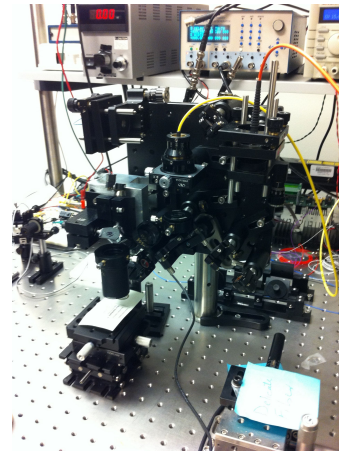


# Deconvolución Óptima de Mediciones de Fluorescencia

Proyecto de Tesis de Maestría  
Posgrado en Ingeniería Electrónica  
Asesores: Dr. Daniel Campos / Dr. Edgar Arce

## Motivación

El presente proyecto de tesis se enmarca en el trabajo de investigación conjunto Texas A&M University (TAMU) – UASLP que se ha venido dando desde el 2011. En el departamento de Ingeniería Biomédica de TAMU, dentro del grupo de trabajo del Dr. Javier Jo se ha desarrollado la instrumentación biomédica/óptica para medir a través de fluorescencia la composición química de una muestra de tejido; mientras que la UASLP, se ha enfocado en el desarrollo de algoritmos para procesar esta información e identificar los perfiles de fluorescencia de tiempo de vida de cada molécula en el tejido y cuantificar su contribución espacial [1]. En este contexto, el proyecto se enfoca en analizar las mediciones de fluorescencia, para extraer la respuesta que tendría el tejido analizado, después de la excitación óptica por medio de un laser; es decir se buscaría desarrollar un método para deconvolucionar la información de fluorescencia del tejido estudiado [2-5]. Éste algoritmo podrá ser utilizado para realizar enseguida una cuantificación más precisa de la composición química de la muestra biológica.



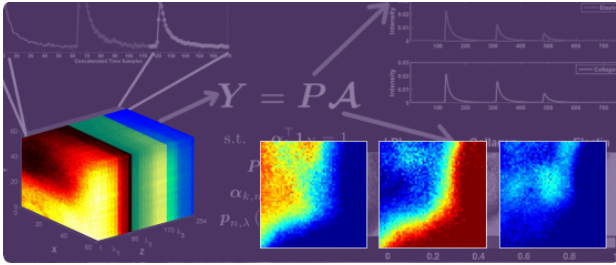
## Objetivo

Desarrollar y validar un algoritmo para estimar la respuesta al impulso de las muestras de fluorescencia de un tejido basado únicamente en la información de intensidad dentro de una muestra y que incluya restricciones de viabilidad física.

## Metodología

La respuesta fluorescente de un tejido a una excitación de un laser se modela por medio de un sistema lineal e invariante en el tiempo, por lo que éste proyecto busca estimar la respuesta al impulso a través de los datos discretizados de excitación y las mediciones de intensidad [2-5], en una primera etapa. En este sentido, es importante incorporar restricciones acerca de la monotonidad de la respuesta al impulso resultante, para que la solución tenga un sentido físico; lo cual se lograría al plantear el problema de estimación como un esquema de optimización cuadrático con restricciones [6]. En una segunda etapa, se buscaría plantear un problema “ciego” es decir, estimar solamente a través de las mediciones de intensidad tanto la respuesta al impulso como la entrada de excitación. Para esta segunda etapa, se emplearían técnica

de mínimos cuadrados recursivos [1], para proponer un algoritmo iterativo que no necesite la información de la entrada al sistema. Todos los algoritmos que se



desarrollarán en la primera y segunda etapas se validarán con datos experimentales provenientes de la colaboración con el Dr. Javier Jo de TAMU. En los primeros 6 meses del proyecto se desarrollaría la base teórica de la propuesta, para en los siguientes 6 meses realizar una

estancia en TAMU que permita validar experimentalmente la propuesta, y conocer la instrumentación y sus características.

### **Calendario de Actividades**

- i. *Junio-Agosto/2014*: revisar del estado del arte, y estudiar del planteamiento del problema de deconvolución en tiempo discreto. Atacar la deconvolución como un problema de optimización con restricciones y proponer soluciones numéricas bajo restricciones en la monotonidad de la respuesta al impulso.
- ii. *Septiembre-Diciembre/2014*: revisar el estado del arte, y estudiar el planteamiento del problema de deconvolución ciega, es decir sin la información de los datos de excitación. Cursar las 2 materias optativas y la materia de proyecto de tesis.
- iii. *Enero-Mayo/2015*: continuar con la revisión del estado del arte, y realizar una estancia en el departamento de ingeniería biomédica de TAMU por medio de una beca mixta del CONACYT. Proponer una solución al problema de deconvolución ciega, que incluya restricciones de viabilidad física y validar el algoritmo resultante experimentalmente con muestras de tejido. Evaluar la complejidad del algoritmo resultante y optimizar su implementación.
- iv. *Junio-Julio/2015*: redacción del documento de tesis .
- v. *Agosto/2015*: presentación de los exámenes previo y final de grado.

### **Materias por Cursar**

En el semestre Agosto-Diciembre/2014 se deben cursar 2 de las siguientes 3 materias, según sea la disponibilidad de cursos.

1. Detección y Estimación
2. Reconocimiento de Patrones
3. Procesamiento de Señales en Tiempo Real

### **Bibliografía**

- [1] O. Gutierrez-Navarro, Daniel U. Campos-Delgado, E. R. Arce-Santana, M. O. Mendez and Javier A. Jo, "Blind End-member and Abundance Extraction for Multi-spectral Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy Data", IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, Vol. 18, No. 2, pp. 606-617, 2014,
- [2] Javier A. Jo, Qiyin Fang, Thanassis Papaioannou and Laura Marcu, "Fast model-free deconvolution of fluorescence decay for analysis of biological systems", Journal of Biomedical Optics 9(4), 743-752, 2004.
- [3] Jing Liu, Yang Sun, Jinyi Qi and Laura Marcu, "A novel method for fast and robust estimation of fluorescence decay dynamics using constrained least-squares deconvolution with Laguerre expansion", Phys. Med. Biol. 57 (2012) 843-865.
- [4] Vasilis Marmarelis, "Identification of Nonlinear Biological Systems Using Laguerre Expansions of Kernels", Annals of Biomedical Engineering, Vol. 21, pp. 573-589, 1993
- [5] Georgios D. Mitsis and Saad Jbabdi, "Bayesian estimation of dynamic systems function expansions", 2010 4th International Symposium on Communications, Control and Signal Processing (ISCCSP), 3-5 March 2010.
- [6] Jorge Nocedal and Stephen J. Wright, Numerical Optimization, Springer-Verlag, 2nd Edition, 2006.