



**Propuesta de Trabajo Fin de Grado del Doble Grado en Física y Matemáticas
(curso 2022-2023)**

Responsable de tutorización: Teresa E. Pérez Fernández

Correo electrónico: tperez@ugr.es

Departamento: Matemática Aplicada

Área de conocimiento: Matemática Aplicada

Responsable de cotutorización: Ana M. Yebra Rodríguez

Correo electrónico: ayebra@ugr.es

Departamento: Óptica

Área de conocimiento: Óptica

(Rellenar sólo en caso de que la propuesta esté realizada a través de un estudiante)

Estudiante que propone el trabajo: Manuel Cabrera Rodríguez

Título: Polinomios de Zernike. Aspectos Ópticos y Matemáticos

Número de créditos: 6 ECTS 12 ECTS

Tipología del trabajo (marcar una o varias de las siguientes casillas):

- 1. Revisiones y/o trabajos bibliográficos sobre el estado actual de aspectos específicos relacionados con la titulación
- 2. Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática de la titulación, a partir del material disponible en los centros
- 3. Trabajos experimentales, de toma de datos de campo, de laboratorio, etc.
- 4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio
- 5. Elaboración de un informe o un proyecto en el ámbito del grado de naturaleza profesional
- 6. Trabajos relacionados con las prácticas externas

Descripción y resumen de contenidos:

Los polinomios de Zernike fueron introducidos originalmente por Frits Zernike en 1934 [5] para describir la difracción de los frentes de onda en la formación de imágenes en contraste de fases. Matemáticamente, los llamados polinomios de Zernike son polinomios en dos variables ortogonales sobre el disco unidad, que se representan en coordenadas polares como producto de una parte radial por una angular. La parte radial son polinomios clásicos de Jacobi de parámetro variante y la parte angular son esféricos armónicos en dos variables: senos y cosenos.

Los polinomios de Zernike encuentran aplicaciones en la fabricación de aparatos en óptica de precisión, pues permiten caracterizar errores de orden superior observados en el análisis interferométrico para lograr alcanzar el rendimiento deseado del sistema. En optometría y oftalmología se utilizan para describir las aberraciones de la córnea o el cristalino a partir de una forma esférica ideal; en óptica adaptativa, donde pueden ser utilizados con eficacia para anular la distorsión atmosférica, permitiendo mejorar las imágenes en la astronomía IR o visual y las imágenes por satélite.

En este Trabajo Fin de Grado pretendemos estudiar los polinomios de Zernike en su marco matemático general, deduciendo las propiedades y características esenciales que los definen.

Además, analizaremos una de las principales aplicaciones de estos polinomios en óptica y optometría, que consiste en la descripción de la forma de frentes de ondas aberrados como suma de una serie de estos polinomios.

Actividades a desarrollar:

Durante la elaboración de este TFG se seguirán los pasos habituales en este tipo de trabajos.

- Elaboración de un plan de trabajo realista y exhaustivo.
- Establecimiento de un plan de tutorías semanales/quincenales para ir resolviendo las dudas que vayan surgiendo.
- Puesta al día en las materias relacionadas con el tema del trabajo.
- Recopilación de bibliografía adecuada, lectura y estudio personal, consultando las posibles dudas. Comienzo de la elaboración de la sección referencias.
- Realización de un catálogo con las herramientas matemáticas necesarias para su desarrollo.
- Comienzo del trabajo propiamente dicho: determinación y de los capítulos.
- Elaboración de los capítulos directamente en un procesador de textos científico.
- Conclusiones, introducción.
- Preparación de las transparencias de la exposición.
- Ensayos.

Objetivos planteados

Polinomios ortogonales bivariados

Polinomios de Zernike. Propiedades

Aplicaciones en Óptica y Optometría

Bibliografía

1. P. Artal, R. Navarro, Monochromatic Modulation Transfer Function of the human eye for different pupil diameters: An analytical expression, *Journal Optometry Society*, 11, 246-249, 1994.
2. S.N. Bezdid'ko, *Use of Zernike Polynomials in Optics*, *Soviet. J. Opt. Tech.*, 41, 425-429, 1974.
3. C. F. Dunkl, Y. Xu, Orthogonal polynomials of several variables, 2nd ed, *Encyclopedia of Mathematics and its Applications*, vol. 155, Cambridge Univ. Press, 2014.
4. V. N. Mahajan, *Teoría sencilla de las aberraciones*, segunda edición, Bellingham, Washington: Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE), 2012.
5. R. Montes Micó, *Optometría: Principios básicos y aplicación clínica*, Elsevier, 2011.
6. F. Zernike, *Beugungstheorie des Schneidverfahrens und Seiner Verbesserten Form, der Phasenkontrastmethode*, *Physica 1* (1934), 689-704.
7. W.T. Welford, *Aberrations of Optical Systems*, Taylor & Francis, 1986.

Firma del estudiante
(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

Firma del responsable de tutorización
(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

Firma del responsable de cotutorización (*en su caso*)
(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

En Granada, a 19 de mayo de 2022