



## TRABAJO DE FIN DE GRADO

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y  
TELECOMUNICACIONES

UNIVERSIDAD DE GRANADA

---

# Generación Automática de los Horarios

---

*Autor:*

BRAULIO VARGAS LÓPEZ MARTA  
GÓMEZ MACÍAS

*Supervisor:*

Dr. JOAQUÍN FERNÁNDEZ VALDIVIA

23 de septiembre de 2016

# Índice general

<b>1. Descripción de otros sistemas software similares</b>	<b>2</b>
1.1. Lantiv Scheduling Studio . . . . .	2
1.2. Mimosa . . . . .	2
1.3. Timetabler . . . . .	3
<b>2. Otros proyectos libres similares</b>	<b>5</b>
2.1. Plan . . . . .	5
2.2. Timetable Generator . . . . .	7
2.3. Unitime . . . . .	8
<b>3. Descripción del sistema y requisitos</b>	<b>9</b>
3.1. Descripción del sistema . . . . .	9

# Capítulo 1

## Descripción de otros sistemas software similares

### 1.1. Lantiv Scheduling Studio

El software llamado *Lantiv Scheduling Studio* es una herramienta para realizar horarios de forma **no automatizada**. Permite usar variables tales como profesorado, número de alumnos, aulas o equipamiento y, al realizar una modificación en el horario realizado, confirma que no hay ninguna incompatibilidad.

Permite realizar un calendario semanal, bisemanal o programar actividades para días concretos. Además, también permite elegir las horas a las que empieza y acaba cada actividad y, por último, también permite programar los descansos y su duración.

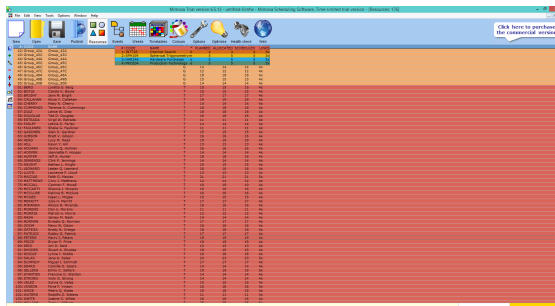
Respecto a su interfaz, permite cambiar el idioma y la combinación de colores que ésta usa. Al ser un programa genérico, incluye herramientas y ejemplos para hacer horarios en todo tipo de instituciones. El software puede configurarse para trabajar en un servidor (usando la IP y el puerto del mismo, además de un usuario y una contraseña), de manera que todas las personas que trabajen sobre el mismo horario puedan ver los cambios que se realizan en éste en tiempo real.

Toda esta información puede encontrarse en la documentación del software [2].

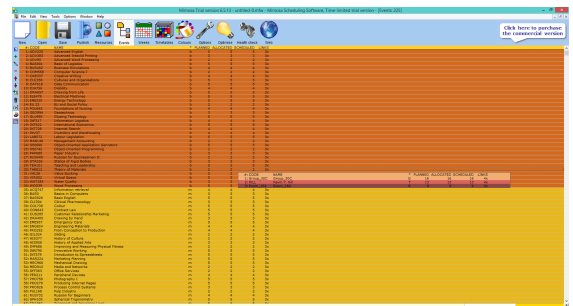
### 1.2. Mimosa

El software llamado *Mimosa* es una herramienta para realizar horarios de forma **automatizada**. A partir de información que el usuario debe introducir a mano, este software genera un horario usando algoritmos de optimización. Dicha información es: clases, profesores, salas especiales, equipo, asignaturas y alumnos.

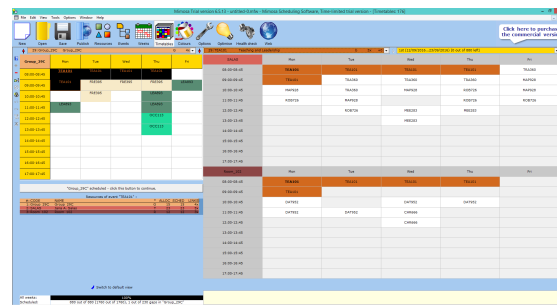
En la [Figura 1.1](#) vemos varios pantallazos de su interfaz en la que hay varias áreas principales: una para introducir la información relativa al horario (referida en el software como *recurso*), otra para añadir las asignaturas y una para ver los horarios creados. En ésta última sección podemos filtrar el horario por grupo, profesor o aula.



(a) Sección de recursos



(b) Sección de asignaturas



(c) Sección de horarios, en la que hemos filtrado el grupo 29C

Figura 1.1: Capturas de pantalla del software *Mimosa*

Por último, *Mimosa* permite exportar el horario generado en distintos formatos tales como **csv** o web y además de realizar un horario, también permite asignar profesores y alumnos a cada grupo de forma automatizada.

Toda esta información se puede encontrar en su documentación [3].

### 1.3. Timetabler

El software llamado *Timetabler* es una herramienta para realizar horarios tanto de forma **no automatizada** (modo interactivo) como de forma **automatizada**. Incluso permite mezclar ambas, permitiendo que el software realice un horario y el usuario resuelva a mano las posibles incidencias que éste encuentre.

Su modo de funcionamiento se basa en realizar cuatro pasos de forma secuencial:

1. **Basic data:** en primer lugar, se introduce el profesorado (además del departamento en el que está) y su disponibilidad, los grupos en los que se va a dividir al alumnado, las aulas, las asignaturas a impartir y la estructura del horario (horas en las que se va a dar clase y descansos, días de la semana en los que se va a dar clase, etc). Esta información también puede ser **importada** desde un fichero.
2. **Activities:** a continuación, se describe cada asignatura en términos del número de horas

que será impartida. Además, permite ver un resumen de todos los datos introducidos hasta el momento.

3. **Schedule:** en este paso, se realiza el horario. Podemos hacerlo de tres formas: manual, semi-automático y automático.
4. **Print:** por último, podemos imprimir el horario en base a una asignatura, un grupo académico, un profesor o un aula. Además, podemos exportar las tablas en distintos formatos y realizar una copia de seguridad.

Una descripción detallada de estos cuatro pasos puede encontrarse en [4].

## Capítulo 2

# Otros proyectos libres similares

A continuación podremos ver algunos de los proyectos que podemos encontrar por *Github* sobre la generación automatizada de horarios.

### 2.1. Plan

*Plan* es un software desarrollado como asistente para la creación de horarios de una forma fácil para los estudiantes de *NTNU*, tal y como se puede ver en [1].

Esta interfaz web nos pide que creemos un *nick* para poder entrar en la aplicación. Una vez creado, nos pasará a la interfaz que vemos en la [Figura 2.1](#)

jack's fall 2016 schedule [Bytt til norsk](#)

Please enter the codes for the courses you want to attend  [Add course](#)

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
08:15 - 09:00					
09:15 - 10:00					
10:15 - 11:00					
11:15 - 12:00					
12:15 - 13:00					
13:15 - 14:00					
14:15 - 15:00					
15:15 - 16:00					
16:15 - 17:00					
17:15 - 18:00					
18:15 - 19:00					
19:15 - 20:00					

**Courses**

Go to [advanced options](#) to add and remove courses.

Figura 2.1: Interfaz web para la introducción de las asignaturas

En esta interfaz web, tendremos que ir introduciendo los códigos de las asignaturas, generando una tabla de asignaturas en la que el alumno se habrá matriculado, tal y como se puede ver en la [Figura 2.1](#). En esta tabla, aparecerán los códigos de las asignaturas, su descripción, su fecha de examen y ofrece la posibilidad de dar un alias a la asignatura.

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
08:15 - 09:00					
09:15 - 10:00					
10:15 - 11:00					
11:15 - 12:00					
12:15 - 13:00					
13:15 - 14:00					
14:15 - 15:00					
15:15 - 16:00					
16:15 - 17:00					
17:15 - 18:00					
18:15 - 19:00					
19:15 - 20:00					

Hide advanced options - Tips - A4 A5 A6 A7 Weeks: All Current

**Courses**

Course	Alias	Description	Exams
<input type="checkbox"/> MA3201		Ringer og moduler	2016-12-08
<input type="checkbox"/> MA3402		Analyse på mangfoldigheter	2016-12-15
<input type="checkbox"/> TMA4145		Lineære metoder	2016-12-05
<input type="checkbox"/> TMA4195		Matematisk modellering	2016-12-14

Figura 2.2: Tabla de asignaturas introducidas con sus respectivos códigos

Una vez introducidas, el alumno seleccionará los grupos en los que está matriculado y el sistema mostrará automáticamente **el horario específico para el alumno**. Es decir, dado un alumno con un conjunto de asignaturas  $\mathcal{X}$ , el sistema mostrará el horario que tiene el alumno en cuestión, como vemos en la Figura 2.3(a). A su vez, el sistema ofrece una lista con las clases de cada asignatura y grupo más detallada, como se ve en la Figura 2.3(b)

Lecture list

Course	Day	Time	Rooms	Type	Groups	Weeks
<input type="checkbox"/> A1	Monday	12:15-14:00	K28	Forelesning	MSMNFMA, BMAT, MLREAL	34-47
<input type="checkbox"/> A1	Wednesday	10:15-12:00	KJL3	Forelesning	MSMNFMA, BMAT, MLREAL	34-47
<input type="checkbox"/> A2	Tuesday	10:15-12:00	B30	Forelesning	Other	34
<input type="checkbox"/> A2	Tuesday	10:15-12:00	VE21	Forelesning	Other	35-47
<input type="checkbox"/> A2	Wednesday	10:15-12:00	B30	Forelesning	Other	34-47
<input type="checkbox"/> A3	Monday	10:15-12:00	S4	Forelesning	MTKL, MTKOM, MTK, BMAT, MTFYMA, MSCHEM, MSMNFMA, MLREAL	34-47
<input type="checkbox"/> A3	Monday	15:15-17:00	K26, K28	Øving	BMAT	35-47
<input type="checkbox"/> A3	Monday	18:15-20:00	B60, B92, B93, B21, B51, B50	Øving	MTTK	35-47
<input type="checkbox"/> A3	Tuesday	14:15-16:00	B23	Øving	MSCHEM, MSMNFMA	35-47

(a) Horario generado.

Select groups for your courses

Please choose the course variants you belong to.

**A1** Ringer og moduler

☒ BMAT

☐ MLREAL

☒ MSMNFMA

Alt - None

**A2** Analyse på mangfoldigheter

☒ Other

Alt - None

**A3** Lineære metoder

☒ BMAT

☒ MLREAL

☒ MSCHEM

☐ MSMNFMA

☒ MTKL

☐ MTFYMA

☐ MTKOM

☒ MTTK

Alt - None

**A4** Matematisk modellering

☒ MTKJ

☒ MLREAL

☐ MSMNFMA

☐ MTFYMA

☒ MTKJ

Alt - None

**A5** Analysens grunnlag

☒ MLREAL

☐ MSMNFMA

☒ MTFYMA

Alt - None

**A6** Statistisk inferens

☒ MSMNFMA

☐ MTFYMA

Alt - None

Save groups

(b) Lista más detallada de las clases del día.

Figura 2.3: Horarios y listas que genera el sistema

Este software ofrece actualmente varias funciones tales como:

1. Una vista personificable del calendario.
2. Se puede exportar fácilmente a *Google-Calendar*.
3. Se puede imprimir en formato PDF.
4. El usuario puede decidir las horas límites.
5. Permite importar información sobre las asignaturas mediante volcados de una base de datos.

## 2.2. Timetable Generator

*Timetable Generator* es un generador de horarios desarrollado por el usuario **zeus9** de *Git-hub*. Está desarrollado en C++ y Python 2, haciendo uso de un algoritmo genético para la generación del horario, tal y como se puede ver en [6].

Este sistema toma como entrada tres ficheros en formato **CSV**, en los que se incluye la siguiente información:

- **initial.csv**: consiste en un fichero que contiene una matriz inicial que conforma el horario. Este horario inicial se utiliza en el algoritmo genético del fichero *labGa.cpp*.
- **periodcount.csv**: supone una relación entre los *ID's* de los profesores, disponibles en *faculty.csv* y algo más aún por descifrar.
- **labPeriodcount.csv**

Todo esto conforman los datos mínimos de la universidad que necesita el algoritmo para generar el horario.

Para ejecutar el algoritmo, tiene que ser bajo una distribución Linux, y se realiza ejecutando en un terminal `./ttgen.sh`. Con esto, aparecerá en pantalla una interfaz muy simple que nos permite configurar los parámetros de ambos algoritmos como se ven en la [Figura 2.2](#).

The screenshot shows a web-based interface for configuring the Timetable Generator. It is divided into two main sections: 'DEPARTMENT PARAMETERS' and 'GENETIC ALGORITHM PARAMETERS'.

**DEPARTMENT PARAMETERS:**

DEPARTMENT PARAMETERS		
No. of periods per week	No. of teachers	CSE Faculty Count
30	55	43
No. of rooms		
20		
No. of labs	First lab room no.	No. of lab subjects
4	16	40

**GENETIC ALGORITHM PARAMETERS:**

	THEORY	LAB
Generation limit	100	100
Population size	200	200
Tournament size	4	2
Mutation rate	0.05	0.1
Elitism	1	1
Crossover Split	16 / No. of periods per week	8 / No. of periods per week/2

At the bottom right, there is a 'Submit' button.

Figura 2.4: Interfaz para modificar los parámetros del algoritmo genético

Tras modificar los parámetros del algoritmo y pulsar el botón *Submit*, estos datos se escriben en el fichero *variables.csv* para el algoritmo genético de *ga.cpp* y en *labVariables.csv* para el algoritmo de *labGa.cpp* y se comienza a ejecutar el *script* en Python **labConflictsGen.py** que genera un CSV con las incompatibilidades que pueda haber en las aulas.



A continuación, se ejecuta el algoritmo genético. La variante **labGa** comienza con un horario inicial de entrada, dando pie al algoritmo genético, a diferencia de **ga**, que comienza sin un horario de entrada. Al finalizar, ambos muestran por la terminal la solución encontrada, y el coste de esta, siendo a su vez escrito en un fichero.

## 2.3. Unitime

*UniTime* es un sistema que se acerca mucho al sistema deseado, ya que integra un sistema para la generación del horario, asignación de aulas, asignación de exámenes. . . Permite además modificar la estructura del horario y minimiza los conflictos que existen en el horario.

Este sistema, disponible en [5], está desarrollado en Java, y ofrece una interfaz web simple y con facilidad para moverse entre las opciones.

Este sistema ofrece varios niveles de usuario, partiendo desde un alumno hasta un administrador, con distintos niveles de permisos y acciones, siendo este último el que más acciones disponibles tiene, como son añadir asignaturas, departamentos, aulas y edificios, grupos de estudiantes, etc.

Además de todo esto, el sistema ofrece una amplia documentación en su página web <http://help.unitime.org/>, junto con una demo de cada uno de los usuarios posibles que tiene el sistema, para poder probar y ver cada una de las funciones de las que dispone el sistema.

Una característica del sistema es que utiliza internamente un algoritmo de búsqueda local para la satisfacción de restricciones. Este algoritmo consiste en una búsqueda hacia delante iterativa, similar a una búsqueda local, pero con la peculiaridad de que el algoritmo puede dar soluciones que no satisfazan todas las restricciones. Es decir, las restricciones se dividen en restricciones fuertes y restricciones débiles. El algoritmo, satisface todas las restricciones fuertes, pero, las restricciones débiles pueden no ser satisfechas, por lo que el algoritmo explora mejor el espacio de búsqueda obteniendo mejores soluciones, más fáciles de entender para el usuario y con la posibilidad de detener el algoritmo en cualquier momento y devolver una solución al ser iterativo.

## Capítulo 3

# Descripción del sistema y requisitos

### 3.1. Descripción del sistema

La idea general del sistema es ofrecer una forma automatizada de hacer los horarios de una escuela o facultad en base a restricciones tales como el profesorado y su disponibilidad, las aulas disponibles teniendo en cuenta su capacidad y el equipo del que disponen, el número de alumnos de una asignatura, bloques horarios, etc.

Con este sistema podrán estudiarse distintas propuestas de horarios para maximizar el uso de las aulas y el rendimiento de todo el equipo de una facultad.

# Bibliografía

- [1] ADAMCIK, *Plan, a timetable generator for ntnu students*. Disponible en <https://github.com/adamcik/plan>. Consultado el 21/09/2016.
- [2] LANTIV, *Getting started*. Disponible en [http://wiki.schedulingstudio.com/wiki7/index.php?title=Studio-Getting\\_Started&useskin=lantiv75](http://wiki.schedulingstudio.com/wiki7/index.php?title=Studio-Getting_Started&useskin=lantiv75). Consultado el 11/09/2016.
- [3] MIMOSA, *Product page*. Disponible en <http://www.mimosasoftware.com/mimosa.html>. Consultado el 11/09/2016.
- [4] TIMETABLER, *4 steps using timetabler*. Disponible en <http://www.timetabler.com/images/Video-4-Steps-in-TimeTabler.html>. Consultado el 12/09/2016.
- [5] A. F. Y OTROS, *University timetabling. comprehensive academic scheduling solutions*. Disponible en <https://github.com/UniTime>. Consultado el 21/09/2016.
- [6] ZEUS9, *Timetable generator. generates a timetable for my university using a genetic algorithm*. Disponible en [https://github.com/zeus9/timetable\\_generator](https://github.com/zeus9/timetable_generator). Consultado el 21/09/2016.