

## Course guides

# 230581 - ASI - Active and Spectral Imaging

Last modified: 11/06/2020

**Unit in charge:** Barcelona School of Telecommunications Engineering  
**Teaching unit:** 731 - OO - Department of Optics and Optometry.

**Degree:** MASTER'S DEGREE IN PHOTONICS (Syllabus 2013). (Optional subject).  
ERASMUS MUNDUS MASTER'S DEGREE IN PHOTONICS ENGINEERING, NANOPHOTONICS AND BIOPHOTONICS (Syllabus 2010). (Optional subject).

**Academic year:** 2020    **ECTS Credits:** 3.0    **Languages:** English

### LECTURER

---

**Coordinating lecturer:** Meritxell Vilaseca, UPC

**Others:** Santiago Royo, UPC

### DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

---

#### Specific:

CE3. (ENG) Màster en Fotònica:

Conocer los fundamentos de la física del láser, los tipos de láser y sus principales aplicaciones

CE4. (ENG) Màster en Fotònica:

Mostrar que conoce los fundamentos de la formación de imagen, de la propagación de la luz a través de los diferentes medios y de la Óptica de Fourier.

CE6. (ENG) Màster en Fotònica:

Haber realizado un conjunto de prácticas de laboratorio de nivel avanzado, similar al de futuros trabajos experimentales de investigación

CE9. (ENG) Màster en Fotònica:

Capacidad para sintetizar y exponer los resultados de investigación en fotonica según los procedimientos y convenciones de las presentaciones científicas en inglés.

#### Generical:

CG1. (ENG) Màster en Fotònica:

Capacidad para proyectar, diseñar e implantar productos, procesos, servicios e instalaciones en algunos ámbitos de la fotónica como los relacionados con la ingeniería fotónica, la nanofotónica, la óptica cuántica, las telecomunicaciones y la biofotónica

CG4. (ENG) Màster en Fotònica:

Capacidad para entender el carácter generalista y multidisciplinario de la fotonica viendo su aplicación por ejemplo a la medicina, biología, energía, comunicaciones o la industria

#### Transversal:

CT4. (ENG) Màster en Fotònica:

USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la especialidad y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

CT1. (ENG) Màster en Fotònica:

EMPREDIMIENTO E INNOVACIÓN. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica, así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i.

CT5. (ENG) Màster en Fotònica:

INGLÉS. Acreditar un nivel adecuado de este idioma, tanto de forma oral como por escrito, en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados.

CT3. (ENG) Màster en Fotònica:

TRABAJO EN EQUIPO. Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles

**Basic:**

CB6. (ENG) Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7. (ENG) Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8. (ENG) Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicio.

CB10. (ENG) Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

**TEACHING METHODOLOGY**

- Lectures
- Activities: - Laboratory/Research center visits
- Seminars

The student will have the possibility of performing measurements using experimental setups and commercial instruments.

**LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT**

Active optical elements enable the implementation of imaging applications which overcome the classical approaches imposed by rigid optics. Active optical elements are characterized by presenting easy changes in its optical performance depending on a number of parameters, being the most common using variable electrical signals to modulate different properties of light.

Spectral imaging science is a sophisticated and powerful technology that was developed to overcome the problems of conventional color (RGB) imaging systems, reaching a great spectral and spatial resolution. The use of more than three acquisition channels has an enormous potential and opens a wide-field of applications including remote sensing, fine arts/museum analysis and archiving, Hi-Fi printing and displays, industrial inspection and quality control, medical imaging to improve clinical diagnosis, and precise color measurement.

In the first part of the course we will study active optical elements, from LCD to liquid lenses, but also deformable mirrors, electrooptic and magneto-optic spatial light modulators. As the best-known example of imaging application, adaptive optics will be discussed.

The second part deals with the color and spectral imaging systems and the latest developments and applications in this exciting field.

**STUDY LOAD**

Type	Hours	Percentage
Hours large group	24,0	32.00
Self study	51,0	68.00

**Total learning time:** 75 h

**CONTENTS**

**Active imaging**

**Description:**

1. Introduction to active imaging: review of polarization in anisotropic media.
2. Active optical elements: revision of the different active optical elements and their performance, showing application examples of each. This includes electro-optic modulators, magneto-optic modulators, liquid-crystal modulators, acousto-optic modulators, liquid lenses and deformable mirrors.
3. Introduction to adaptive optics. Implementation in astronomic imaging. Components of an adaptive optical system. Optomechanical assembly. Non-astronomic adaptive optics.

**Full-or-part-time:** 12h 15m

Theory classes: 12h 15m



## Color and spectral imaging

### Description:

1. Introduction to color science. Color specification and measurement. (2h)
2. Principles of color reproduction. (1h)
3. Digital color imaging systems and color management. (2h)
4. Introduction to spectral imaging science. Limitations of trichromacy. (1h)
5. Multispectral and hyperspectral imaging systems. Components. Spectral sampling techniques. (2h)
3. Managing spectral data. Spectral dimensionality. Methods for spectral reconstruction. Metrics to evaluate spectral reconstruction. (1.25h)
4. Applications of multispectral imaging systems. Remote sensing, food and agriculture, forensics, paleontology, textile and wood industry, applications in art and cultural heritage. Use of spectral imaging in medical diagnosis: skin cancer and ophthalmology (2h)

**Full-or-part-time:** 2h 15m

Theory classes: 2h 15m

## GRADING SYSTEM

- Homework assessments (50%)
- Written exam (40%)
- Oral presentation of a scientific journal paper (10%)

## BIBLIOGRAPHY

### Basic:

- Tyson, Robert K. Introduction to adaptive optics [on line]. Washington: SPIE Press, cop. 2000 [Consultation: 20/04/2020]. Available on: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=728511>. ISBN 9780819435118.
- Grahm, Hans; Geladi, Paul. Techniques and applications of hyperspectral image analysis [on line]. West Sussex: John Wiley, 2007 [Consultation: 21/06/2017]. Available on: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470010884>. ISBN 9780470010884.
- Porter, Jason. Adaptive optics for vision science : principles, practices, design and applications. Canadà: Wiley-Interscience, cop. 2006. ISBN 9780471679417.
- Hardeberg, Jon Yngve. Acquisition and reproduction of color images : colorimetric and multispectral approaches. Parkland, Florida: [Universal]/Dissertation.com, 2001. ISBN 1581121350.
- Lee, Hsien-Che. Introduction to color imaging science. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2005. ISBN 052184388X.
- Schanda, János. Colorimetry : understanding the CIE system. Hoboken, New Jersey: Wiley-Interscience, cop. 2007. ISBN 9780470049044.
- Liu, Jia-Ming. Photonic devices. Cambridge: Cambridge University Press, cop. 2005. ISBN 0521551951.
- Chigrinov, Vladimir G. Liquid crystal devices : physics and applications. Boston [etc.]: Artech House, cop. 1999. ISBN 0890068984.
- Saleh, Bahaa E. A; Teich, Malvin Carl. Fundamentals of photonics. 2nd ed. New York [etc.]: John Wiley & Sons, cop. 2007. ISBN 9780471358329.
- Berns, Roy S; Billmeyer, Fred W.; Saltzman, Max. Billmeyer and Saltzman's Principles of color technology. 3rd ed. New york, [etc.]: John Wiley & Sons, cop. 2000. ISBN 047119459X.
- Holst, Gerald C. CCD arrays, cameras, and displays. 2nd. ed. Winter Park, FL : Bellingham, Wash., USA: JCD ; SPIE Optical Engineering, cop. 1998. ISBN 0964000040.