

CURSO "ELECTRÓNICA PARA LA OPTICA".

V. Fajer y J.L. Díaz¹.

Centro de Desarrollo de Equipos e Instrumentos Científicos (CEDEIC).

RESUMEN

El presente curso está destinado a físicos y especialistas que requieren conceptos y herramientas básicas para aplicar en los experimentos, mediciones e investigaciones con instrumentos ópticos. Está compuesto de las siguientes partes: fotodetectores, dispositivos semiconductores con junturas, tubos fotomultiplicadores, celdas de Faraday, amplificadores sincronizados y polarímetros automáticos. Se inicia con las definiciones, clasificación y características generales de los fotodetectores y los criterios para su elección en las aplicaciones específicas. Se incluye una parte relativa a los diversos tipos de fotodiodos con sus características distintivas, se describen los fotomultiplicadores destacando su vigencia y gama de aplicaciones. Se describen las características de las celdas de Faraday empleadas como moduladores y el importante uso de los amplificadores sincronizados en los experimentos e instrumentos ópticos. Finalmente se analiza un polarímetro automático como instrumento óptico complejo donde se aplican los aspectos abordados en el curso. El curso incluye un conjunto de prácticas de laboratorio.

ABSTRACT

This course is devoted to physicists and specialists that need basic concepts and tools for applying in experiments, measurements and research with optical instruments. It is composed by the following parts: photodetectors, semiconductor devices, photomultiplier tubes, Faraday cells, lock-in amplifiers and automatic polarimeters. It is initiated defining and classifying the general characteristics of the photodetectors and selection criteria in specific applications. A part relative to the different type of photodiodes is included, the photomultipliers are also described emphasizing its applications. Faraday cells employed as modulators are described and the important use of the lock-in amplifiers in the experiments and optical instruments. Finally, an automatic polarimeter is analyzed as a complex optical instrument where there are applied the previous concepts of the course. Laborite practices are also included in the course.

INTRODUCCIÓN Y CONTENIDO

El hecho de la especificidad de los fotodetectores y los requisitos de los experimentos ópticos aconsejan un tratamiento diferenciado del aprendizaje de la electrónica destinada a estos fines. lo que constituye el objetivo fundamental del presente curso de postgrado. En las primeras conferencias se aborda el estudio de los fotosensores (Boropay, 1988), y los circuitos electrónicos típicos (Burr-Brown, 1987) de acoplamiento. De todo el universo de fotosensores (Melles-Griot, 1998) se dedica el estudio más profundo a dos tipos de uso muy difundido: los fotodiodos y los fotomultiplicadores electrónicos. En ambos casos se estudian fundamentalmente: sus características de explotación, sus circuitos equivalentes, los ruidos y señales y el acoplamiento con los circuitos electrónicos de elaboración y manipulación primaria de las señales (pre amplificador).

Del resto de los fotosensores se ha hecho una selección entre los más utilizados en la práctica actual y sobre ellos en la primera parte se hace una descripción breve. En todos los casos los aspectos más particulares de la física de funcionamiento se han omitido. En ocasiones, no obstante se ha hecho

necesario analizar brevemente algunas cuestiones de la física de funcionamiento necesarias para comprender algunas particularidades del dispositivo en cuestión.

Dos conferencias están dedicadas al estudio de los fotosensores de juntura (fotodiodos, fotoceldas, fototransistores, fototiristores, etc. (Hamamatsu, 1991)(ORIEL, 1997), e los cuales se estudiarán con más detalle los fotodiodos. Otras dos conferencias se dedican al estudio de los fotomultiplicadores electrónicos (Hamamatsu, 1998).

Los moduladores son dispositivos comúnmente empleados en las instalaciones experimentales e instrumentos ópticos debido a la necesidad del análisis de las señales luminosas mediante señales de corriente alterna para su traslado a circuitos electrónicos analógicos y digitales, esto permite seleccionar la frecuencia de trabajo más adecuada a la aplicación específica.

Entre los moduladores empleados en óptica se encuentran los interruptores mecánicos, los moduladores electroópticos como los que emplean el efecto Kerr y los moduladores magneto-ópticos como las celdas de Faraday. Debido a su simplicidad

¹ e-mail: cedeic@ceniai.inf.cu, vfajer@ff.oc.uh.cu

constructiva y su amplio espectro de aplicaciones concentraremos nuestro estudio en este tipo de modulador lo que constituye un importante objetivo de estudio

Una prioridad del curso lo constituye el estudio de los amplificadores sincronizados por su uso difundido en óptica, el mencionado estudio se expone en dos conferencias. El nombre "amplificador sincronizado" sugiere a muchos ingenieros un filtro de rastreo o un oscilador con la fase atada. Sin embargo, sería más apropiado asociar el amplificador a un demodulador sincrónico o a un detector sensible a la fase.

Realmente, el amplificador sincronizado(as) es un voltímetro especializado de C.A. que usa la demodulación sincrónica para medir la intensidad o fase de la señal, incluso bajo severas condiciones de ruido, esto es cuando la relación señal ruido se aproxima a 130 dB. Sensibilidad a plena escala de 10 nV o 0,1 pA son típicas. El instrumento puede ser utilizado en cualquier caso que la señal de interés pueda ser sincronizada con o derivada de una señal de referencia adecuada. La salida del as ,un voltaje de CD sensible a la fase proporcional a la señal, está

disponible para registradores o para su procesamiento posterior. También puede utilizarse como señal de control en un servo-sistema de lazo cerrado.

Para observar la aplicación de los fotodetectores y de los circuitos estudiados en un instrumento óptico complejo se escogió un polarímetro automático para estos fines (Fajer,1998). Los polarímetros son instrumentos que realizan la medición del giro del plano de polarización de la luz linealmente polarizada, después de atravesar una sustancia ópticamente activa. Esto les permite determinar la concentración de sustancias tales como glucosa, aceites esenciales y más de cien materias primas y productos farmacéuticos, siendo de gran utilidad en la industria azucarera, farmacéutica, en laboratorios clínicos (Fajer, 1989), (Fajer,1996) y otras ramas del análisis químico y bioquímico.

En dos conferencias se presentan algunos de los circuitos electrónicos del polarímetro automático LASERPOL-101 desarrollados en el Centro de Desarrollo de Equipos e Instrumentos Científicos (CEDEIC) de Cuba. Este instrumento tiene como principio de trabajo el sistema magneto-óptico.

REFERENCIA

Boropay,E.,P,Torpachev, P.A.,(1988): Technica Fotometric Visokogo Amplitudnovo Razresheniya. Universitetskoe. Minsk (en ruso).

Burr-Brown P.,(1987): Photodiode Monitoring with OPAMPS. The Handbook of linear IC Applications :192-201.

Fajer, V., N. Duarte, E. D'Angelo, O. Bravo y D Chao (1989): Automatic Polarimeter LASERPOL 1 with He-Ne Laser for urinary glucose. Revue roumaine de Physique. Nos. 7-9, tomo 34.

Fajer V., 1996: Laser polarimeters: Overview of recent developments, design and applications. Journal of laser applications 8, 43-53.

Fajer V., Duarte N.,López J.C.,Torres R., Colomé T.,Combarro A., Díaz J.L.,(1998) Electronic polarimeter. U K Patent. GB2286244A.

Hamamatsu,1991:Photodiodes . Infrared detectors. CdS Photoconductive Cells

Hamamatsu,1998: Photomultiplier Catalogue.

Melles-Griot,1998:Optical Guide.

ORIEL,1997: Light Sources, Monochromators, detection Systems. Vol II.