

## Resumen del curso

Se estudia la Óptica Adaptativa desde los conceptos básicos hasta las ideas actuales para el desarrollo de sistemas futuros.

### A quién va orientado este curso

El curso se dirige a físicos e ingenieros con interés en desarrollar un sistema de Óptica Adaptativa o con la posibilidad de aplicarlo a algún desarrollo tecnológico o problema de investigación.

### Conocimientos previos necesarios

Se desarrollarán los conceptos desde un nivel de introducción. Sería ventajoso para un mayor aprovechamiento tener conocimientos previos de Óptica, Estadística y nociones de Álgebra lineal.

### Lo que este curso no es

Una exposición puramente gráfica de las aplicaciones de la Óptica Adaptativa.

### Al final de este curso, los asistentes conseguirán

(1) Entender los conceptos de la OA; las limitaciones de la atmósfera a la calidad de imagen y cómo se puede conseguir la resolución limitada por difracción con la OA; (2) Entender las limitaciones físicas al rendimiento de la OA: intervalo de longitud de onda, cobertura de cielo, condiciones de seeing ...; (3) Tener conocimientos apropiados para emprender el desarrollo de un sistema de OA, incluyendo los componentes de hardware, opto-mecánica, sistema de control e Ingeniería de Sistemas.; (4) Tener una visión global del estado actual de la OA y los planes para sistemas futuros. Se incluye el estudio de aplicaciones no astronómicas como el ojo humano, los láseres y las telecomunicaciones.

## Cursos especializados de FRACTAL

**FRACTAL** ofrece formación en las áreas de Gestión de proyectos, Ingeniería de Sistemas, Óptica, Mecánica, Detectores y Software.

### Cursos generales

Los cursos se imparten en Madrid. El calendario se actualiza en nuestra web.

La duración puede ser de 1, 2 ó 3 días consecutivos en la misma semana.

### Cursos personalizados a demanda de nuestros clientes

Nuestros cursos pueden impartirse en las oficinas de nuestros clientes adaptándolos en duración y fechas a sus necesidades.

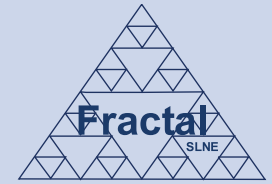
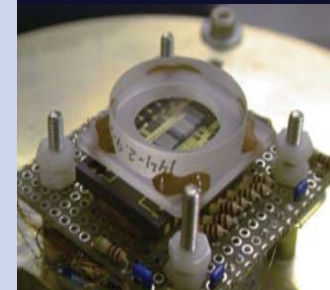
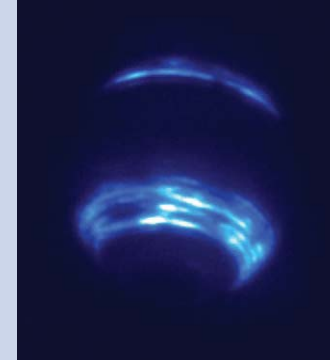
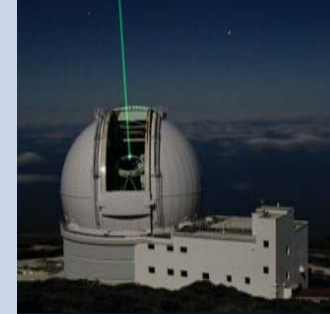
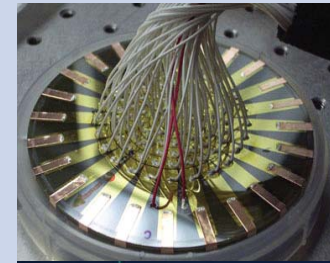
### Formación a distancia

FRACTAL ofrece consultoría en e-learning, orientada a que nuestros clientes del mundo académico puedan implementar herramientas de formación a distancia con sus propios materiales. Este servicio incluye:

- Integrar la plataforma en el portal web
- Proporcionar formación
- Preparación del Aula Virtual

Web: <http://www.fractal-es.com>

e-mail: [cursos@fractal-es.com](mailto:cursos@fractal-es.com)



# Formación

## Óptica Adaptativa

<http://www.fractal-es.com>

## Módulo 1: Introducción a la Óptica Adaptativa

- 1.1. Introducción. Importancia de la resolución espacial, especialmente para la Astronomía. Limitaciones impuestas por la atmósfera terrestre. Medidas de resolución espacial (tamaño a media altura, energía encerrada) y concentración de energía (Relación de Strehl). Concepto de la Óptica Adaptativa (OA). Resumen de la historia del desarrollo de la OA. Resumen de los sistemas actuales.
- 1.2. La turbulencia atmosférica. La teoría de Kolmogorov de la turbulencia. Estructura en altura de la turbulencia (turbulencia debida a la cúpula del telescopio, la capa terrestre, y la tropopausa). Efecto de propagación de frentes de ondas a través de una capa fina de turbulencia, y su propagación al suelo. Desarrollo de la función de transferencia óptica (OTF) e introducción del parámetro de Fried. La imagen de corta y de larga exposición y cómo cambia según se aumenta la relación entre el diámetro de la apertura y el parámetro de Fried. El centelleo y su dependencia con la altura de las capas turbulentas. Descomposición de las aberraciones en modos de Zernike y de Karhónen-Loeve. Los coeficientes de Noll. Hipótesis de Taylor y estadística temporal de la turbulencia. Espectros de potencia para los modos de Zernike. La imagen en distintos regímenes de corrección, los 'speckles persistentes', artefactos debidos a errores ópticos (por ejemplo por errores de alineamiento de un espejo primario segmentado).

## Módulo 2: Subsistemas de la Óptica Adaptativa

- 2.1. Los sensores de frente de onda. El sensor Shack-Hartmann. Teoría de operación, relación señal-ruido de la medida. Realización práctica. El sensor de curvatura. El sensor de pirámide. Los detectores aptos para sensado de frentes de ondas.
- 2.2. El espejo deformable. Los espejos más comunes, su funcionamiento y características (rango, linealidad, histéresis y respuesta dinámica). Espejos bimorfos. Piezoeléctricos. Membrana. Micro-espejos. Las funciones de influencia de los actuadores, los modos de corrección de los espejos.
- 2.3. El sistema de Control. Algoritmos de recuperación del frente de onda. Análisis dinámico de un sistema de OA. Control modal, optimización de la respuesta. Filtro de Kalman. Hardware de control. Velocidad de procesado y flujo de datos. Procesadores, FPGA ('Field Programmable Gate arrays').
- 2.4. La óptica y la opto-mecánica. Requerimientos de diseño de un sistema de OA. Diseño de un sistema basado en parábolas fuera de eje, diseño de primer orden, análisis de aberraciones. Opto-mecánica de los elementos de un sistema de OA. Corrección de la dispersión atmosférica; correctores con prismas de Risley, y alternativas. Consideraciones de presupuesto de errores de la calidad de imagen.
- 2.5. El presupuesto de errores del sistema. Análisis de los errores para un sistema de OA.

## Módulo 3: Avances y perspectivas en Óptica Adaptativa

- 3.1. Estrellas de guía láser. Limitación de cobertura de cielo con estrellas naturales. Estrellas de guía láser, tipo sodio y Rayleigh. Limitaciones, medición de tip-tilt, anisoplanatismo focal, alargamiento de la imagen en el sensor de frentes de ondas por el tamaño de la capa de sodio, capas esporádicas de sodio. Tecnología de láser aplicables a estrellas de sodio y de Rayleigh. Transporte del haz de láser por espejos y por fibra óptica. Telescopios de lanzamiento
- 3.2. Propuestas de nuevos sistemas. La OA multi-conjugada ('MCAO'). Las técnicas orientadas a estrellas ('star oriented') o a capas ('layer oriented'). La MCAO con estrellas de guía láser. Los modos no detectados. Optimización del algoritmo de control. La OA de corrección de la capa superficial ('GLAO'). Mejora de la energía encerrada en un campo ancho con un solo espejo deformable. Limitaciones por la distribución en altura de la turbulencia. La OA multi-objeto ('MOAO'). Un mini-sistema de OA por cada objeto de interés en el campo. La OA de muy-alta rendimiento ('XAO'), perspectivas para la detección de exo-planetas, técnicas de coronografía.
- 3.3. La Óptica Adaptativa en el E-ELT de ESO
- 3.4. Aplicaciones de la OA en la Industria y la Medicina. El estudio del ojo humano asistido por la OA. Aplicación de la OA los láseres de alta potencia. Aplicación de la OA a las telecomunicaciones por láser.