LABORATORIO AVANZADO 2020

Caracterización de pulsos láser ultracortos y su aplicación al estudio de sistemas de respuesta rápida

El desarrollo de láseres de pulsos ultracortos (en el rango de los picosegundos y femtosegundos) ha producido gran impacto en diferentes áreas de la física, la química y la biología. La implementación de técnicas de espectroscopía no lineal ultrarrápida permiten obtener información de procesos en sistemas complejos con resolución temporal del orden de los femtosegundos. Su campo de aplicación es tan amplio que va desde la fotofísica, la fotoquímica, la física de alta energía a la femtobiología y la medicina.

En particular, la técnica de espectroscopía de absorción ultrarrápida se basa en el sistema de “pump and probe” que consiste en excitar (“pump”) la molécula de interés con fotones de una longitud de onda determinada y luego medir la absorción de la muestra cuando se la ilumina con un espectro amplio de longitudes de onda (“probe”). La implementación de esta técnica permite monitorear la variación de absorción entre la muestra con excitación y sin ella en el rango temporal entre los femtosegundos y nanosegundos.

El estudio de procesos en esta escala temporal vuelve crucial la correcta caracterización espectral y temporal del pulso. Cuando se estudian pulsos del orden o menores a los picosegundos, los tiempos de respuesta de instrumentos como los fotodiodos, son relativamente lentos (del orden de los cientos de picosegundos). Para caracterizar pulsos ultracortos, una de las técnicas utilizadas es conocida como FROG (por Frequency-Resolved Optical Gating). La técnica consiste en generar, a partir del pulso a medir, dos pulsos, uno retrasado con respecto al otro, que se solapan espacial y temporalmente en un cristal no lineal. Si, además, los dos pulsos inciden en el cristal con las energías y ángulos adecuados, se generan procesos no lineales que son detectados con un espectrómetro. A partir de la medición del espectrograma, que consiste en registrar el espectro en función del retraso entre los dos pulsos que inciden en el cristal, se pueden obtener el ancho temporal y espectral, además de la fase del pulso.

La propuesta de trabajo para el estudiante se divide en dos objetivos:

1) En una primera etapa se propone construir y poner en funcionamiento un dispositivo FROG para medir pulsos ultracortos de un láser de Ti:Sapphire. Para ello, el estudiante se involucrará en temas de óptica no lineal, manipulación de pulsos ultracortos, entre otros temas.

2) En una segunda etapa el objetivo será caracterizar la absorción transitoria de colorantes “dye” en solución y monitorear posibles transferencias de energía electrónica entre las moléculas de diferentes colorantes en solución y el movimiento rotacional de dichas moléculas. El estudiante aplicará los conceptos adquiridos en la primera parte de la propuesta y avanzará en temas relacionados con el análisis de los datos adquiridos como así también en los detalles de la implementación de la técnica, la alineación y registro de los espectros.

Responsable de la práctica:

Pablo Knoblauch

pablok@cab.cnea.gov.ar

Grupo huesped: Laboratorio de Espectroscopía ultrrápida