

## ESPECTRÓMETRO ÓPTICO

A. PÉREZ, A. LARA

*Departamento de Ingeniería Electrónica. Escuela Politécnica Superior de Gandía. Universidad Politécnica de Valencia. 46730 Grao de Gandía, Valencia. España.*

*Se pretende realizar un equipo que represente el espectro óptico de una radiación luminosa sobre la pantalla de un PC. Todo el equipo se ha diseñado de manera que el costo global sea lo suficientemente bajo como para poder dotar con el mismo a varios puestos de trabajo del laboratorio.*

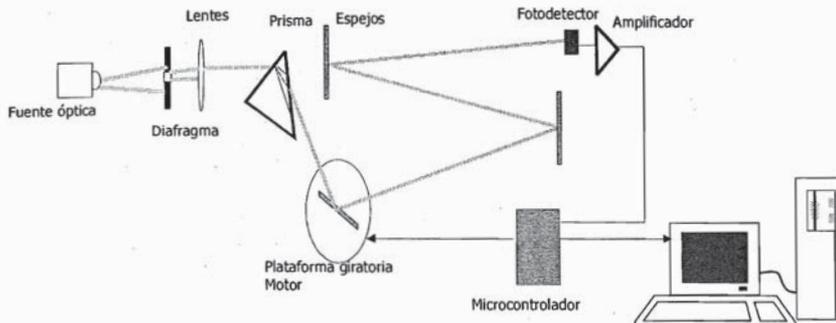
### 1. Introducción

La necesidad de contar con un espectrómetro óptico surge a partir de la inclusión de la asignatura Optoelectrónica en el plan de estudios de la Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones especialidad en Sistemas Electrónicos. En esta asignatura se estudian diferentes fuentes de luz (leds, láser, lámparas de mercurio, sodio, incandescentes etc...) desde el punto de vista del espectro que emiten, así como diferentes dispositivos para detectar estas radiaciones luminosas (fotodiodos, fototransistores, CCDs ...). El alumno que cursa esta asignatura deberá de tener una idea clara de qué espectro está emitiendo cada una de las fuentes de luz estudiadas y qué dispositivos son los más adecuados para realizar la detección de éste. Por desgracia los instrumentos comerciales que permiten realizar este estudio son excesivamente caros [1] por lo que resulta imposible dotar a todos los puestos del laboratorio de uno de estos equipos para poder realizar las prácticas oportunas. Además estos instrumentos ofrecen unas prestaciones mucho mayores de las que se requieren en estas prácticas.

El espectrómetro que se ha desarrollado va a permitir representar en la pantalla de un PC las líneas espectrales de las diferentes fuentes luminosas estudiadas. Además se ha implementado de manera que el alumno tenga acceso al sistema óptico que utiliza para que pueda ver in situ la manera en la que este sistema realiza la dispersión de la onda y la detección de la potencia luminosa para cada una de las diferentes componentes espectrales. El diseño de este equipo se ha realizado escogiendo los componentes que minimicen el coste final, para de esta manera poder realizar tantos módulos como puestos hay en el laboratorio.

### 2. Esquema del espectrómetro

El equipo que se ha construido consta de cuatro sistemas diferentes: el sistema óptico, el de detección, el de control y el interface con el PC. En la figura se muestra el esquema del equipo desarrollado.



**Figura 1:** Esquema del espectrómetro

## 2.1 Sistema óptico

Existen varias formas de realizar la separación de un rayo luminoso en sus componentes espectrales. Se podría realizar utilizando una red de difracción, un interferómetro, un monocromador o un prisma. Se despreció el caso del interferómetro y el monocromador debido a que encarecían el precio del equipo, por lo que se estudiaron detenidamente las otras dos posibilidades. Una red de difracción provoca una gran dispersión de las componentes espectrales pero se hace necesario la utilización de filtros ya que se solapan los espectros de distinto orden, lo cual lleva de nuevo al encarecimiento del sistema. Así pues nos decidimos a utilizar un prisma el cual introduce menor dispersión que la red de difracción pero no necesita utilizar filtros.

La función que realiza el prisma [2] es la de dispersar el rayo luminoso incidente en sus diferentes componentes espectrales. Esto se produce gracias a que el índice de refracción del prisma depende de la longitud de onda de la radiación incidente, de manera que diferentes longitudes de onda viajarán por el interior del prisma con diferente velocidad y saldrán del mismo con diferentes ángulos. Estos ángulos de salida dependen tanto de la longitud de onda como del ángulo de incidencia.

El prisma necesitará un conjunto de lentes que se encargarán de colimar el rayo luminoso de manera que incida con un ángulo predeterminado. Este ángulo se ha obtenido partiendo del hecho de que se van a estudiar espectros comprendidos entre los 350nm y los 1100nm. Haciendo los cálculos oportunos se obtuvo que el ángulo de incidencia debía ser de  $31^\circ$ .

Además del prisma y las lentes se hace necesario utilizar un conjunto de espejos que direccionan el rayo hacia el detector. Uno de estos espejos se monta sobre una base giratoria controlada por el sistema de control.

## 2.2 Sistema de control

Este sistema se encarga de controlar la incidencia sobre el detector de los distintos rayos que se obtienen a la salida del prisma. Para ello utiliza un motor con una caja reductora que permitirá girar el sistema óptico para hacer incidir cada una de las diferentes componentes espectrales sobre el fotodetector. El paso mínimo que permite la caja reductora es de  $0,036^\circ$  lo cual nos permite obtener hasta 220 ventanas espectrales en el rango de longitud de onda

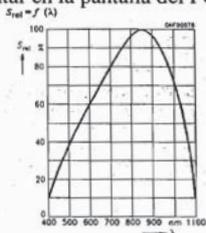
preestablecido. El control del motor lo realiza un microcontrolador el cuál se encarga de la adquisición de las muestras del fotodetector.

### 2.3 Sistema de detección

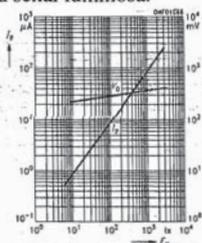
Se halla formado por el fotodetector, y la electrónica necesaria para la amplificación de la señal recibida. Como fotodetector se ha escogido un fotodiodo BPW34B ya que cubre el rango de longitudes de onda establecido y posee una linealidad aceptable. Este fotodiodo obtiene una corriente linealmente proporcional al flujo luminoso incidente. La Sensibilidad de este dispositivo depende de la longitud de onda tal y como muestra la Gráfica 1. Para corregir las desviaciones que provoca esta dependencia se han introducido en el microcontrolador los factores de corrección oportunos. En la Gráfica 2 se muestra la respuesta de este fotodetector frente a la luminancia. La amplificación la corriente generada en el fotodiodo se realiza a través de un amplificador de transimpedancia seguido de un amplificador de instrumentación.

### 2.4 Interface con el PC

El interface con el PC se realiza a través del bus RS232. Se utiliza el programa Labview para representar en la pantalla del PC el espectro de la señal luminosa.



Gráfica 1. Sensibilidad del fotodetector



Gráfica 2. Respuesta Intensidad/luminancia y Tensión/luminancia del fotodetector

## 3. Resultados

Se pretenden realizar dos tipos de prácticas con este equipo. Por una parte la visualización de los espectros de diferentes fuentes luminosas: leds, láseres, lámparas de incandescencia, de mercurio, de sodio etc...

El segundo tipo de prácticas se basa en realizar un primer estudio de algunas técnicas espectroscópicas [3] a través de la detección de diferentes sustancias orgánicas disueltas en un líquido. Para ello se hace incidir un haz luminoso sobre una probeta en la que se ha depositado una disolución orgánica. Según sea la composición de esta disolución se absorberán unas determinadas componentes espectrales por lo que el alumno podrá averiguar la composición de la misma estudiando el espectro del rayo que se obtiene tras atravesar la probeta.

#### 4. Conclusiones

Se ha realizado un equipo barato que permite la visualización del espectro de una onda luminosa. Este equipo permitirá la realización de diferentes prácticas de la asignatura de Optoelectrónica con las cuales se pretende que el alumno se acerque a las técnicas de espectroscópicas.

#### Referencias

- [1] Test and Measurement Catalog 2000, Agilent Technologies.
- [2] J. Casas. Óptica. 2 De. Zaragoza, 1995.
- [3] Gerald D. Fasman. Practical handbook of biochemistry and molecular biology Boca Raton, Florida : CRC Press, 1990.