



## PRESENTACIÓN

### Breve descripción:

Los sistemas de producción de las empresas se componen de máquinas, ordenadores, sistemas de transporte, etc. La mayoría de ellos se estudian en alguna de las asignaturas del grado, excepto los sistemas neumáticos, que son los elementos principales de la mayoría de células de producción automáticas. Conocer cómo se diseñan estos sistemas es clave en la formación de un ingeniero que quiera dedicarse al ámbito industrial. Por otro lado, los sistemas de Producción ofrecen un número casi infinito de datos que se pueden analizar con objeto de conocer el desempeño y realizar mejoras sobre el proceso. En este sentido, disponer de cuadros de mando facilita la labor de análisis y mejora. Recientemente la aplicación PowerBI se está postulando como el nuevo estándar en el diseño de estos cuadros de mando y se empleará como vehículo para explorar cómo capturar, analizar y proponer mejoras en un sistema de Producción.

### Titulación (Módulo/Materia):

- Ingeniería en Organización Industrial (Tecnologías Industriales /Tecnología Térmica y de Fluidos)

### Detalles:

- **ECTS:** 6 ECTS
- **Curso, semestre:** 3.º curso, 2.º semestre
- **Carácter:** Obligatorio
- **Idioma:** Castellano

### Profesores de la asignatura:

- Sánchez Larraona, Gorka /Profesor titular
- Santos García, Javier / Profesor Catedrático
- Villarón Baz, Juan Ignacio / Colaborador Docente

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

### INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

CE10 - Conocimientos de termodinámica aplicada. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

CG6 - Proporcionar bases sólidas en ciencias, tecnología, dirección de operaciones, producción y gestión de empresas.

## PROGRAMA

El programa de la parte de Diseño de Sistemas de Producción se centrará en los **Sistemas Neumáticos** y consta de los siguientes bloques y temas relacionados:

### 1. Fundamentos de Mecánica de Fluidos

- Definición de un fluido y de sus principales propiedades: densidad y viscosidad
- Distribución de presiones en un fluido en reposo



# Universidad de Navarra

- Flujo de un fluido y sus magnitudes asociadas: Presión, velocidad y caudal.  
Régimen de flujo: laminar vs. turbulento
- Principios fundamentales: Conservación de la masa y de la energía
- Fuerzas producidas por un fluido sobre una superficie

## 2. Elementos Neumáticos

- Automatización de procesos industriales mediante neumática
- Actuadores neumáticos
- Válvulas neumáticas
- Nomenclatura según ISO 1219
- Ejemplo de circuitos neumáticos básicos

## 3. Proyecto de Sistema Neumático

- Selección de actuadores neumáticos
- Cálculo del consumo de aire de actuadores neumáticos
- Electroneumática
- Programación de autómatas programables

## 4. Instalaciones de Distribución de Aire Comprimido

- Componentes de las instalaciones de aire comprimido
- Cálculo de pérdidas de carga. Dimensionamiento de la instalación
- Eficiencia de las instalaciones de aire comprimido. Fuentes de pérdidas y soluciones de mejora

El programa de la parte de Control de Sistemas de Producción se centrará en el **Diseño y Análisis de cuadros de mando de producción**, mediante la aplicación PowerBI consta de los siguientes módulos:

### 1. Obtener datos

- Cargar conjuntos de datos
- Fuentes de datos compatible con PowerBI

### 2. Preparar datos

- Limpiar datos con Power Query
- Transformar datos con lenguaje M

### 3. Modelar y analizar datos (Lenguaje DAX)

- Explorar datos
- Definir métricas
- Agrupar información

### 4. Visualizar datos

- Seleccionar de objetos visuales
- Preparar paneles e informes
- Diseñar y analizar cuadros de mando (dashboards)

## PROGRAM (in English)

The program of the **Production Systems Design** part will focus on Pneumatic Systems and consists of the following blocks and related topics:

### 1. Fundamentals of Fluid Mechanics

- Definition of a fluid and its main properties: density and viscosity
- Pressure distribution in a fluid at rest



# Universidad de Navarra

- Flow of a fluid and its associated magnitudes: Pressure, velocity and flow rate. Flow regime: laminar vs. turbulent
- Fundamental principles: Conservation of mass and energy
- Forces produced by a fluid on a surface

## 2. Pneumatics Components

- Automation of industrial processes through pneumatics
- Pneumatic actuators
- Pneumatic valves
- Nomenclature according to ISO 1219
- Example of basic pneumatic circuits

## 3. Pneumatic System Project

- Selection of pneumatic actuators
- Calculation of air consumption of pneumatic actuators
- Electro-pneumatics
- PLC programming

## 4. Compressed Air Distribution Installations

- Components of compressed air installations
- Calculation of pressure losses. Installation sizing
- Efficiency of compressed air installations. Sources of losses and improvement solutions

The program of the **Production Systems Control** part will focus on the Design and Analysis of production dashboards, through the PowerBI application, and consists of the following modules:

### 1. Getting data

- Loading data sets
- PowerBI compatible Data Sources

### 2. Preparing data

- Cleaning data with Power Query
- Transforming data with M language

### 3. Modelling and analyzing data (DAX language)

- Exploring Data
- Defining metrics
- Grouping information

### 4. Visualizing data

- Selecting from visual objects
- Preparing dashboards and reports
- Designing and analyzing dashboards

## ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividades formativas de la parte de **Sistemas Neumáticos**:

En las primeras clases del curso se presentan los fundamentos de la *Mecánica de Fluidos* a nivel elemental y se explica cómo se emplean éstos para analizar instalaciones de fluidos, tanto de gases (p.ej. aire comprimido) como de líquidos (p.ej. aceite). Los elementos que conforman las instalaciones de fluidos se explican en el aula y se muestran en el laboratorio, donde se analiza su funcionamiento.



# Universidad de Navarra

Una vez que los alumnos han adquirido unos conocimientos básicos de *Mecánica de Fluidos*, la asignatura se centra en el estudio de los *Sistemas Neumáticos*. Las clases están organizadas de forma que la primera clase de la semana tiene lugar en el aula, donde se explican los elementos neumáticos (actuadores, válvulas etc.) y su funcionamiento, y en la segunda clase se realiza un trabajo práctico que está relacionado con lo explicado en la clase anterior.

La actividad más importante que realizan los alumnos es la de desarrollar un *Proyecto de Sistema Neumático*. Para ello, los alumnos forman grupos de trabajo de 4 ó 5 componentes y se encargan de diseñar una parte del sistema neumático que definen los profesores. Este trabajo incluye las tareas de seleccionar actuadores comerciales, realizar los esquemas neumático, eléctrico y GRAFCET correspondientes, programar el PLC que controle los actuadores y confeccionar un presupuesto. La entrega del trabajo correspondiente a cada tarea se realiza en las fechas que se recogen en el apartado de *Proyecto de Sistema Neumático: Cronograma, Hitos y Documentación*. Al final de curso los grupos de trabajo entregan una memoria en la que recopilan todas las tareas que han realizado.

Una vez que se han presentado los contenidos referidos a los sistemas neumáticos, la asignatura aborda la descripción de las instalaciones de aire comprimido. En este bloque se presentan cuestiones relacionadas con la producción de aire comprimido y su distribución a los puntos donde es necesario su uso. Se hace especial hincapié en dos aspectos claves de este tipo de instalaciones: la calidad del aire comprimido y, sobre todo, la eficiencia energética de la instalación. Una vez se ha profundizado en este último aspecto, cada grupo de trabajo analiza las posibles mejoras que se pueden implementar en la eficiencia energética del sistema neumático desarrollado en el proyecto.

Actividades formativas de la parte de **Diseño y Análisis de cuadros de mando de producción:**

En las primeras clases del curso se presentan, de forma práctica en el aula de ordenadores, los distintos conceptos, elementos, funciones y lenguajes necesarios para dominar las características básicas de PowerBI aplicado al ámbito del control de producción. Se emplearán datos y ejercicios preparados para explorar todas las características.

En la segunda parte, los alumnos generarán datos mediante el juego pizagreen, ya conocido en la asignatura Planificación y Gestión de Producción (no es necesarios haber cursado la asignatura para poder realizar las prácticas). Los alumnos por parejas, realizarán un cuadro de mando basado en los datos generados por toda la clase, buscando describir y analizar el comportamiento de los jugadores en relación a un aspecto de la producción (calidad, servicio, productividad, etc.)

Finalmente, los alumnos, en grupos, realizarán un cuadro de mando basado en los elementos de control definidos sobre los actuadores de la máquina diseñada en la parte de sistemas neumáticos.

## EVALUACIÓN

### CONVOCATORIA ORDINARIA

**Parte de Sistemas Neumáticos (54%)**

**Parte de Diseño y Análisis de cuadros de mando de Producción (36%)**

**Trabajo personal (10%)**

### **Parte de Sistemas Neumáticos**

La evaluación de esta parte se lleva a cabo puntuando el desempeño de los alumnos en el *Proyecto de Sistema Neumático* y en el examen sobre *Neumática e Instalaciones de Aire Comprimido* que realizan al finalizar el cuatrimestre. Se necesita obtener una puntuación mínima en el proyecto y en el examen para aprobar la asignatura en la convocatoria ordinaria.



## **Proyecto de Sistema Neumático (34% de la nota final)**

La calificación del proyecto es común a todos los integrantes del grupo de trabajo. La puntuación de los diferentes aspectos del *Proyecto de Sistema Neumático* es la siguiente:

- Entregas correspondientes a los hitos del proyecto durante el curso: 50% de la nota parcial
- Memoria final del proyecto: 50% de la nota parcial

## **Examen sobre Neumática, Instalaciones de Aire Comprimido (20% de la nota final)**

En el examen los alumnos tendrán que contestar preguntas y resolver ejercicios sobre *Neumática e Instalaciones de Aire Comprimido*. El peso de cada parte en la calificación final es:

- Neumática: 50% de la nota final
- Instalaciones de Aire Comprimido: 50% de la nota final

## **Parte de Diseño y Análisis de cuadros de mando de producción**

La evaluación de esta parte se lleva a cabo puntuando el desempeño de los alumnos en el *trabajo personal*, y el trabajo en parejas. No hay examen final de esta parte.

## **Informe cuadro de mando Pizzagreen (20% de la nota final)**

Se valorará el trabajo entregado en parejas, tanto en el diseño y funcionamiento del cuadro de mando, como del informe con el análisis correspondiente.

## **Cuadro de mando de Sistema Neumático (16% de la nota final)**

Se valorará el trabajo entregado en grupo, tanto en el diseño y funcionamiento del cuadro de mando, como del informe con el análisis correspondiente.

## **Trabajo personal (10% de la nota final)**

La evaluación de esta parte se lleva a cabo puntuando el desempeño de los alumnos en el *trabajo personal*, y el trabajo en parejas.

## **Cálculo de la nota final (0,20 · examen + 0,1 · personal + 0,7 · trabajos · factor corrección)**

El factor de corrección se calcula en base al examen teórico:

[factor.png](#) Si el resultado del examen es menor que 5 el *factor de corrección* penaliza la nota de los trabajos (proporcionalmente desde 0% si la nota es 5, hasta un 70% si la nota es un 0) según la fórmula  $factor = 0,3 + 0,14 \cdot nota\ examen$ .

Si el resultado del examen es mayor que 5 el *factor de corrección* incrementa la nota de los trabajos (proporcionalmente desde 0% si la nota es 5, hasta un 30% si la nota es un 10) según la fórmula  $factor = 0,7 + 0,06 \cdot nota\ examen$ .

## **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA**

La evaluación extraordinaria de la asignatura se compone de los mismos criterios expuestos en cada parte de la asignatura, siendo necesario sólo presentarse a la parte suspendida.

## **HORARIOS DE ATENCIÓN**

Parte de **Sistemas Neumáticos**:

El horario de atención a alumnos se establece **los lunes y martes de 15:00 a 16:30**. No obstante, los alumnos pueden enviar un email al profesor ([gsanchez@unav.es](mailto:gsanchez@unav.es)) o al técnico de



# Universidad de Navarra

laboratorio (Juan Villarón: [jvillaron@unav.es](mailto:jvillaron@unav.es)) para poder ser atendidos fuera de este horario si fuera necesario.

Parte de **Diseño y Análisis de cuadros de mando de producción:**

Concretar con el profesor por mail ([jsantos@unav.es](mailto:jsantos@unav.es)).

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Parte de Sistemas Neumáticos**

#### **Bibliografía básica:**

- Çengel, Y.A. and Turner, R.H. *Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences*. Second Edition. McGraw Hill, 2008. [Localízalo en la biblioteca](#) Capítulos 10, 11, 12 y 14.
- Santos, F., Sánchez, G. y Villarón, J. *Neumática*. Servicio de Reprografía de Tecnun, 2012.

#### **Bibliografía complementaria:**

- P. Gerhart, R. Gross y J. Hochstein. *Fundamentos de Mecánica de Fluidos*. Segunda edición. Adison-Wesley Iberoamericana 1995 . [Localízalo en la biblioteca](#)
- de las Heras, S., *Instalaciones Neumáticas*. Editorial UOC, 2003. [Localízalo en la biblioteca](#)