



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** El principio Minimax de Courant-Fischer

**Descripción general** (resumen y metodología):

“Desde la aparición del clásico *Methods of Mathematical Physics* por Courant y Hilbert, los autovalores han ocupado una posición central en Matemática aplicada y en Ingeniería. Las vibraciones se encuentran por doquier en la naturaleza; cada vibración tiene una determinada frecuencia; estas frecuencias son los valores propios de cierto operador diferencial que describe el sistema físico.

Encontrar los valores propios de un operador no es siempre una tarea fácil.” (R. Bathia en la Introducción de [1]).

El principio de Minimax de Courant-Fischer proporciona una caracterización geométrica de los valores propios de un operador compacto y autoadjunto sobre un espacio de Hilbert (matriz hermitiana en el caso finito dimensional) sin referencia alguna a sus vectores propios o a su polinomio característico. Las consecuencias de este resultado son múltiples y ramificadas.

Actividad a Desarrollar:

Se comenzará con una búsqueda de información. Se utilizará para ello las referencias incluidas en la propuesta así como aquellas que pudieran aparecer al profundizar en dicho estudio. Posteriormente se realizará un estudio cronológico de los resultados relevantes así como un análisis más profundo del teorema en cuestión en sus diferentes versiones. Se preparará una demostración del Teorema extraída y/o motivada por las distintas demostraciones que aparecen en la literatura. Por último se buscará la repercusión de este resultado tanto en el ámbito de la física como en el de la matemática.

**Tipología:** Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

**Objetivos planteados:**

- Revisión histórica del Principio de Minimax y de sus consecuencias.
- Demostración detallada en el caso particular de matrices hermitianas.
- Búsqueda de aplicaciones del Principio de Minimax tanto desde el punto de vista de la Matemática como de la Física.

**Bibliografía básica:**

- [1] R. Bhatia, *Perturbation bounds for matrix eigenvalues*. Pitman Research Notes in Mathematics Series 162, Longman Scientific & Technical, Harlow; John Wiley & Sons, Inc., New York, viii+129 pp. (1987).
- [2] R. Courant, *Über die Eigenwerte bei den Differentialgleichungen der mathematischen Physik*. Math. Z. 7, no. 1-4, 1-57 (1920).
- [3] R. Courant, D. Hilbert, *Methods of Mathematical Physics*, first published in German by Springer, Berlin, 1924 and in an English translation by Wiley, New York, 1953.
- [4] E. Fischer, *Über quadratische Formen mit reellen Koeffizienten*, Monatsh. Math. Phys. 16, 234-249 (1905).
- [5] I.C. Gohberg, M.G. Krein, *Introduction to the theory of linear nonselfadjoint operators*.

Translations of Mathematical Monographs, Vol. 18 American Mathematical Society,  
Providence, R.I. xv+378 pp. (1969).

**Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

**Plazas:** 1

**2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** FRANCISCO JOSÉ FERNÁNDEZ POLO

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** ANÁLISIS MATEMÁTICO

**Correo electrónico:** pacopolo@ugr.es

**3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Ámbito de conocimiento/Departamento:**

**Correo electrónico:**

**4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**

**Nombre de la empresa o institución:**

**Dirección postal:**

**Puesto del tutor en la empresa o institución:**

**Centro de convenio Externo:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**