el sistema de recomendación con filtro colaborativo basado en memoria se puede subdividir en:

1. **Basado en Usuarios**

La estimación del  $item_i$  de un  $usuario_u$  concreto se basa en los rating del  $item_i$  de los usuarios con mayor proximidad al  $usuario_u$ .

2. **Basado en Productos**

La estimación del  $item_i$  de un  $usuario_u$  concreto se basa en los rating del  $usuario_u$  a los ítems similares a  $item_i$ .

3. Híbrido

Nos centraremos en esta técnica.

### Filtrado basado en contenido

Técnica utilizada en los sistemas de recomendación, basada en asignar unos pesos a cada uno de los ítems conocidos por el usuario, de forma que se pueda utilizar el algoritmo para extraer y recomendar aquellos ítems que tengan mayor similitud con los gustos del usuario. Su explicación se basaría en ofrecer al usuario aquello que se relaciona más con lo que le ha gustado.

### Filtrado basado en conocimiento

Técnica utilizada en los sistemas de recomendación, basada en

## **Filtrado híbrido**

---

# Técnicas y herramientas

---

## 4.1. Metodología Ágil

La metodología ágil es aquella forma de toma de decisiones en los proyectos software basado en un desarrollo iterativo, evaluando las necesidades y tareas necesarias a la par de la realización, para añadir funcionalidad en el proyecto.[?]

### KANBAN

Sistema de información basado en la metodología ágil. Utiliza tarjetas para representar la información de forma visual, mejorando la distribución de trabajo y la organización del mismo. [?] La representación Kanban se desarrolla en un tablero, asignando tareas a los diferentes miembros, utilizando tarjetas para indicar las diferentes etapas en las que se encuentran las subtarefas del proyecto. [?]

### SCRUM

Modelo de referencia basado en metodología ágil basado en un desarrollo incremental que permite modificar tareas e ideas una vez comenzado el proyecto. Hemos seleccionado esta opción, ya que entre sus ventajas podemos indicar:

- Flexibilidad ante las diferentes necesidades y posibles cambios.
- Entrega progresiva del proyecto.
- Control en todas las etapas del proyecto.

## 4.2. Repositorio de código y control de versiones

### VersionOne

Plataforma compacta basada en gestión ágil, está estructurada para admitir diferentes metodologías ágiles, tales como Scrum, Kanban, Lean o XP, permitiendo la rápida escalabilidad de los proyectos. [?]

Como ventajas podemos indicar que:

- Fácil de utilizar.
- Gran cantidad de métricas ágiles
- Fácilmente escalable.

Sin embargo, es un software de pago, ya que las utilidades necesarias para el Trabajo Final de Carrera no están incluidas en la versión gratuita por lo que ha sido descartada esta opción.

### Bitbucket

Plataforma de almacenamiento de código que utiliza el sistema de control de versiones basado en gestión ágil.

- Ventajas
  - Número ilimitado de creación de repositorios privados gratuitos.
  - Control de versiones Git y Mercurial
  - Software de comunicación entre los diferentes colaboradores de un proyecto.
- Inconvenientes
  - Número limitado de colaboradores en un proyecto gratuito.
  - Exclusión de un soporte para el sistema operativo Linux.
  - El coste por tener un mayor número de colaboradores en un proyecto es muy superior a Github-cuyo coste se basa en el número de repositorios privados existentes.

### Gitlab

Sistema de control de versiones basado en gestión ágil y gestor de repositorio de código con licencia MIT-de software libre permisivo-

- Ventajas



- Facilidad en adjuntar archivos en los issues.
- Protección de ramificaciones frente a cambios utilizando el sistema de niveles de autorización. [?]
- Posibilidad de crear repositorios privados de forma gratuita.
- No hay limitaciones ni en el número de repositorios privados ni en el número de colaboradores.

- Inconvenientes

- Menor cantidad de miembros en la comunidad.
- Gestor de repositorio totalmente nuevo, por lo que se debería estudiar su funcionamiento.

## SourceForge

Sitio web de software libre para almacenar y compartir proyectos de código abierto.

- Ventajas

- Gran número de proyectos alojados.

- Inconvenientes

- Monetización de la descarga de los proyectos basándose en la inclusión de anuncios publicitarios en los instaladores.[?]
- Necesidad de aprendizaje

## Github

### 4.3. Gestores de Tareas

#### Trello

a

#### Hojas de Cálculo

a

#### Zenhub

a

## 4.4. Editores de Texto

### Microsoft Word

Microsoft Word es un programa de la empresa Microsoft creado para la edición de texto[?]

- Ventajas
  - Interfaz gráfica que permite una mejor comprensión de la herramienta para los usuarios nóveles.
  - Sencillez ante la edición de texto así como la utilización de los diferentes formatos.
- Inconvenientes
  - Fallo de seguridad en los complementos la herramienta que permite el robo de archivos mediante la introducción de un documento con código oculto.[?]
  - Limitación de la capacidad para la inclusión y el tratamiento de las imágenes.
  - Problemática en el mantenimiento del mismo formato en todo el documento.

### OpenOffice

Paquete de software de código abierto destinado para el procesamiento y la edición de texto.

- Ventajas
  - Al igual que Microsoft Word, consta de una interfaz gráfica fácil de utilizar en la edición y tratamiento de texto, gráficos y tablas.
  - No tiene coste de licencia-al contrario que Microsoft Word.
  - Multiplataforma.
- Inconvenientes
  - Lentitud en el procesamiento, edición y guardado de archivos
  - Incompatibilidad con Microsoft Word, por lo que varias de las acciones disponibles en OpenOffice Writer no se reconocen en Microsoft Word; acciones tales como es el pegado de una tabla.
  - Al igual que ocurre en Microsoft Word, puede ser dificultoso mantener el mismo formato en todo el documento.

## **L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X**

Sistema de edición y procesamiento de texto basado en comandos de TeX<sup>1</sup>. Los archivos de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X tienen la extensión .tex, cuyo contenido debe ser compilado de forma previa a su visualización. En este proyecto, la compilación será PDFLaTeX, para obtener el formato PDF del fichero escrito.

### ■ Ventajas

- Sencillez en la utilización del mismo formato durante el proyecto, referencias cruzadas y numeración (Documento estructurado)
- Calidad en la edición de texto y funciones matemáticas.
- Multiplataforma.
- Es una herramienta portable y gratuita.

### ■ Inconvenientes

- Es una herramienta compleja, ya que requiere un periodo previo a su utilización de aprendizaje de comandos básicos.
- Dificultad en la introducción de imágenes y bibliografías.
- Necesidad de compilación por cada cambio realizado para observar los resultados finales.

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X será el sistema de edición de texto escogido, ya que, a pesar de la dificultad de su aprendizaje, hemos considerado que tiene mayor peso las ventajas que los inconvenientes propuestos.

## **4.5. Detección de plagio**

### **Ephorus**

a

## **4.6. Gestores de Referencias Bibliográficas**

### **Mendeley**

Mendeley es un software gratuito destinado a la gestión de referencias bibliográficas. Compatible con diferentes versiones de Microsoft Word, OpenOffice y BibTex tiene como característica principal la sincronización de las referencias tanto en el equipo propio como en Web. Entre sus ventajas e inconvenientes, podemos destacar:

---

<sup>1</sup>Sistema de tipografía desarrollado en 1985 por Donald E. Knuth, de licencia libre, es utilizado en entornos académicos por el alto número de funcionalidades que ofrece[?].

- Multiplataforma
- Organización de las referencias.
- Compartir referencias bibliográficas entre diferentes usuarios.

## **Zotero**

Software libre de código abierto destinado a la gestión de referencias bibliográficas. [?] Utilizado en Firefox, Chrome, Safari y Opera, sigue cinco principios básicos:

1. Recopilar información.
2. Organizar los recursos en la biblioteca.
3. Citar las referencias bibliográficas de manera automática en la edición de texto.
4. Sincronización de la biblioteca en un servidor.
5. Colaboración al permitir compartir las bibliotecas creadas con el resto de usuarios.

- Ventajas
  - Multiplataforma
  - Extracción automática de las citas en la edición de texto.
  - Sincronización con diferentes editores de texto (Microsoft Word, OpenOffice y LibreOffice)[?]
  - Importación de metadatos de un amplio número de soportes.
  - Reconoce bibliotecas en formato BibTex.
- Inconvenientes
  - No dispone de lector de PDF.
  - Necesidad de utilizar aplicaciones de terceros para obtener todas las funcionalidades disponibles.

## **BibTex**

La herramienta elegida para la bibliografía es BibTex, diseñada como una utilidad de apoyo bibliográfico para LaTeX.

Para utilizarlo, se emplean los ficheros.bib en los que se encuentre la bibliografía necesaria (librerías), de forma que BibTex añadirá a la bibliografía las librerías que hayan sido citadas en el documento.

Además, para obtener los datos de la bibliografía, basta con abrir una pestaña de "school.google.es, marcar en Configuración la opción "Mostrar enlaces para importar citas a BibTex". De esta forma, una vez encontrada la página deseada, tan sólo es necesario copiar la bibliografía que se muestre y guardarla en nuestra librería.[?]

## **4.7. Editores de código**

## **4.8. Recogida de datos**

La recogida de datos se ha realizado mediante un cuestionario anónimo difundido entre los Alumnos que hayan cursado la carrera del Grado de Ingeniería Informática en Burgos. Entre las diferentes opciones que existían destacamos:

### **SurveyMonkey**

Herramienta de creación de cuestionarios online con versión gratuita para realizar:

- 15 tipos de preguntas diferentes.
- 10 preguntas máximo por cuestionario.
- Un máximo de 100 respuestas.

Hemos descartado dicha herramienta, ya que en la versión gratuita no permite la exportación de datos en ningún soporte, además de la limitación del número de preguntas por cuestionario.

### **Zoho Survey**

Herramienta de creación de cuestionarios online con una versión gratuita con las siguientes características:

- Número ilimitado de cuestionarios.
- 15 preguntas posibles por cuestionario.

- 150 respuestas posibles por cuestionario.

Sin embargo, hemos descartado dicha herramienta por la limitación del número de preguntas por cuestionario.

## **Eval & Go**

Herramienta de creación de cuestionarios online con posibilidad de creación de una cuenta gratuita con las siguientes características:

- Número de encuestas ilimitadas por cuenta.
- Posibilidad de exportación de los datos recogidos en formato Excel o CSV.

En un principio consideramos utilizar dicha herramienta, sin embargo, tiene un máximo de 150 respuestas al mes, y al necesitar el mayor número de respuestas de alumnos, tendríamos esa limitación, por lo que no podríamos recoger el máximo número de respuestas.

## **TypeForm**

Es una herramienta de creación de cuestionarios online anónimos, con una versión gratuita con las siguientes características:

- Número ilimitado de preguntas, respuestas y cuestionarios por cuenta.
- Posibilidad de utilizar alguna plantilla predefinida o desarrollar una propia.
- Formularios responsive (adaptados a los diferentes dispositivos con los que se interaccione)
- Exportación de los datos en formato Excel en Drive o Google+, de forma que se puedan ver los resultados en tiempo real.

El cuestionario realizado se encuentra en la siguiente dirección <https://clarapalacios.typeform.com/to/RQRRfY>. Es un cuestionario sencillo, en donde se da una explicación breve del funcionamiento del mismo, se solicitan las ponderaciones por cada asignatura (obligatorias para los 3 primeros cursos académicos y optativas para el 4º año). No se permite que mismo usuario responda más de una vez al cuestionario, ya que, a pesar de ser anónimo, se almacena un identificador para evitar que un mismo alumno pueda rellenar varias veces el cuestionario.

## 4.9. Integración de funcionalidades del cuestionario

Los datos se guardarán en un documento Excel-sincronizado en Drive-llamado **DatosTFG\_SistemasRecomendacion**.

La librería que utilizaremos para la integración será OpenPyxl de forma que se nos permitirá leer y almacenar en una matriz los datos recogidos del Excel.

---

## Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

---

[?]



---

## Trabajos relacionados

---

---

## Conclusiones y Líneas de trabajo futuras

---

---

# Asignaturas de Ingeniería Informática

---

Las asignaturas del Grado de Ingeniería Informática en Burgos se subdividen en dos categorías dependiendo de su posibilidad de elección o no.

- Asignaturas Obligatorias.
- Asignaturas Optativas.

## 8.1. Asignaturas Obligatorias

Las asignaturas obligatorias son aquellas que se cursan en los tres primeros años de la carrera. En su conjunto forman 180 créditos, a seis créditos cada asignatura.

- Primer Semestre
  1. Fundamentos Deontológicos y Jurídicos de las TIC  
Conocimiento y estudio de la legislación española y su aplicación a las Tecnologías de la Información y la Comunicación, así como la responsabilidad ética y moral de las mismas.
  2. Álgebra Lineal  
Conocimiento y aprendizaje de la resolución de diferentes problemas matemáticos de Álgebra Lineal.
  3. Informática Básica  
Aprendizaje de los conocimientos básicos del funcionamiento lógico de las computadoras, así como la aplicación de la Matemática en los mismos.

Cuadro 8.2: Tabla de asignaturas del Primer Curso Académico

| Example  | Orientación                 | Programación? | Lenguaje de Programación |
|--|-----------------------------|---------------|--------------------------|
| Fundamentos Deontológicos y Jurídicos de las TIC | Derecho                     | No            | -                        |
| Álgebra Lineal                                   | Matemática                  | No            | -                        |
| Informática Básica                               | Ofimática                   | Sí            | JavaScript               |
| Fundamentos físicos de la Informática            | Física                      | No            | -                        |
| Matemática discreta                              | Matemática                  | No            | -                        |
| Inglés Aplicado a la Informática                 | Inglés                      | No            | -                        |
| Cálculo  | Matemática                  | No            | -                        |
| Programación                                     | Programación estructurada   | Sí            | C                        |
| Fundamentos de los Computadores                  | Programación en ensamblador | Sí            | Ensamblador              |
| Sistemas Operativos                              | Uso avanzado de equipos     | Sí            | Bash                     |

4. Fundamentos físicos de la Informática

Conocimiento básico de resolución de problemas físicos (electromagnetismo, circuitos eléctricos, principio físico de semiconductores y dispositivos electrónicos)

5. Matemática discreta

Conocimiento de conceptos básicos de la lógica matemática y algoritmia, así como la resolución de los problemas aplicados a la Informática.

■ Segundo Semestre

6. Inglés Aplicado a la Informática

Aprendizaje del vocabulario, expresiones y síntesis de la lengua Inglesa orientada a la informática.

7. Cálculo

Aprendizaje y resolución de problemas orientados a los conceptos básicos de la matemática, lógica, algorítmica.

8. Programación

Aprendizaje del lenguaje de programación C. así como la introducción a la programación estructurada.

9. Fundamentos de los Computadores

Aprendizaje del funcionamiento básico de los computadores y la programación de los mismos en lenguaje ensamblador.

10. Sistemas Operativos

Aprendizaje de la arquitectura informática centralizada o distribuida, gestión, desarrollo y mantenimiento de sistemas informáticos.

■ Tercer Semestre

1. Metodología de la Programación  
Aprendizaje de diferentes conceptos tales como modularidad, lenguaje orientado a objetos, conceptos estáticos y dinámicos tales como clases, objetos, herencia, genericidad y resolución de problemas acerca de la robustez de un programa.
2. Estadística  
Aprendizaje de medición y la resolución de problemas matemáticos orientados al álgebra lineal, cálculo diferencial e integral estadística y optimización.
3. Ingeniería del Software  
Aprendizaje de la metodología del desarrollo software, resolución del modelaje de funciones, utilización de la herramienta CASE y comprensión de la teoría de validación software, aplicándolo al desarrollo de aplicaciones.
4. Bases de Datos  
Aprendizaje de la gestión y procesamiento del almacenamiento y acceso a los Sistemas de Información, incluyendo los sistemas basados en Web.
5. Arquitectura de Computadores  
Aprendizaje del funcionamiento de una computadora, comprendiendo las unidades funcionales básicas de los computadores, así como el rendimiento de dichas unidades.

■ Cuarto Semestre

6. Estructuras de Datos  
Aprendizaje del diseño, desarrollo y evaluación de los sistemas informáticos, calculando la eficiencia algorítmica del acceso a los datos, diferenciando los tipos abstractos de datos y diferenciando el tipo de datos con su abstracción.
7. Redes  
Aprendizaje de la configuración de redes locales, VLANs, enrutamiento IPv4 y IPv6, los diferentes protocolos de transporte de la información y la configuración de servicios de red (DHCP, DNS, SMTP, POP Y HTTP)
8. Interacción Hombre-Máquina  
Aprendizaje de las técnicas, bases y soluciones de desarrollo de interfaces teniendo en cuenta la usabilidad ofrecida.
9. Fundamentos de Organización y Gestión de Empresas  
Aprendizaje de la economía de la empresa, la naturaleza, el propósito, la problemática y el desarrollo de la misma, centrándose en las finanzas y el marketing, función directiva y de recursos humanos.

10. Análisis y Diseño de Sistemas

Aprendizaje del desarrollo de los sistemas software, aportando calidad en los diferentes requisitos, subdividiendo el aprendizaje de la gestión de proyectos Software en Dirección, organización, planificación y gestión de proyectos informáticos de forma que el alumno sea capaz de seleccionar y aplicar los patrones de diseño en la construcción de la aplicación.

■ Quinto Semestre

1. Arquitecturas Paralelas

Aprendizaje del diseño y construcción de técnicas de programación paralela orientadas a aplicaciones de programación paralela, arquitecturas multinúcleo, memoria compartida y distribuida.

2. Sistemas Inteligentes

Aprendizaje del lenguaje lógico de proposiciones y diferentes modelos y algoritmos de búsqueda para la resolución de problemas basados en espacios de estados.

3. Gestión de Proyectos

Aprendizaje de la dirección, organización, gestión y control de proyectos, riesgos y recursos humanos.

4. Diseño y Administración de Sistemas y Redes

Aprendizaje de la administración de servicios y recursos en sistemas operativos y redes de computadores, optimizando los sistemas, analizando la calidad de los mismos.

5. Procesadores del Lenguaje

Aprendizaje de atributos (heredados y sintetizados) orientados a la sintaxis XML y diseño de compiladores (Analizadores sintácticos ascendentes y descendentes).

■ Sexto Semestre

6. Programación Concurrente

Aprendizaje y diseño de aplicaciones con diferentes técnicas de sincronización, tiempo real y aplicación de los problemas de programación concurrente a dichas aplicaciones.

7. Seguridad Informática

Aprendizaje de la problemática de la seguridad en los diferentes sistemas, su detección y resolución. Además, se estudiarán los planes de contingencia, su estructura y el ámbito legal en el que se relacionan.

8. Aplicaciones de Bases de Datos

Aprendizaje de las arquitecturas de las bases de datos, las API para integrar comandos de SQL, transacciones y diferentes niveles de aislamiento y aplicar dichos conocimientos en un lenguaje de programación conocido (Java).

9. Algoritmia

Aprendizaje y resolución de problemas de complejidad de diferentes algoritmos (incluyendo algoritmos recursivos), diferenciar y seleccionar el algoritmo que mejor convenga para un problema determinado e implementar el esquema junto con el propio algoritmo.

10. Métodos Numéricos y Optimización

Aprendizaje y resolución de problemas de optimización numérica (discreta y continua) así como la resolución de ecuaciones, sistemas lineales, interpolación global y segmentaria.

## 8.2. Asignaturas Optativas

Las asignaturas optativas son todas aquellas que el alumno tiene posibilidad de elección en el Cuarto curso académico. Constan de un máximo de 48 créditos, pudiendo conmutar dos asignaturas por Prácticas curriculares.

■ Séptimo Semestre

1. Diseño e Implementación de Sistemas Digitales

Aprendizaje y diseño de la programación de circuitos electrónicos digitales aplicando el diseño a un microprocesador sencillo.

2. Gestión de la Información

Aprendizaje y desarrollo de los sistemas de información, aplicar pequeñas aplicaciones de Big Data (sistemas de recomendación) y diferentes marcos de problemas de gestión de información.

3. Diseño y Mantenimiento del Software

Aprendizaje y desarrollo de diferentes patrones de diseño orientados a la aplicación software evaluando en qué momento es necesaria su aplicación.

4. Organización y Gestión de Empresas

5. Mantenimiento de Equipos Informáticos

6. Hardware de Aplicación Específica

7. Control por Computador

Aprendizaje, diseño e implementación de los diferentes sistemas de control y la comprensión de los sistemas dinámicos.

8. Validación y Pruebas

Aprendizaje del desarrollo, mantenimiento, evaluación y solución de problemas de servicios y sistemas software, evaluando la usabilidad, ergonomía, accesibilidad y seguridad de los sistemas.

9. Computación Neuronal y Evolutiva

10. Programación de Sistemas Operativos

■ Octavo Semestre

1. Sistemas Distribuidos

2. Sistemas Empotrados y de Tiempo Real

3. Métodos Formales

4. Nuevas Tecnologías y Empresa

5. Minería de Datos

6. Desarrollo Avanzado de Sistemas Software