



Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA
EQUIPAMIENTO

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO
LABORATORIO DE ÓPTICA APLICADA

El laboratorio cuenta con:

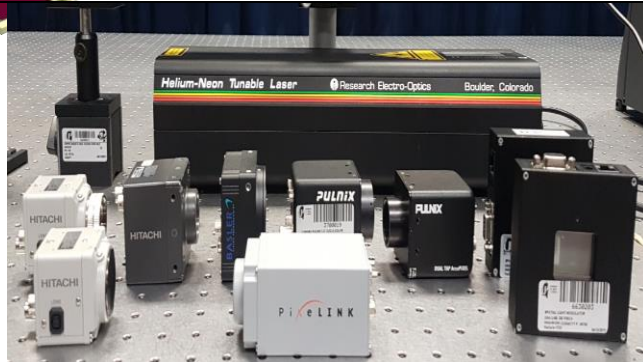
1. Sistemas holográficos para la medición de muy alta precisión de deformaciones en superficies.
2. Arreglos experimentales para realizar investigaciones en interferometría y holografía
3. Sistemas para extensión de la profundidad de campo y corrección de diferentes aberraciones.

Los trabajos de investigación del grupo incluyen la fabricación de arreglos experimentales aplicando técnicas de codificado del frente de onda, holografía y metrología óptica. Los estudios realizados permiten aplicar los resultados de investigación en diferentes áreas como investigación médica, instrumentación, medición, etc.



Refractómetro de Pulfrich

El refractómetro de Pulfrich es útil para la medición del índice de refracción de muestras sólidas o líquidas. Con gran cuidado en el uso del instrumento y con los ajustes mejores posibles, se alcanza una precisión del orden de 1×10^{-4} en el índice de refracción.



Cámaras CCD, CMOS y Pantallas de cristal liquido

Sensores que incorporan la tecnología CCD y CMOS para la captura de imágenes en los arreglos experimentales. Las características incluyen un amplio rango dinámico con alta sensibilidad sobre las partes visibles y cercanas del espectro IR, una interfaz, reinicio asíncrono y un obturador controlado sin ancho de pulso. Las aplicaciones incluyen visión artificial, sistemas inteligentes de transporte, inspección de frutas, imágenes médicas, medición, reconocimiento de caracteres, vigilancia y análisis de fallas.



Mesas Holográficas.

2 mesas holográficas: 1 de dimensiones de 90 cm ancho por 90 cm de largo y una de 1.50 m de ancho por 4.27 m de largo.

Universidad Politécnica de Tulancingo

DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA

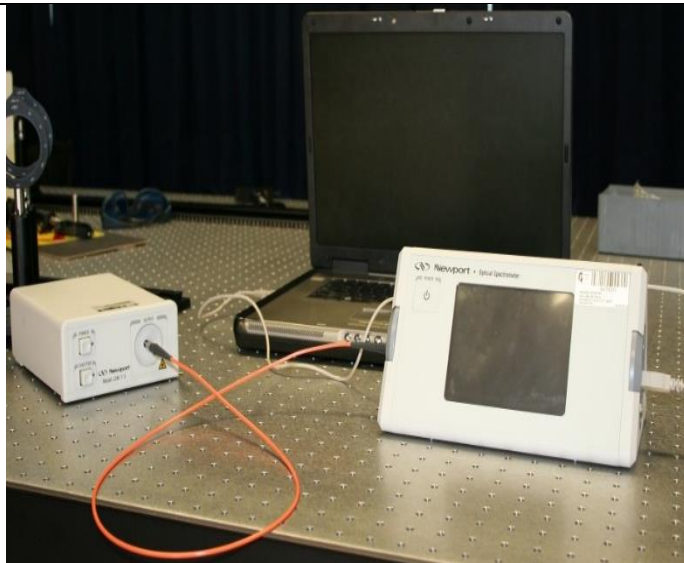
EQUIPAMIENTO



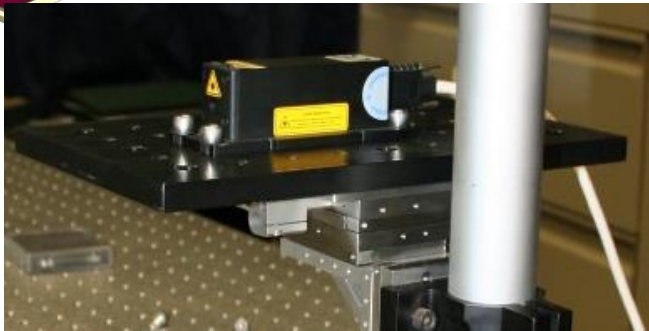
Fuentes de luz en la región del ultravioleta, visible e infrarrojo. Las fuentes de luz de la lámpara de arco tienen una salida con algunas líneas prominentes en el infrarrojo cercano, lo que las hace útiles para muchas aplicaciones de espectroscopía. Los arcos pequeños y brillantes tienen ventajas significativas para la colimación y la irradiación intensa.



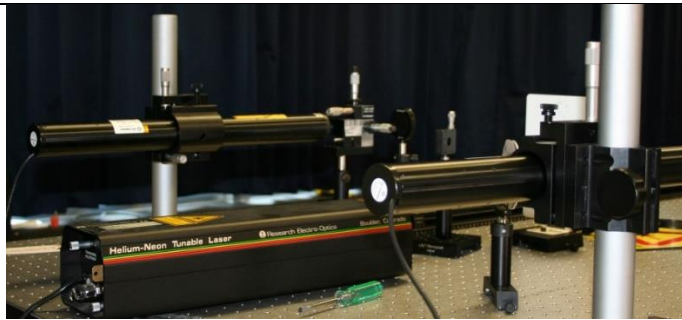
Anillos de luz que se utilizan para proporcionar una iluminación uniforme y radial alrededor de una lente de imagen para aplicaciones ópticas o de imagen. Las luces de anillo LED se montan alrededor de una lente de imagen, dirigiendo la luz hacia un objeto examinado. Las luces de anillo LED producen una luz uniforme, colocada directamente, que es ideal para reducir las sombras.



Espectrómetro en la región UV-Vis y en la región del infrarrojo medio de la compañía Newport utilizados para la caracterización de la absorción lineal de muestras tanto líquidas como sólidas en las regiones del espectro electromagnético ultravioleta, visible e infrarrojo medio.



Láser de estado sólido bombeado por diodo de 640 nm (Excelsior-640C-100-CDRH, Spectra Physics). Tecnología basada en diodos con potencias de salida de 16 a 100 mW. Las longitudes de onda se generan directamente a partir de un chip de ganancia de semiconductores para reducir los costos operativos, aumentar el uso de por vida y minimizar los requisitos de espacio.



2 láser Helio- Neón que emiten a 632.8 nm. Es un láser de gas pequeño con muchos usos industriales y científicos. Estos láseres se usan principalmente en la porción roja del espectro visible. La línea de láser de helio y neón de tiene potencias de salida estables de 0,5 a 35 mW y un haz gaussiano fundamental.



Láser Helio-Neon Sintonizable modelo 30602 de la compañía Research Electro-Optics, ajustable genera salidas polarizadas linealmente 500: 1 a cinco longitudes de onda seleccionables: 543 nm, 594 nm, 604 nm, 612 nm y 633 nm. La frecuencia del modo longitudinal es de aproximadamente 428 MHz.



Sistema telescópico para la detección de contaminantes en el aire con dos configuraciones: Newtoniano y Cassegrain. Telescopio reflector de de gran alcance. Apto para una amplia gama de aplicaciones. La precisión de las superficies ópticas en los tubos Mewlon es al menos de $\lambda/20$. Este estándar de calidad induce una fuerte concentración de la luz en el disco de Airy, imagen física de una estrella se ve a través de cualquier sistema óptico. Gracias a esta calidad óptica, las imágenes estelares son más definidas y contrastadas. El espejo primario Mewlon, de gran tamaño en comparación con la abertura efectiva, se instala en una celda del espejo especialmente diseñado para evitar tensiones que a veces generan astigmatismo.



Sistema telescópico

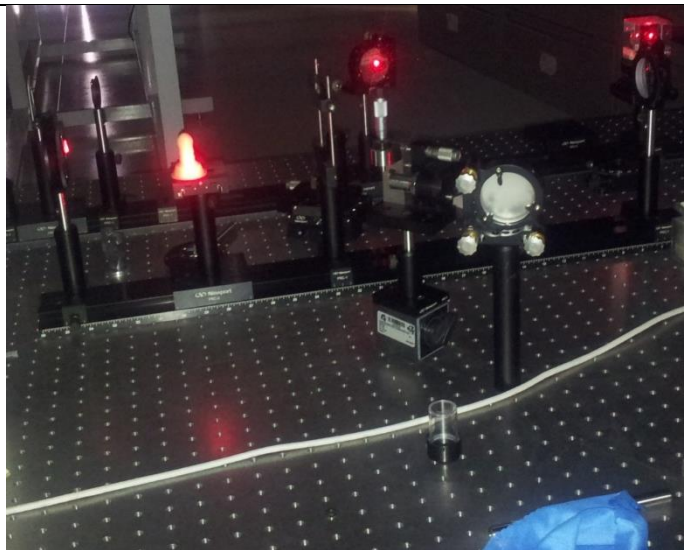
Telescopio newtoniano Celestron AstroMaster 114EQ reflector, cuenta con una óptica de vidrio totalmente recubierta, dos oculares, un buscador de puntos rojos StarPointer y un trípode ajustable.

ÓPTICA DE 114MM DE ALTA CALIDAD: Espejo primario de 114 mm totalmente recubierto. El montaje AstroMaster cuenta con dos perillas de control de cámara lenta que le permiten realizar ajustes de precisión.



Microscopio en el rango Visible marca Mitutoyo

El equipo usa una cámara digital conectada a la computadora. El sistema óptico amplifica desde 10 hasta 8000 veces la muestra. Sobre la platina se observa una muestra de una oblea de Silicio para la fabricación de microcircuitos.



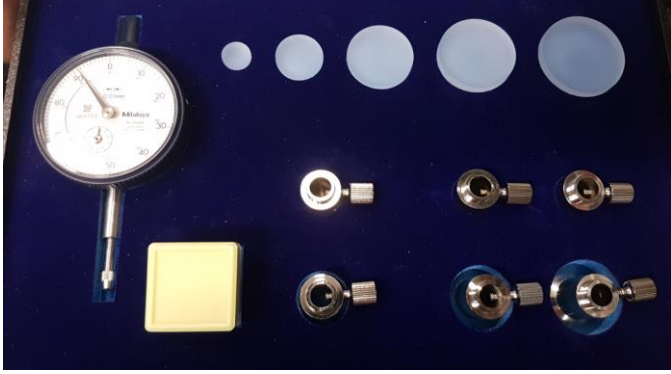
Sistemas holográficos para la medición de muy alta precisión de deformaciones en superficies.



Láser BioRay

Diodo láser de alto rendimiento de Coherent haz elíptico que emite en una longitud de onda de 640 nm. Diseño modular que utiliza los principales diodos láser de la industria. La óptica de vidrio de alta calidad y la electrónica de conducción sofisticada proporcionan la potencia y el control a su aplicación para mejorar la velocidad de medición y señal a ruido. Las características incluyen haces elípticos o generadores de línea láser para satisfacer las

Universidad Politécnica de Tulancingo DOCTORADO EN OPTOMECASTRÓNICA **EQUIPAMIENTO**

	necesidades de su aplicación. son ideales para una variedad de aplicaciones de alineación, visión artificial y biomédicas.
	Láser BioRay Diodo láser de alto rendimiento de Coherent haz elíptico que emite en una longitud de onda de 488 nm. Diseño modular que utiliza los principales diodos láser de la industria. La óptica de vidrio de alta calidad y la electrónica de conducción sofisticada proporcionan la potencia y el control a su aplicación para mejorar la velocidad de medición y señal a ruido. Las características incluyen haces elípticos o generadores de línea láser para satisfacer las necesidades de su aplicación. son ideales para una variedad de aplicaciones de alineación, visión artificial y biomédicas.
	2 Fuentes de luz con perfil ultra fino para la instalación fácil en espacios pequeños, con zona de trabajo grande e iluminación uniforme. Iluminación de borde que se caracteriza por su alto brillo y bajo rendimiento térmico.
	Esferómetro óptico de la marca Mitutoyo. El juego incluye seis cabezales de medición para medir radios de superficie que van desde 2.5 mm a 1000 mm. El diámetro de muestra más pequeño que se puede probar es un convexo de 4 mm o un cóncavo de 8 mm. El radio es una función del tamaño del cabezal de medición utilizado y la lectura del indicador de cuadrante.

Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA
EQUIPAMIENTO



Controlador para Láser BioRay. Controlador láser con bloqueo de teclas CDRH compatible con los láser en diferentes longitudes de onda.



Medidor de espesor marca Shars. es una herramienta práctica y conveniente para medir el espesor. Es con alta precisión y pantalla digital LCD. Rango: 0-15 mm / 0-6 pulgadas Resolución: 0.01 mm.



Universidad Politécnica de Tulancingo

DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA

LABORATORIOS

LABORATORIO DE SISTEMAS DE VISIÓN POR COMPUTADORA

El laboratorio de Sistemas de Visión por Computadora fue creado en septiembre del año 2017, pertenece a la División de Posgrado de la Universidad Politécnica de Tulancingo, está ubicado dentro de las instalaciones del edificio “Instituto de Investigaciones Científicas y Desarrollo Tecnológico”. Se encuentra bajo la dirección de la Dra. Carina Toxqui Quitl. El enfoque principal de trabajo de este laboratorio ha sido el desarrollo de métodos y algoritmos que son aplicados en temas investigación científica, basados en técnicas avanzadas de procesamiento digital de imágenes y visión por computadora. Además, entre sus actividades se encuentra la generación del conocimiento sobre nuevos métodos de adquisición de imágenes, segmentación y análisis. Otra de las funciones de este laboratorio es la difusión científica entre la comunidad universitaria, contribuyendo en la formación académica y profesional de los estudiantes de ingeniería y/o de posgrado de esta casa de estudios a través de prácticas o desarrollo de tesis.

Dentro del equipo que destaca en este laboratorio se encuentra:

- Microscopio profesional en el rango óptico
- Bases mecánicas con control universal.
- Sistemas de Visión por Computadora para el control de calidad de objetos.
- Sistemas hiperespectrales para el análisis químico de muestras biológicas e industriales Espectrómetro FTIR.
- Cámara Térmica.
- Cámaras profesionales.

Los recursos antes mencionados son utilizados en el desarrollo científico y tecnológico, encontrándose a la disposición de la comunidad universitaria.



Foto 1. Acceso al laboratorio de Sistemas de Visión por Computadora

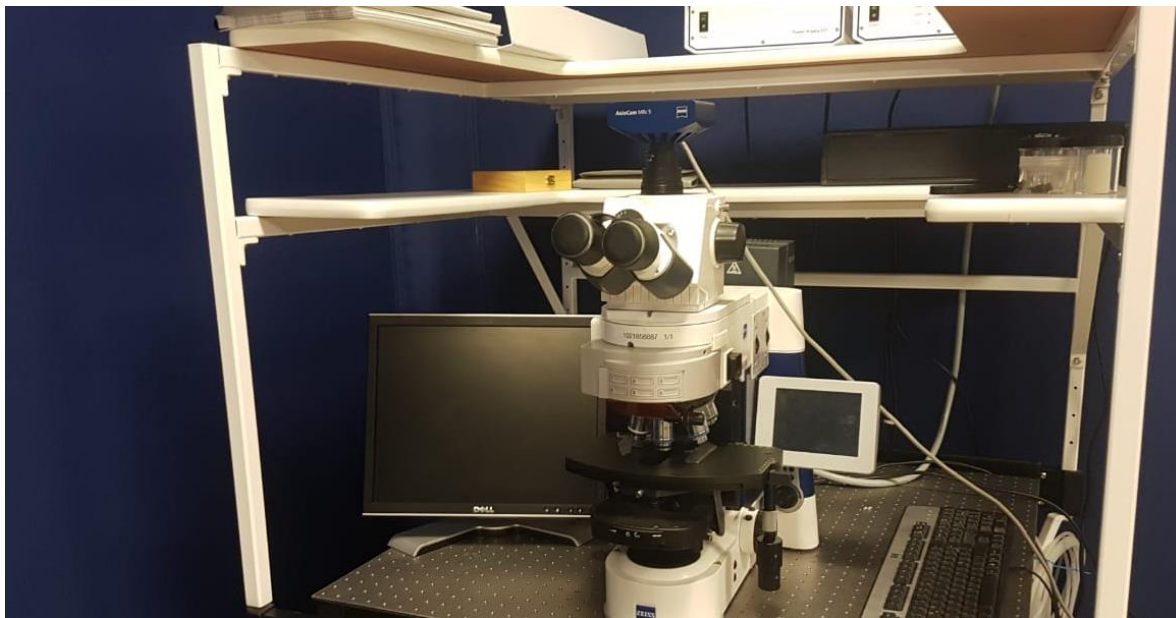


Foto 2. Microscopio en el rango óptico marca Zeiss.

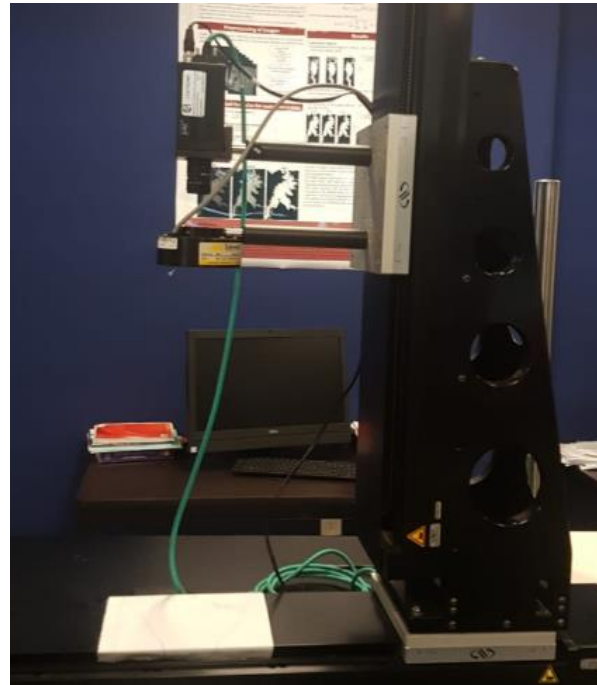


Foto 3. Bases mecánicas con controlador universal.



Foto 4. Laboratorio de Sistemas de Visión por Computadora.



Foto 5. Utilización de la cámara térmica para desarrollo de Tesis.



Foto 6. Adquisición de imágenes mediante sistema hiperspectral.

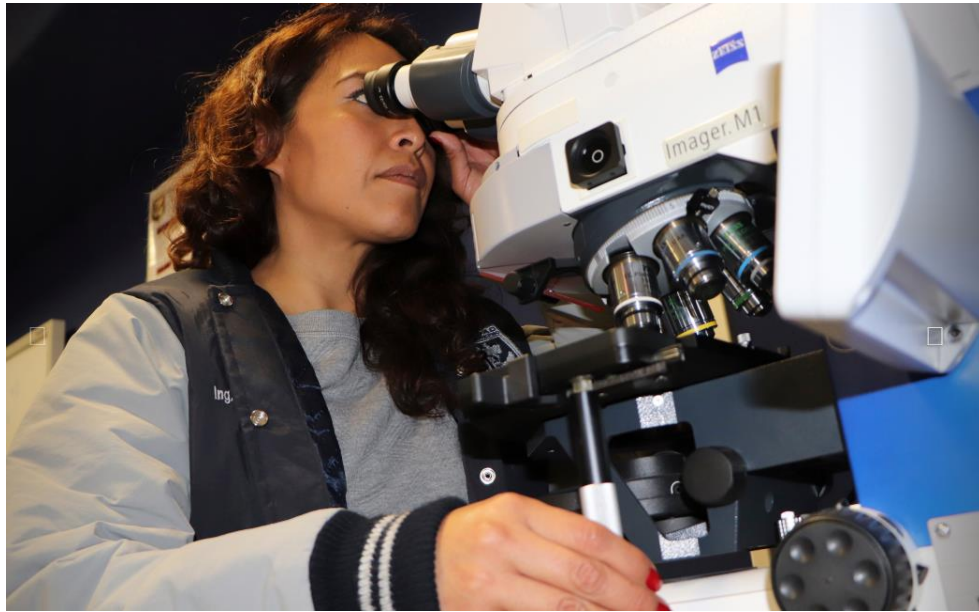


Foto 7. Inspección de muestras biológicas.



Foto 8. Laboratorio de Sistemas de Visión por Computadora.



Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA
LABORATORIOS



Foto 9. Prácticas de alumnos de ingeniería atendidos en el laboratorio de Sistemas de Visión por Computadora.

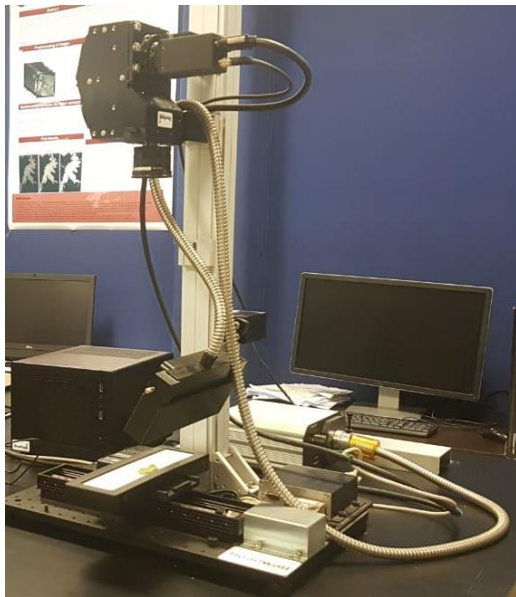
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO

LABORATORIO DE SISTEMAS DE VISIÓN POR COMPUTADORA

El Laboratorio cuenta con:

1. Sistemas de visión por computadora para la adquisición, procesamiento y análisis de señales e imágenes digitales. Los proyectos de investigación que se desarrollan con estos equipos están orientados al monitoreo automático para el control de calidad de objetos en una línea de producción.
2. Sistemas hiperspectrales para el análisis de la composición química de materiales y muestras biológicas.
3. Equipo microscópico para la investigación, medición de muestras y control de materiales.

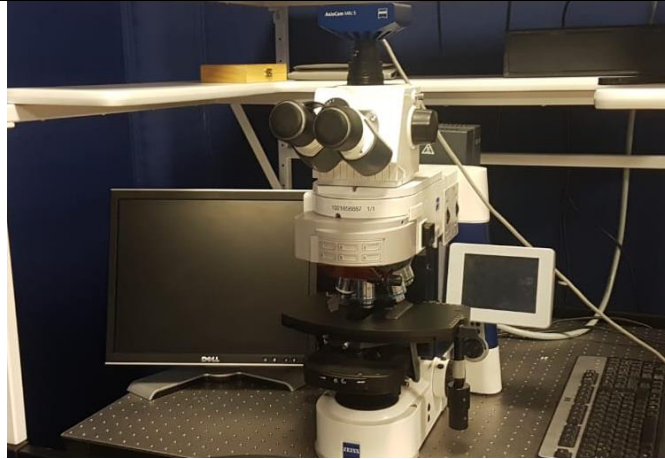
Con este equipo se puede hacer investigación básica y aplicada en las áreas de Microscopia, Espectroscopia y Procesamiento óptico-digital de información. Las aplicaciones van desde la industria metal mecánica hasta el área médica.



Sistemas hiperspectrales para el análisis químico de muestras biológicas e industriales.

Esta cámara, también denominada como espectrómetro de imagen, permite realizar el registro simultáneo de cientos de imágenes en las porciones del espectro de 400 a 1000 nm. Debido a que cada imagen es registrada en intervalos de 0.75 nm y contiene la información de la energía reflejada por una muestra particular, con el uso de este instrumento se pueden identificar y clasificar cualquier material de la naturaleza en base a su espectro de energía reflejado.

EQUIPAMIENTO



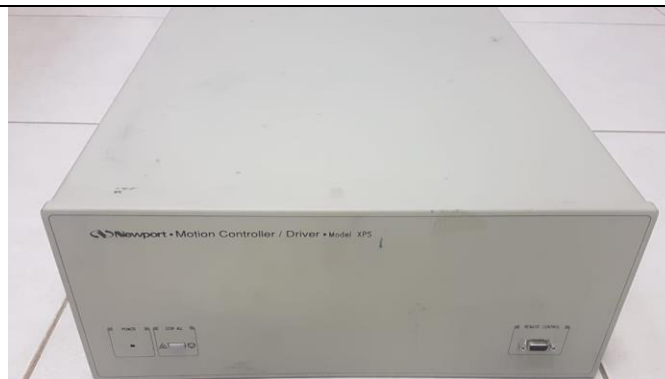
Microscopio en el rango óptico.

El sistema microscópico modelo AX10 de la compañía ZEISS permite obtener imágenes de muestras biológicas en el visible y ultravioleta para su caracterización, medición y análisis. El sistema utiliza cuatro técnicas de iluminación: campo brillante, campo oscuro, contraste de fase y DIC.



Cámara Térmica

Modelo P65 de la compañía Flir systems, utilizada para observar imágenes en el infrarrojo



Controlador Universal

Controlador de movimiento XPS de alto rendimiento de 8 ejes de la próxima generación, capaz de controlar una variedad de tipos de motores y ejecutar movimientos complejos a través de la interfaz Ethernet TCP / IP de alta velocidad.



Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA
LABORATORIOS

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO
LABORATORIO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El laboratorio de Inteligencia Artificial es de reciente creación, pertenece a la división de posgrado de la Universidad Politécnica de Tulancingo. Actualmente, el Dr. César Joel Camacho Bello es el responsable del laboratorio. Tiene como objetivo investigar y desarrollar nuevas aplicaciones relacionadas con la inteligencia artificial, así como la formación de académica y profesional mediante el desarrollo de prácticas y tesis de los programas educativos de posgrado, en especial a los estudiantes de Computación Óptica, Automatización y Control, Desarrollo de Software, Optimización de procesos y el Doctorado en Optomecatrónica. El laboratorio se encuentra ubicado en la planta alta del Edificio C de Posgrado.



Foto 1. Acceso al laboratorio de Inteligencia Artificial



Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA
LABORATORIOS

El laboratorio cuenta con el siguiente equipo:

- Mesas de trabajo.
- Computadoras de escritorio:
 - Procesador CPU E3'1230 v2 33.30 Ghz,
 - Memoria RAM instalada de 16.0 GB,
 - Tarjeta de Video Profesional NVIDIA Quadro 4000,
- Cámaras de tiempo de vuelo (Camboad PicoFlexx) con características,
 - Sensor 3D.
 - Rango de medición de 0.1 a 4 metros.
 - Angulo de visión de 62° x 45°.
 - Resolución de 224 x 171 px.
- Equipo Jetson Nano Nvidia con:
 - GPU: NVIDIA Maxwell con 128 NVIDIA CUDA® cores.
 - CPU: Quad-core ARM Cortex-A57,
 - Memory 4 GB 64-bit LPDDR4, 1600MHz 25.6 GB/s,



Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA
LABORATORIOS



Foto 2. Mesas de trabajo del Laboratorio de Inteligencia Artificial



Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA
LABORATORIOS



Foto 3. Equipo de cómputo del Laboratorio de Inteligencia Artificial.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO

LABORATORIO DE CONTROL Y DISEÑO

El Laboratorio cuenta con:

1. Sistemas de medición de señales eléctricas con ajuste de visualización
2. Sistemas de generación de señales eléctricas.
3. Plataformas educativas de multipropósito.
4. Infraestructura creada dentro del laboratorio como producto de los temas de investigación.

Los proyectos de investigación del grupo incluyen el estudio de diferentes plataformas robóticas como: Exoesqueletos, robots paralelos y sistemas con ruedas inerciales. Las aplicaciones se enfocan a rehabilitación pasiva de miembros inferiores, la manipulación y al control de sistemas subactuados. También hay proyectos que son acerca del estudio y aplicación de diferentes técnicas para trabajar con el control de velocidad y control de par de motores de corriente directa sin escobillas (BLCB), usando módulos IGBT, Aplicados a vehículos eléctricos.



Osciloscopio de señal mixta modelo MSO 4104 de la compañía Tektronix, MSO/MDO de 1 GHz, con frecuencia de muestreo de 5 GSPS, 4 canales, 12.5 Mpts / Ch Cuenta con modos de visualización rápida, parámetros de medición y analizador de espectros y contador DVM/frecuencia. Es el único instrumento que proporciona adquisición simultánea y sincronizada de analógico, digital y espectro, ideal para incorporar comunicaciones inalámbricas (IoT) y solución de problemas de EMI.



Fuente de Alimentación DC modelo GPS-3303 de la compañía GW Instek utilizado para la generación de voltaje y corriente constante, de 0 a 30 V, corriente de 0-3A con una salida ajustable y dos salidas fijas. Regulación de línea y carga de 0.01%, cuenta con una pantalla y perillas para ajuste.



Generador de funciones/doble canal modelo MPF2020 de la compañía MCP lab electronics, Generador de Funciones DDS de 20 MHz; 2 Canales, con 32 tipos de formas de onda. Con pantalla lcd de 3.5 pulgadas para mejor visualización de las configuraciones. Interfaz RS232.



Osciloscopio de señal mixta modelo TPS 2024 de la compañía Tektronix, MSO/MDO de 200 MHz, con frecuencia de muestreo de 2 GSPS, 4 canales. Pantalla a color con escala automática para ajustar las formas de ondas en la pantalla del osciloscopio y cambiar puntos de prueba sin reiniciar el osciloscopio. Mediciones de potencia trifásica y mediciones flotantes y a tierra multicanal en hasta cuatro canales simultáneamente, hasta depuración de circuitos de control.



Fuente de Alimentación DC programable modelo GEN50-30 de la compañía Genesys utilizado para la generación de voltaje y corriente constante con configuración en serie o en paralelo, de 0 a 50 V, corriente de 0-30A y potencia de 1500W. Tiene una precisión de 2.5%, cuenta con una pantalla y perillas para ajuste e interfaz de RS-232 y RS-485.

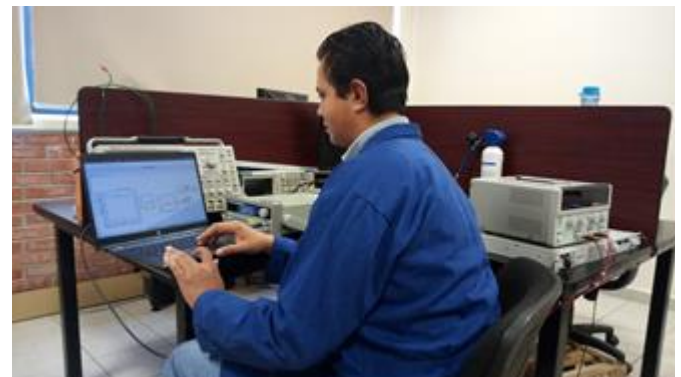
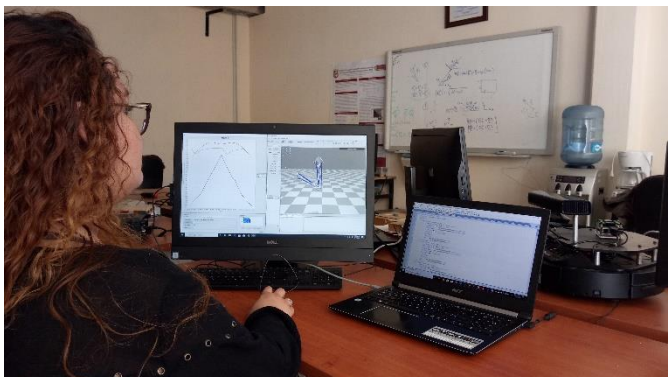
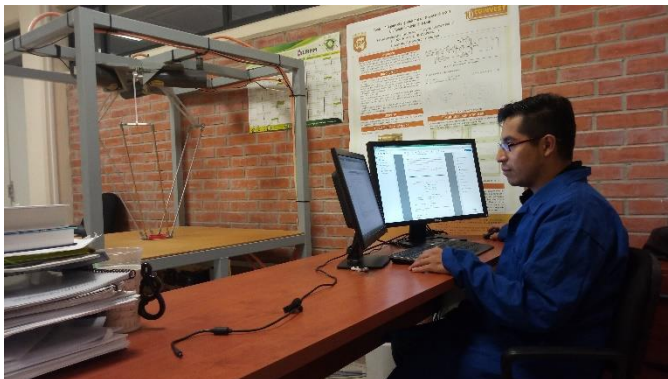
EQUIPAMIENTO



Fuente de Alimentación DC modelo GPC-3030D de la compañía GW Instek utilizado para la generación de voltaje y corriente constante, de 0 a 30 V, corriente de 0-3A con una salida ajustable y dos salidas fijas. La protección de sobrecarga y polaridad inversa mantiene la serie GPC y sus cargas a salvo de condiciones inesperadas. Cuenta con una pantalla y perillas para ajuste.



Electrodinamómetro modelo Lab-Volt 8911-12 de la compañía FESTO. Consiste de un rotor de jaula de ardilla instalado en un estator excitado por corriente continua. La carga mecánica se logra al aumentar la corriente de campo del estator, que genera corrientes parásitas en el rotor accionado. El estator gira contra un resorte helicoidal para oponerse al par de frenado.





Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA
LABORATORIOS

LABORATORIO DE ÓPTICA BIOMÉDICA

Origen y propósito

Laboratorio de Óptica Biomédica (LOB) fue creado en el 5 de junio de 2015 con el objetivo de contribuir a la formación de recursos humanos altamente calificados en la investigación científica y docente, impactando así, de forma notable en el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la combinación de los conocimientos teóricos y experimentales. Perteneció a la División de Investigación y Posgrado de la Universidad Politécnica de Tulancingo y su responsable es el Dr. José Alberto Delgado Atencio. Está ubicado en las instalaciones del Instituto de Investigaciones Científicas y Desarrollo Tecnológico.

El LOB Se ha erigido como un gran baluarte para el desarrollo de las tesis de posgrado en la Maestría en Computación Óptica y el Doctorado en Optomecatrónica comprendidas en las investigaciones científicas definidas en las líneas de generación y aplicación del conocimiento del Cuerpo Académico: Computación Óptica y Sistemas de Visión. Además, brinda apoyo con prácticas demostrativas dirigidas a los estudiantes de ingeniería y al público que a visita las instalaciones de la UPT, contribuyéndose así al fomento de la investigación científica en las nuevas generaciones.

Estructura

Este LOB está dividido en dos secciones, una primera sección donde se encuentran los puestos de trabajo de nuestros estudiantes de posgrado y en ella se desarrolla el trabajo de mesa. En esta sección el visitante intuye rápidamente de qué tratan los temas de investigación de nuestros estudiantes por la claridad con que son expuestos los mismos en carteles de investigación. La segunda sección, es propiamente la destinada a los arreglos ópticos experimentales de nuestros estudiantes. Esta sección se encuentra aislada del exterior mediante cortinas que impiden la entrada excesiva de luz ambiente. Así mismo, se cuenta con muebles apropiados para la colocación y protección de la instrumentación que no se encuentra en uso.

Temas de Investigación

Los proyectos de investigación actuales desarrollados en este laboratorio están enmarcados en dos campos de aplicación principales: el sector médico-biológico y el sector agrícola. Específicamente, estos proyectos son agrupados en los siguientes temas generales de investigación:

- 1) Desarrollo y Aplicación de Métodos Ópticos para la Prevención, Seguimiento y Tratamiento de Úlceras en el Pie Diabético.
- 2) Espectroscopia Óptica para el Diagnóstico del Melanoma Cutáneo y Otras Lesiones de la Piel.
- 3) Detección de la Plaga “Grana Cochinilla” Mediante Fluorescencia Inducida: un Estudio Básico y Aplicado.



Universidad Politécnica de Tulancingo

DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA

LABORATORIOS

Colaboración

Es importante enfatizar que los proyectos en desarrollo abordan la solución de problemas concretos nacionales e internacionales de cada sector específico al que pertenecen. El LOB cuenta con la colaboración de instituciones y especialistas del sector médico biológico y con representantes del sector agrícola del estado de Hidalgo. En el sector médico-biológico existen nexos de colaboración con el Hospital General de Tulancingo (HGT), mientras que en el sector agrícola se ha establecido contacto y colaboración con agricultores del municipio de Tlanalapa, Hidalgo.

Instrumentación

En el LOB se cuenta con la siguiente instrumentación especializada para trabajar e impulsar los proyectos de investigación mencionados anteriormente:

1. Fuentes de luz de halógeno.
2. Filtro óptico de cristal líquido sintonizable.
3. Fibras ópticas.
4. Esferas integradoras.
5. Mesa óptica holográfica.
6. Espectrómetros VIS-IR cercano.
7. Cámaras CMOS y sus correspondientes lentes.
8. Computadora de escritorio para uso en experimentos.
9. Accesorios para la sujeción de piezas ópticas.
10. Lentes.
11. Riel para elementos ópticos.
12. Objetivos de microscopios.
13. Microscopio óptico básico.
14. Fuente de poder eléctrica.
15. Pizarrón electrónico.
16. Otros.

Realizamos la difusión de las actividades desarrolladas en nuestro laboratorio a través de publicaciones en el periódico MILENIO, entrevistas en NQ Radio y Voz UPT, entre otros.

. La instrumentación y los accesorios principales destinados a la investigación comprenden, pero no están limitados al listado siguiente:



Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECASTRÓNICA
LABORATORIOS



Figura 1. Se muestra una fotografía del acceso e identificación del Laboratorio de Óptica Biomédica de la Universidad Politécnica de Tulancingo.

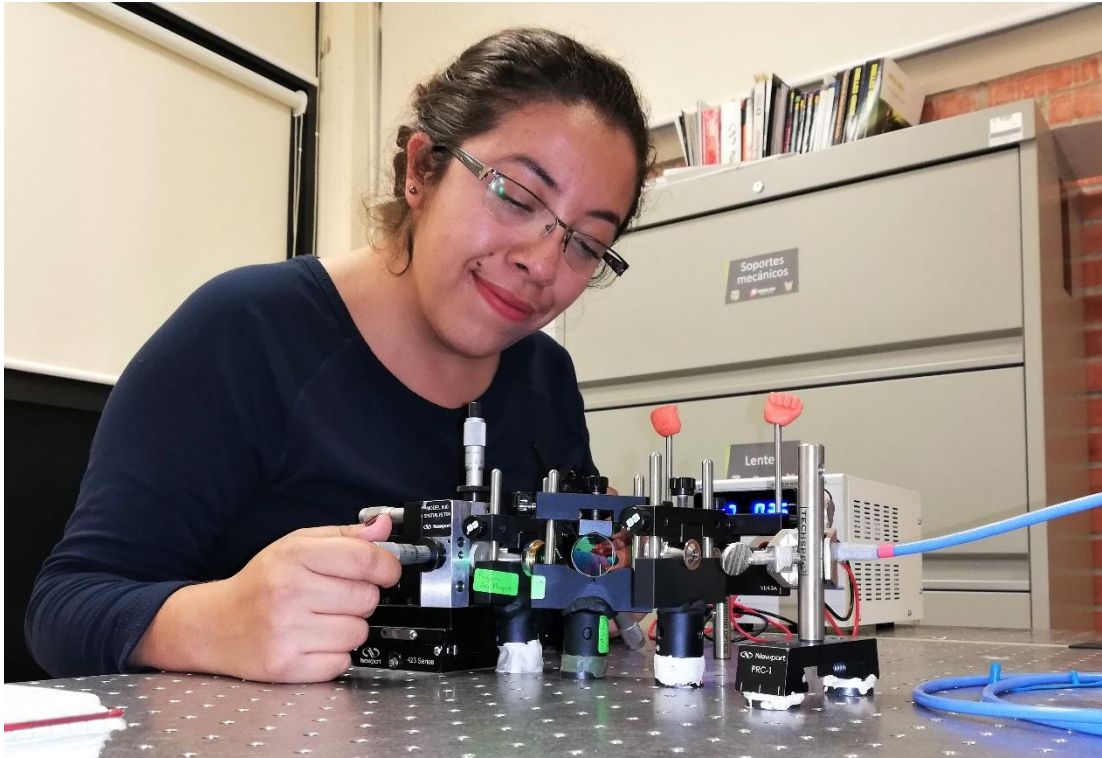


Figura 2. Fotografía del arreglo óptico experimental para el desarrollo de la tesis doctoral de la estudiante *Alejandra Cárdenas Rosales*. La estudiante investiga métodos ópticos y algoritmos para la detección de las plagas que afectan los campos de cultivo del entorno, especialmente al nopal verdulero.

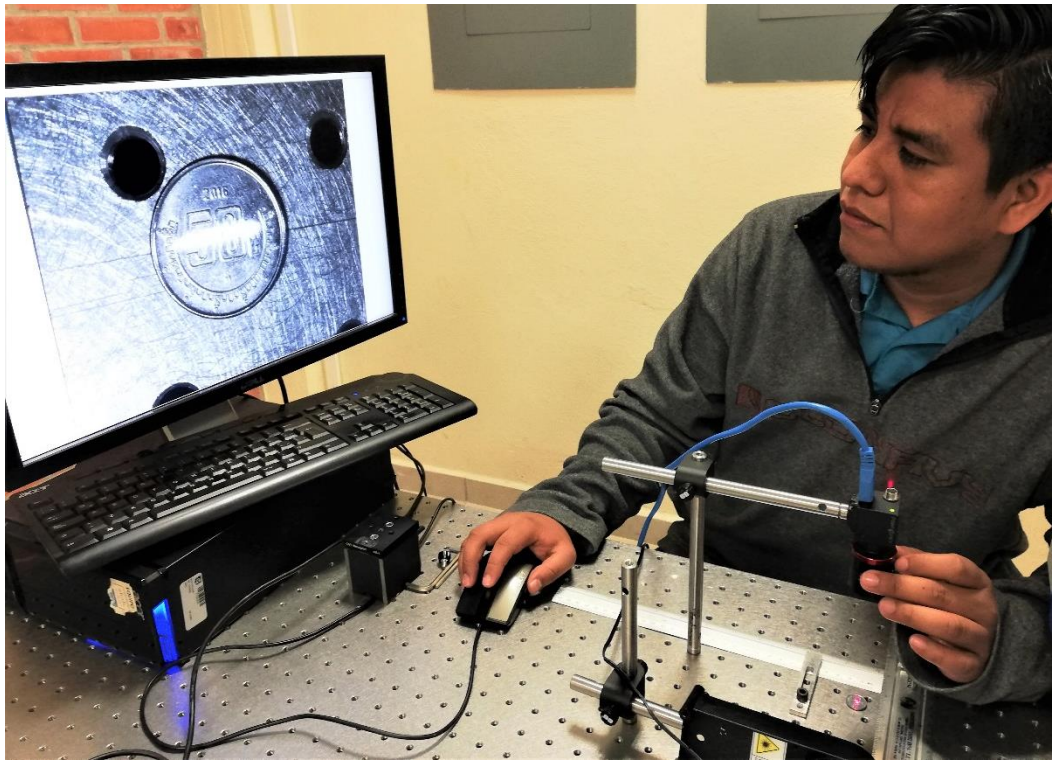


Figura 3. Fotografía del arreglo óptico experimental para el desarrollo de la tesis doctoral del estudiante *Román Díaz Reyes*. El estudiante investiga métodos ópticos y procedimientos óptimos para la detección oportuna de úlceras del pie diabético, especialmente que afectan a los pobladores del municipio de Tulancingo que reciben su servicio médico en el Hospital General de Tulancingo.



Figura 4. Fotografía del estudiante *Jonathan Castelán Pacheco* de noveno cuatrimestre de la Ingeniería en Sistemas Computacionales (Servicio Social), realizando una modelación matemática del trazo de rayos, mediante el programa comercial de simulación y diseño óptico ZEMAX®. El alumno apoya durante su Servicio Social: 1) la actividad docente de la asignatura óptica geométrica computacional, 2) el trabajo de doctorado de la estudiante *Alejandra Cárdenas Rosales* y 3) la actividad docente de los profesores del grupo.

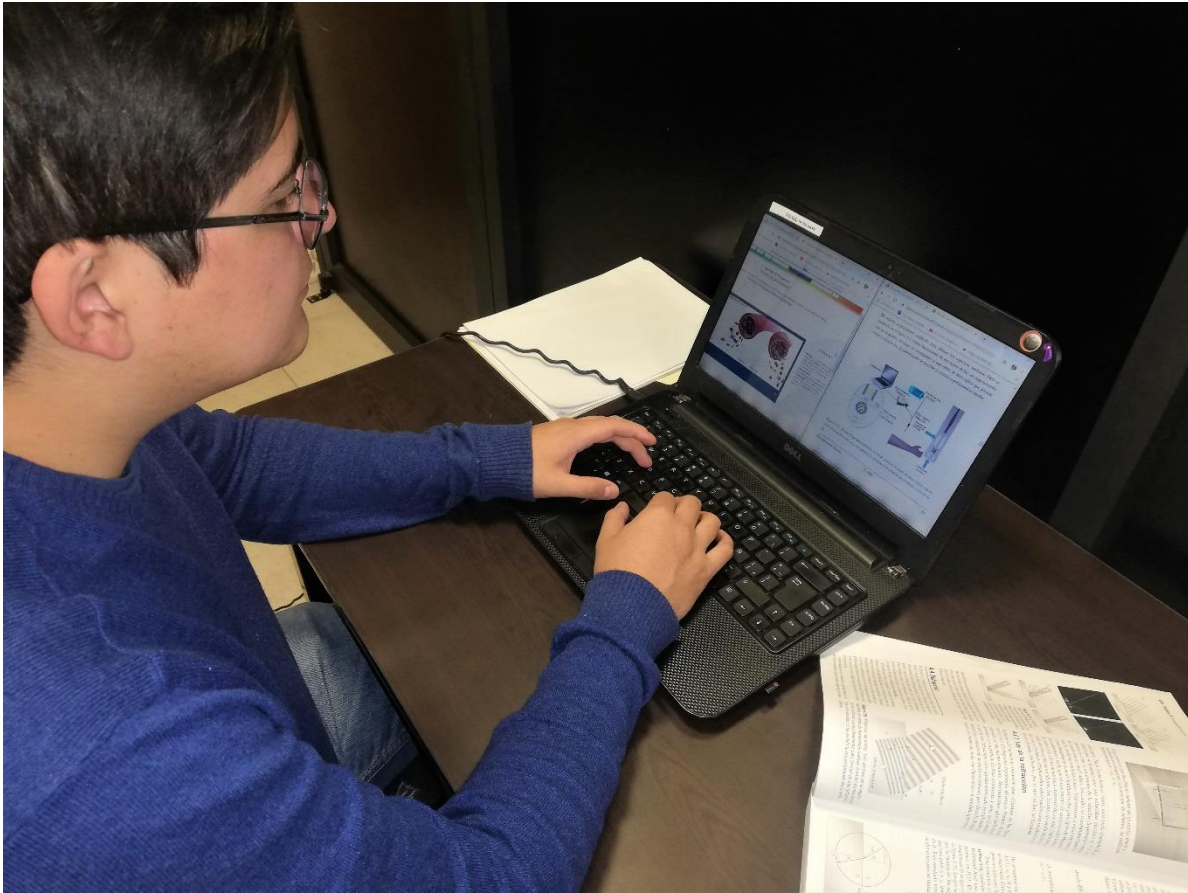


Figura 5. Fotografía del estudiante *Salvador Juan Guevara Islas* de noveno cuatrimestre de la Ingeniería en Sistemas Computacionales (Servicio Social), realizando una búsqueda bibliográfica sobre métodos ópticos en la detección oportuna de úlceras del pie diabético. El alumno apoya durante su Servicio Social: 1) el trabajo de doctorado del estudiante *Román Díaz Reyes* y 2) la actividad docente de los profesores del grupo.



Universidad Politécnica de Tulancingo

DOCTORADO EN OPTOMECASTRÓNICA

LABORATORIOS

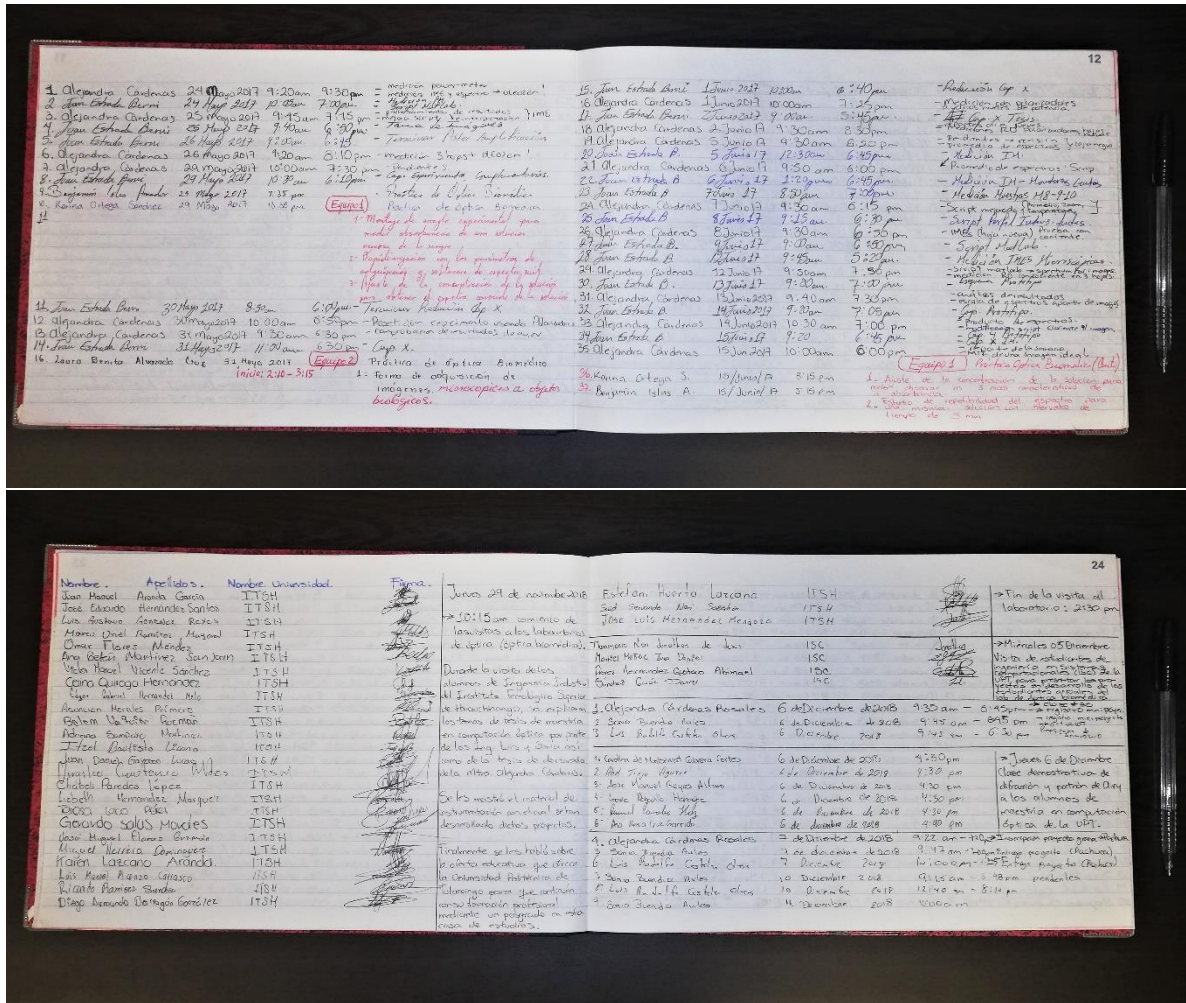


Figura 6. Fotografía de algunas páginas de la bitácora del laboratorio de Óptica Biomédica donde se aprecia el apoyo a los programas de maestría y doctorado de nuestra institución, así como al público que visita nuestras instalaciones.



Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA
EQUIPAMIENTO

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO
LABORATORIO DE ÓPTICA BIOMÉDICA

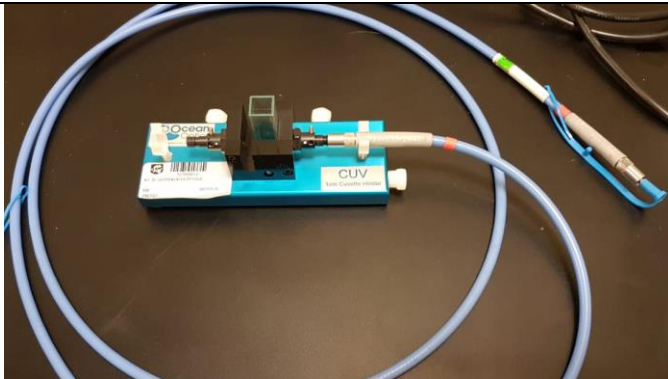
El Laboratorio de Óptica Biomédica cuenta con la instrumentación necesaria para impulsar los proyectos de investigación principales del grupo:

- 1) Sistemas para el Desarrollo y Aplicación de Métodos Ópticos para la Prevención, Seguimiento y Tratamiento de Úlceras en el Pie Diabético.
- 2) Investigación mediante Espectroscopia Óptica para el Diagnóstico del Melanoma Cutáneo y Otras Lesiones de la Piel.
- 3) Sistemas para la Detección de la Plaga “Grana Cochinilla” Mediante Fluorescencia Inducida: un Estudio Básico y Aplicado.

Los proyectos de investigación del grupo abordan la solución de problemas concretos nacionales e internacionales de cada sector específico al que pertenecen. El LOB cuenta con la colaboración de instituciones y especialistas del sector médico biológico y con representantes del sector agrícola del estado de Hidalgo. En el sector médico-biológico existen nexos de colaboración con el Hospital General de Tulancingo (HGT), mientras que en el sector agrícola se ha establecido contacto y colaboración con agricultores del municipio de Tlanalapa. Incluyen la fabricación de arreglos experimentales con un potencial de aplicación en distintas áreas tales como sistemas de investigación médica, instrumentación, espectroscopia, etc.

A continuación se presenta una tabla donde se muestra una fotografía y la descripción de equipamiento e instrumentación con la que contamos para las investigaciones que se desarrollan en el Laboratorio de Óptica Biomédica.

Tabla 1. Instrumentación básica disponible en el laboratorio de Óptica Biomédica de la UPT.



Porta cuvetas Ocean Optics de 1 cm de longitud de camino acoplado a través de una fibra óptica UV/SR-VIS para un rango de luz de 200-1100 nm con terminal SMA al espectrómetro para experimentos de absorbancia y transmisión.



Cámara monocromática marca Point Grey modelo FI3-U3-13S2M con lente de la marca Computar de **25 mm modelo M2514-MP2** con enfoque mecánico para la adquisición de imágenes multispectrales con una resolución máxima de 1.3 mega píxeles y una profundidad máxima de 16 bits a 68 cuadros por segundo.



Microscopio marca PARCO, gran resolución, brillo y la claridad. Diseñado para la facilidad de uso y la simplicidad de operación. Cuenta con un binocular cabeza 45° que puede girar 180°, 15 x campo amplio oculares, puede trabajar con diferentes objetivos, entre ellos de 2x y 4x. Iluminación LED Superior e inferior para una fácil observación.

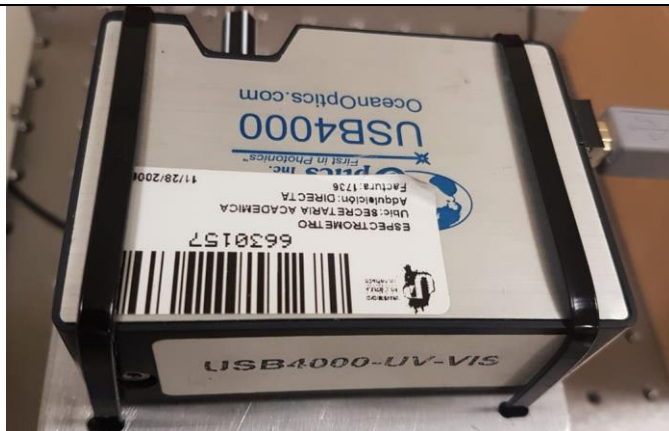


Cámara monocromática marca Point Grey modelo FI3-U3-13S2C con lente de la marca Edmund Optics de 16 mm modelo M2514-MP2 con enfoque mecánico para la adquisición de imágenes a color con una resolución máxima de 1.3 mega píxeles y una profundidad máxima de 16 bits a 68 cuadros por segundo.

Universidad Politécnica de Tulancingo DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA **EQUIPAMIENTO**

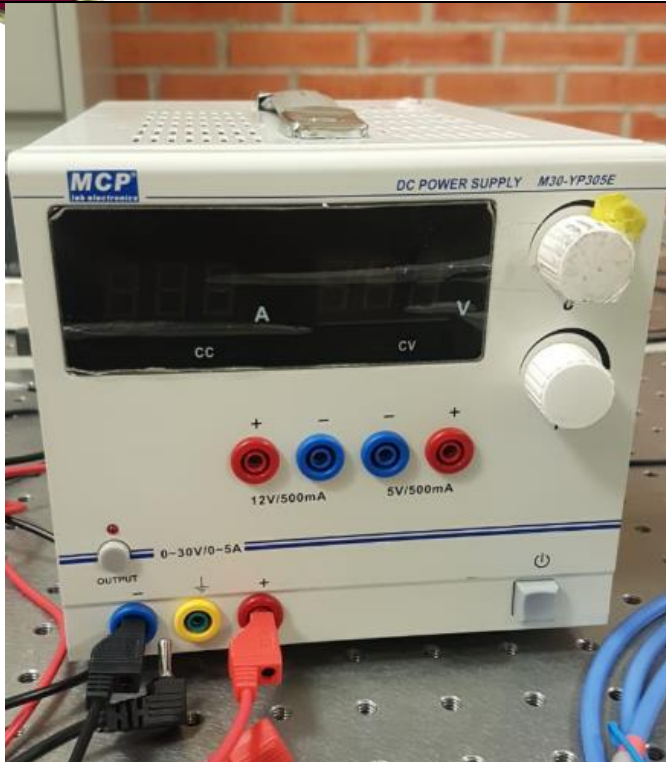


Mini espectrómetro Exemplar permite el procesamiento de datos como promediado y suavizado. Cuenta con comunicación USB 3.0 proporcionando una transferencia de datos de 900 espectros por segundo. Permite el control sobre la relación señal / ruido del espectro. Con un detector de 2048 elementos y un digitalizador de 16 bits incorporado con una velocidad de lectura $> 2,0$ MHz, el espectrómetro funciona con la mayoría de las aplicaciones UV, Vis y NIR con configuraciones espectrales de 200 a 1050 nm y resoluciones entre 0,5 y 4,0 nm.



Mini espectrómetro USB4000-UV-VIS preconfigurado para mediciones generales de UV-Vis de 200-850 nm que incluye absorción, transmisión, reflectancia y emisión. Puede ser conectado a fuentes de luz, cubetas y otros accesorios. Alto rendimiento, con un tiempo de integración de 3.8 ms - 10 segundos, basado en fibra óptica.

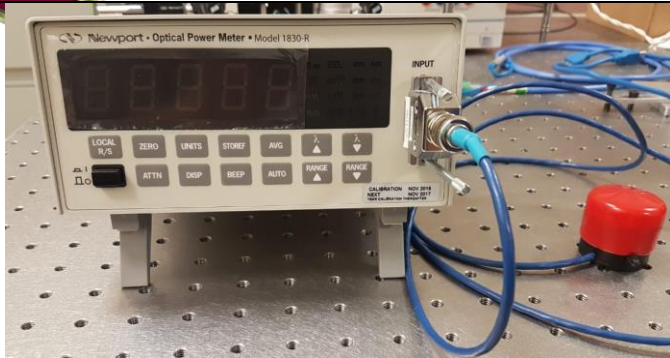
EQUIPAMIENTO



Fuente de alimentación eléctrica marca MCP modelo M30-YP305E con voltaje máximo de 30 V y un suministro de corriente máximo de 5A, utilizada como auxiliar para la alimentación de dispositivos eléctricos y electrónicos como semiconductores láseres.



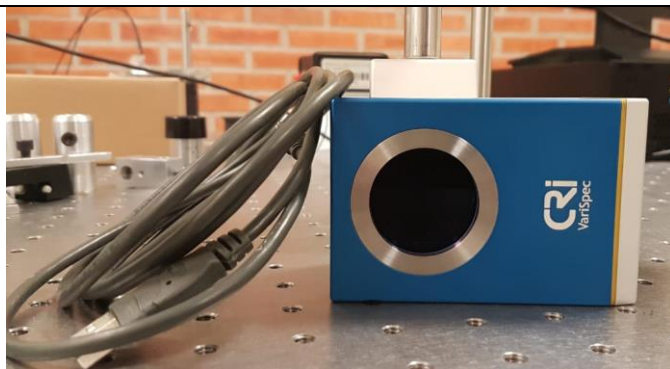
Fuente de luz marca Dolan Jenner modelo Fiber-Lite DC-95 la cual es una fuente de halógeno con una emisión óptica de 1750 lumens, temperatura de color de 3250 k y un tiempo de vida de 200 horas aprox. a máxima intensidad.



Medidor de potencia marca Newport modelo 1830-R usado para la medición de potencia luminosa.



Fuente de luz marca Dolan Jenner modelo Fiber-Lite MH100 la cual es una fuente de mercurio con una emisión óptica de 3000 lumens, temperatura de color de 5200 k y un tiempo de vida de 3000 horas aprox.



Filtro Sintonizable de Cristal Líquido de la marca CRI modelo VariSpec VIS, usado para filtrar la luz en un rango de longitudes de onda de 400-720 nm con una precisión de 0.5 nm.

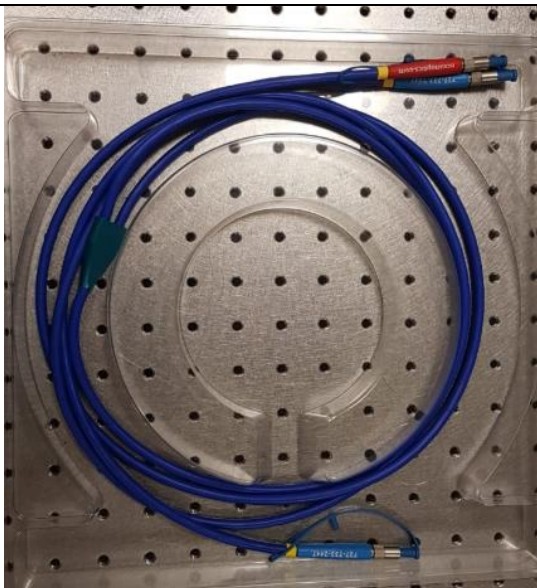
EQUIPAMIENTO



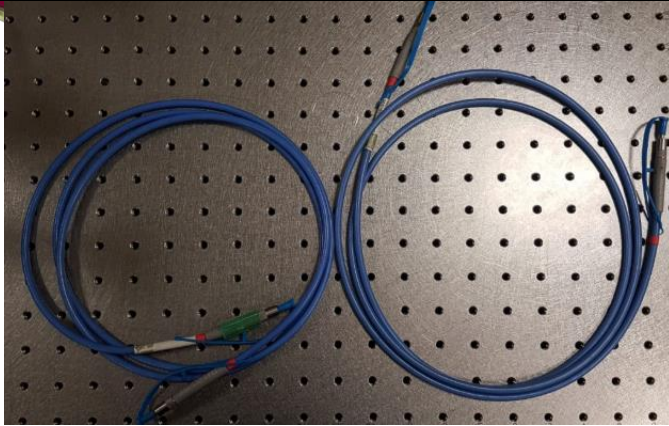
Mini fuente de luz de Halógeno-Tungsteno de la marca Newport modelo SLM-T-S con un rango espectral de 400-1100 nm y una apertura de 0.5 mm usada en mediciones de espectroscopia.



Fibra óptica de la marca Dolan Jenner, modelo B472 con 6.3 mm de diámetro, usada como guía de luz en experimentos ópticos.



Fibra óptica de la marca Ocean Optics modelo QP600-2-UV-VIS con diámetro del núcleo de 600 μm usada para la adquisición de espectros de reflexión difusa.



Fibras ópticas de la marca Ocean Optics modelo QP400-2-SR con diámetro del núcleo de $400\ \mu\text{m}$ usada para la adquisición de espectros ópticos de transmisión de luz.



Esferas integradoras de la marca Newport, modelo SPH-REF-3 esfera recubierta en el interior por un material blanco que refleja y difumina la luz. Es usada para facilitar la operación de medición al eliminar las cualidades direccionales de la luz que se va a medir o del sensor del dispositivo mientras que se mantienen todas sus otras características.



Objetivos de microscopio de la marca Newport modelos M-20X, M40X y M60X con apertura numérica de 0.40, 0.65 y 0.85 respectivamente.



Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA
LABORATORIOS

LABORATORIO DE FIBRA ÓPTICA

El laboratorio de Fibra Óptica fue creado en septiembre del año 2017, pertenece a la División de Posgrado de la Universidad Politécnica de Tulancingo y el responsable es el Dr. José Gabriel Ortega Mendoza. El principal propósito de este laboratorio es la investigación y desarrollo de nuevas aplicaciones de las fibras ópticas, así como la difusión científica entre la comunidad universitaria y la sociedad en general. Otra de las funciones de este laboratorio es contribuir en la formación académica y profesional de los estudiantes de ingeniería y/o de posgrado de esta casa de estudios a través de prácticas o desarrollo de tesis.

El laboratorio se encuentra dentro de las instalaciones del Instituto de Investigaciones Científicas y Desarrollo Tecnológico, contando con un amplio catálogo de recursos tecnológicos, entre los que destacan:

- Láser pulsado en el espectro visible, en la longitud de onda de 532 nm.
- Láser CW en el espectro visible, en la longitud de onda de 450 nm.
- Láser CW en el infrarrojo, en la longitud de onda de 1550 nm.
- Láser CW en el infrarrojo, en la longitud de onda de 980 nm.
- Espectrómetro FTIR.
- Empalmadora de fibra óptica.
- 2 Mesas holográficas.

Los recursos antes mencionados son utilizados en el desarrollo científico y tecnológico, encontrándose a la disposición de la comunidad universitaria.



Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECASTRÓNICA
LABORATORIOS



Foto 1. Acceso al laboratorio de Fibra Óptica

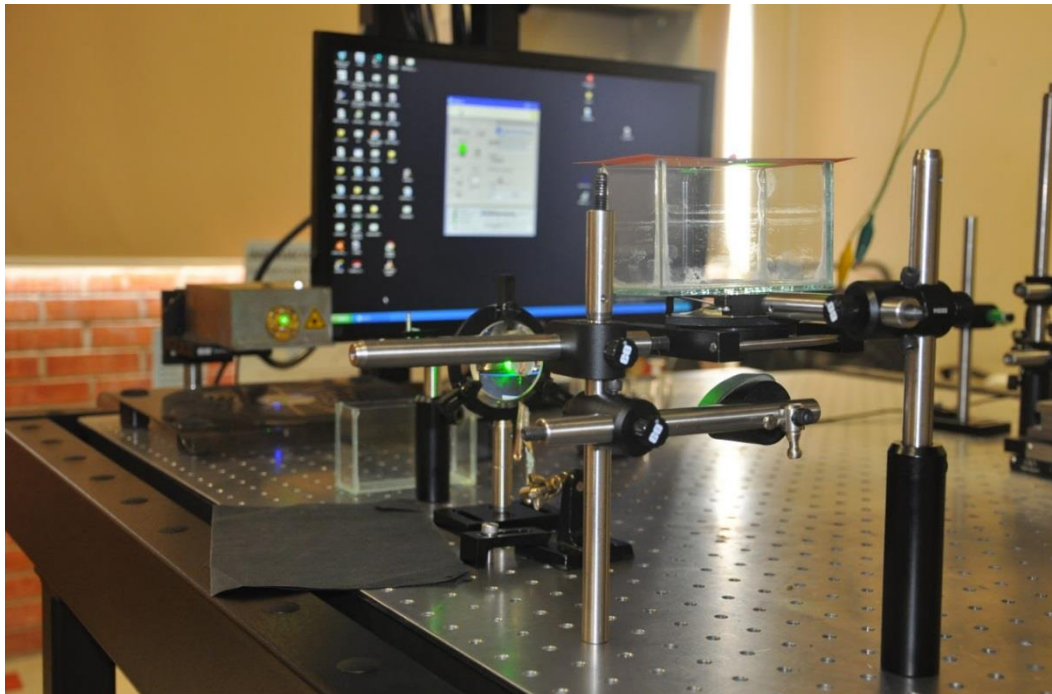


Foto 2. Arreglo experimental en el laboratorio de Fibra Óptica.

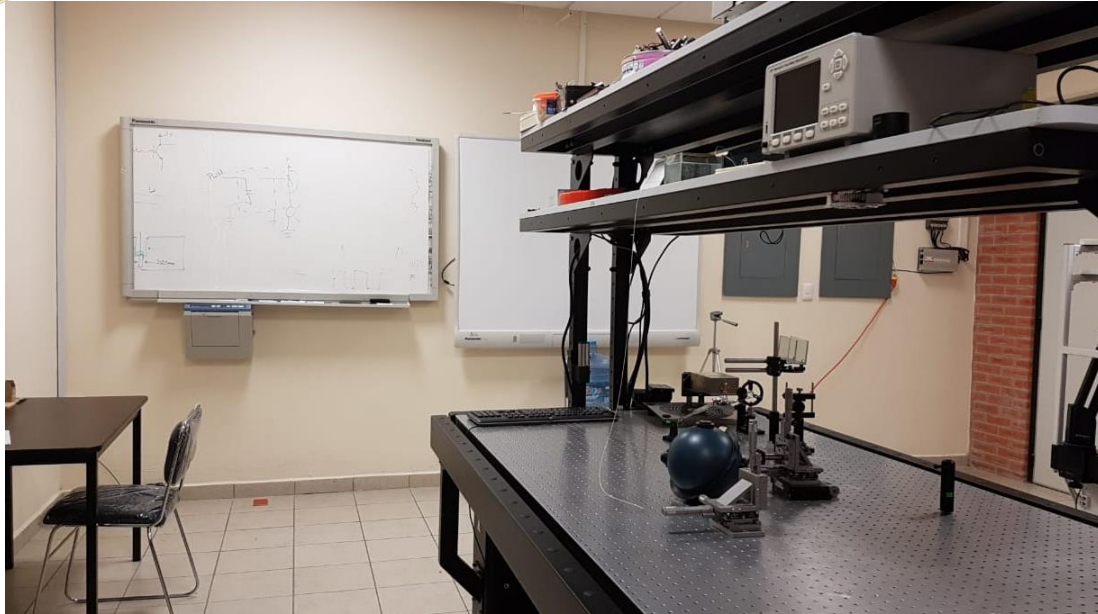


Foto 3. Mesa Holográfica en el laboratorio de Fibra Óptica.

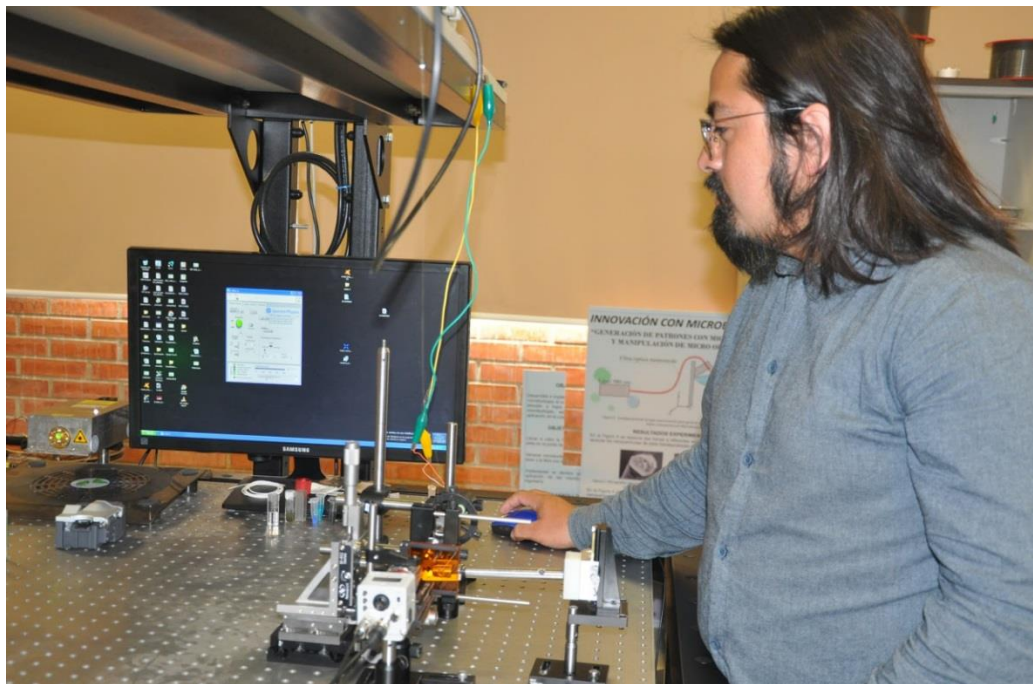


Foto 4. Trabajo experimental para desarrollo de Tesis.

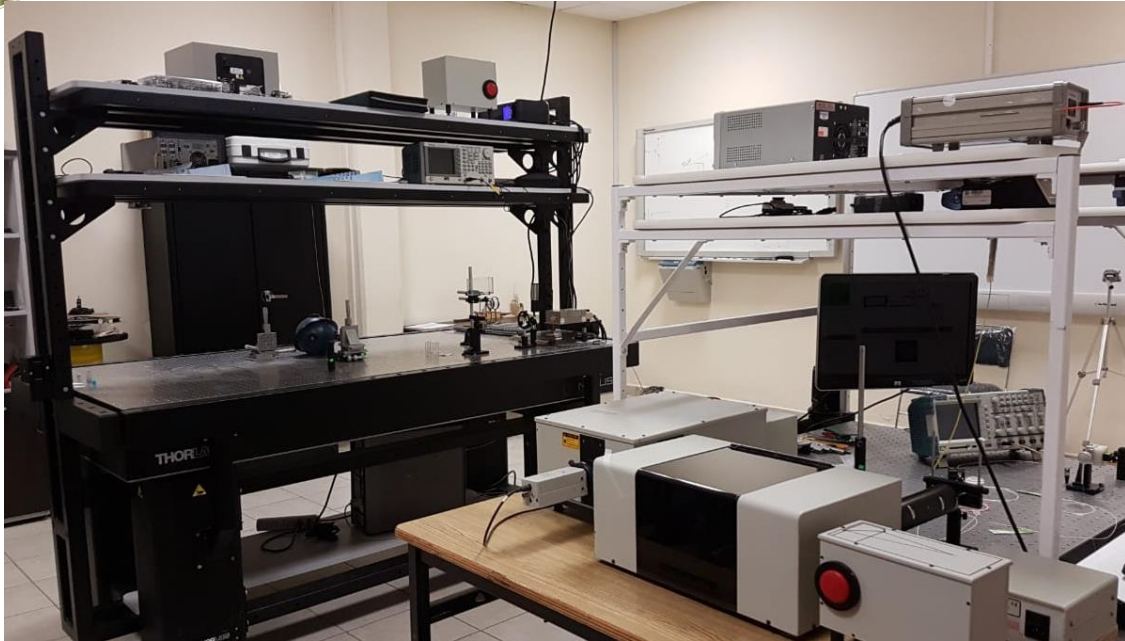


Foto 5. Mesas holográficas en el laboratorio de Fibra Óptica.

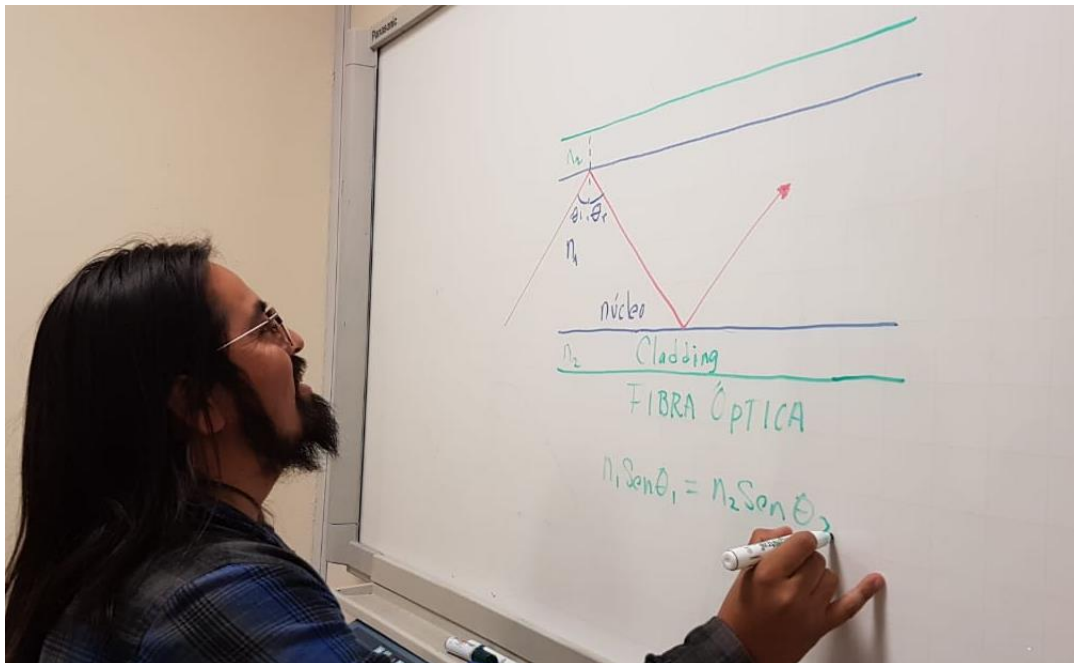


Foto 6. Explicación funcionamiento de la Fibra Óptica.

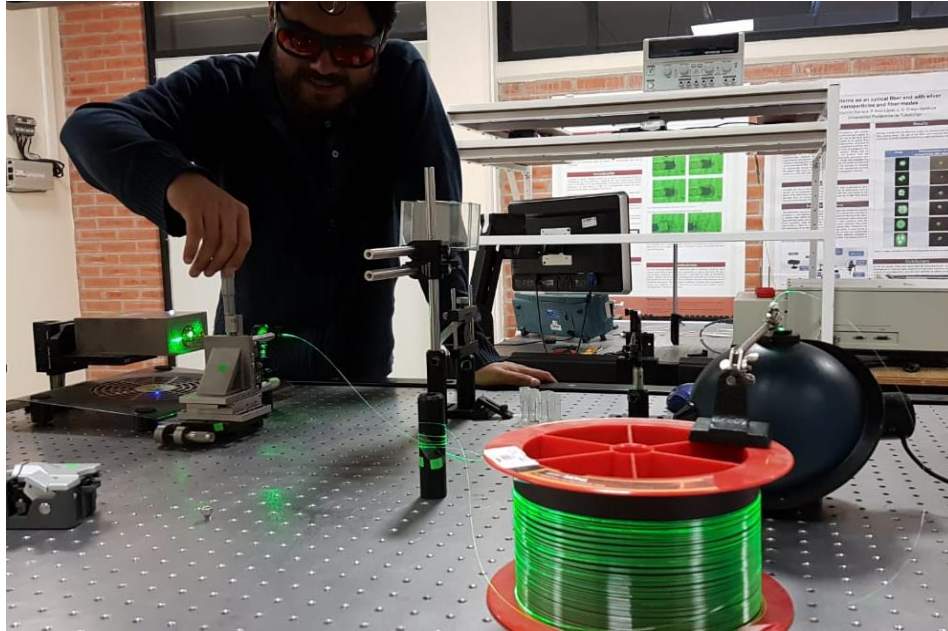


Foto 7. Arreglo experimental para desarrollo de Tesis Doctoral.

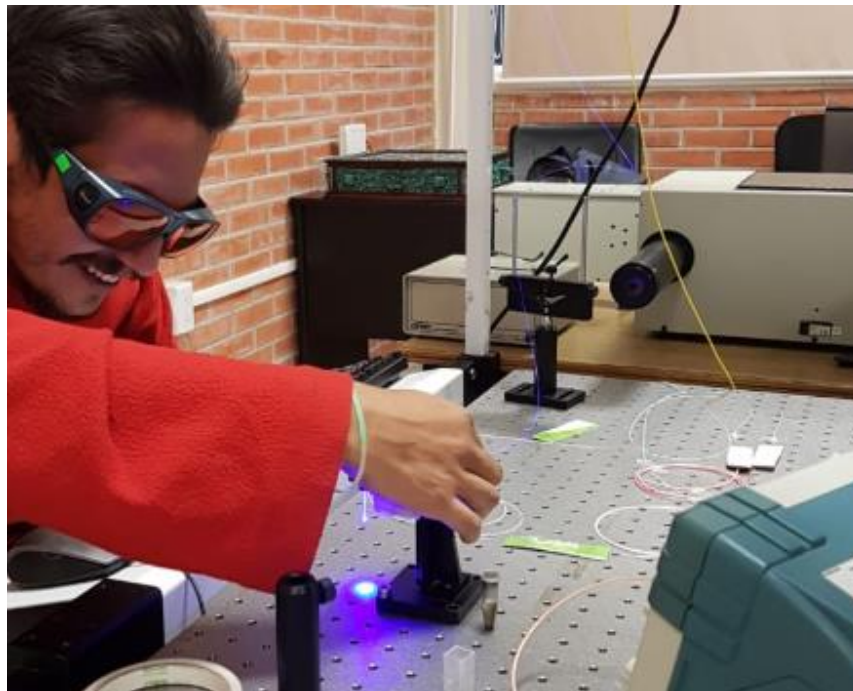


Foto 8. Arreglo experimental utilizando fibras ópticas.



Universidad Politécnica de Tulancingo

DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA

EQUIPAMIENTO

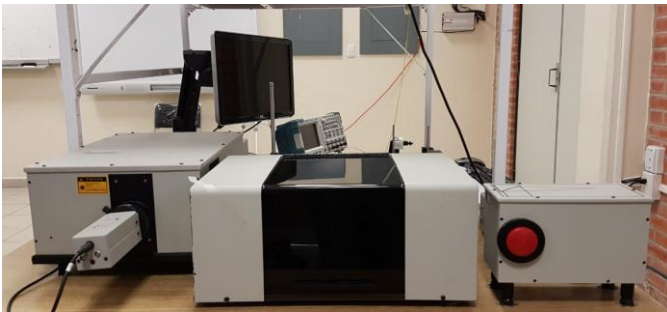
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO

LABORATORIO DE FIBRA ÓPTICA

El Laboratorio cuenta con:

1. Sistemas de medición de potencia óptica para diferentes longitudes de onda.
2. Fibra óptica con diversas características y que operan a diferentes longitudes de onda. Así como empalmadora para la fusión entre fibras ópticas.
3. Espectrómetro UV-VIS
4. Espectrómetro FTIR para el infrarrojo cercano y medio
5. Láser de diversas longitudes de onda

Los proyectos de investigación del grupo incluyen la fabricación de arreglos experimentales de fibra óptica y su estudio en diferentes campos con un potencial de aplicación en distintas áreas tales como sistemas de comunicación, investigación médica, instrumentación, sensores ópticos, etc. Los principales equipos con los que cuenta este laboratorio se describen a continuación:



Espectrómetro FT-IR, modelo MIR 8035 de la compañía ORIEL INSTRUMENTS. Tiene una cobertura espectral de los 700 a 25,000 nm , alta resolución 0.02 nm a 700 nm y 0.04 μm a 25 μm . Conexión a PC a través de un puerto USB 2.0. Compatible con un amplia gama de detectores, fuentes y accesorios. Este dispositivo es esencial para la identificación de grupos funcionales de materiales orgánicos, pinturas y determinadas estructuras de muestras sólidas y líquidas por transmisión espectroscópica de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR)



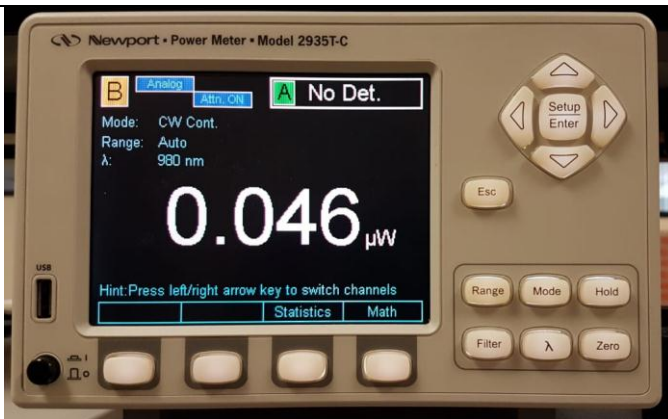
Empalmadora para Fibra Óptica modelo S1200 de la compañía FTEL, necesaria para llevar acabo la fusión entre fibra ópticas.



Láser pulsado modelo Explorer de la compañía *Spectra-Physics*, emite pulsos del orden de 5-100 ns y opera en la región visible. Este láser es útil en la caracterización de muestras, etc.



Láser tipo mariposa acoplado a fibra óptica que emite a una longitud de onda de 980 nm con su respectivo controlador de corriente y temperatura marca *Thorlabs*



Medidor de potencia modelo 2935T-C de la compañía Newport, el cual es usado para medir la potencia de fuentes de luz. Además, cuenta con diferentes detectores para trabajar con diversas longitudes de onda



Osciloscopio digital modelo TPS 2024 de la compañía *Tektronix* usados visualizar señales digitales y analógicas



Espectrómetro en la región UV-Vis modelo OSM2-400 DUV-U de la compañía Newport utilizado para la caracterización de la absorción lineal de muestras tanto líquidas como sólidas en las regiones del espectro electromagnético ultravioleta y visible.



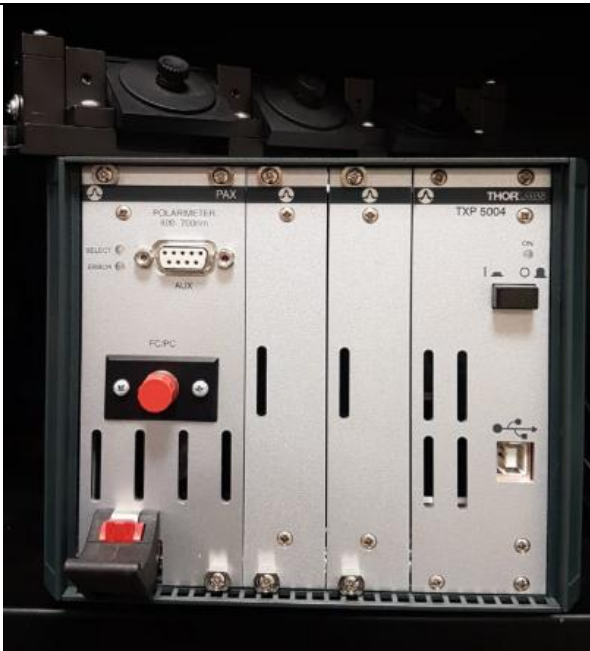
Diodo láser de estado sólido, con su respectivo controlador de corriente de la marca BWTEK que emite a una longitud de onda de 454 nm y una potencia máxima de 500 mW . Este láser está acoplado a una fibra óptica



Láser tipo mariposa acoplado a fibra óptica que emite a una longitud de onda de 1550 nm con su respectivo controlador de corriente y temperatura marca *Thorlabs*.



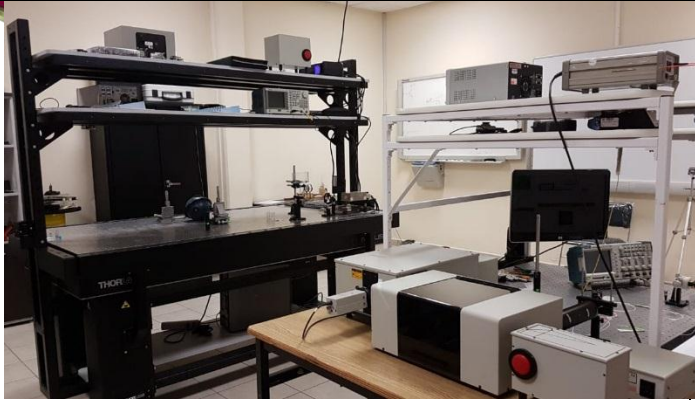
Láser de estado sólido con sus respectivos controladores de corriente y temperatura de la marca *Thorlabs*. Este láser emite con una longitud de onda de 532 nm y una potencia máxima de 100 mW



Polarímetro modelo TXP 5004 de la compañía *Thorlabs*. Trabaja en la región de los 400 a 700 nm y tiene una entrada FC. Es indispensable para conocer el estado de polarización de la luz que viaja a través de las fibras ópticas.



Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA
EQUIPAMIENTO



Mesas Holográficas

2 mesas holográficas: 1 de dimensiones de 90 *cm* ancho por 90 *cm* de largo y una de 1.50 *m* de ancho por 4.27 *m* de largo.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN

El Laboratorio cuenta con:

1. Sistemas de medición de señales eléctricas con ajuste de visualización
2. Sistemas de generación de señales eléctricas.
3. Plataformas educativas de multipropósito.
4. Infraestructura creada dentro del laboratorio como producto de los temas de investigación.

Los proyectos de investigación del grupo incluyen la implementación de diferentes técnicas de control sobre plataformas móviles como robots con ruedas y robots submarinos. Las aplicaciones se enfocan a exploración, mapeo y manipulación. Se contemplan diferentes áreas como diseño, construcción e instrumentación de plataformas, así como control y generación de trayectorias. También el estudio de aspectos involucrados en el uso de espiras magnéticas en aplicaciones de transmisión de datos a corta distancia. Las aplicaciones se enfocan a la asistencia de personas invidentes, la transmisión de datos en ambientes diferentes al vacío y la navegación de robots móviles



Generador de formas de onda arbitraria y funciones, modelo waveStation 2052 de la compañía Teledyne Lecroy. Sus características son alta resolución, velocidad de muestreo rápida y distorsión baja. Tiene 2 canales con memoria de 16 kpts por canal. Cinco funciones básicas (sinusoidal, cuadrada, rampa, pulso, triangular) y más de 40 formas de onda arbitrarias incorporadas, modulación AM, PM, FM, ASK, PSK y FSK. Funcionamiento por descarga y barridos lineales y logarítmicos. Pantalla LCD en color y conectividad USB/GPIB.



Generador de funciones/doble canal arbitrario modelo AFG3022b de la compañía Tektronix, Generador de Funciones DDS Arbitrario de 25 MHz; 2 Canales, Tiempo de Subida: $\leq 18\text{nS}$; Interfaces USB, GPIB y LAN cuenta con pantalla a color de 5,6 para mejor visualización de las configuraciones y de las formas de onda.



Osciloscopio modelo waveRunner 104MXi-A de la compañía Teledyne Lecroy, DSO de 1 GHz, con frecuencia de muestreo de 5 GS / s, 4 canales, 12.5 Mpts / Ch Cuenta con modos de visualización rápida, parámetros de medición y decodificaciones en serie La depuración avanzada, el análisis multidominio y el análisis WaveShape son posibles con herramientas exclusivas de WaveRunner Xi



Fuente de Alimentación DC programable modelo GEN50-30 de la compañía Genesys utilizado para la generación de voltaje y corriente constante con configuración en serie o en paralelo, de 0 a 50 V, corriente de 0-30A y potencia de 1500W. Tiene una precisión de 2.5%, cuenta con una pantalla y perillas para ajuste e interfaz de RS-232 y RS-485.



Carga electrónica programable AC/DC modelo 63800 de la compañía Chroma, puede simular una variedad de condiciones de carga bajo un factor de cresta alto y factores de potencia variables con compensación en tiempo real, incluso cuando la forma de onda del voltaje está distorsionada. Tiene un rango de potencia de 1800W/3600W/4500W, y de voltaje de 50V – 350Vrms. Interfaces GPIB and RS232



Probador LCR/ESR modelo 889 de la compañía BK PRECISION se usa para medir inductores, capacitores y resistencias con una precisión de 0.2%, también mide voltajes A/DC y continuidad de diodos y audible. Tiene una pantalla LCD dual con frecuencias de prueba de 100Hz, 120Hz, 1kHz, 1kHz, 100kHz o 200kHz y niveles seleccionables de 0.05, 0.25 o de 1 Vrms.



Fuente de Alimentación DC modelo M30-YP305E de la compañía MCP lab electronics utilizado para la generación de voltaje y corriente constante, de 0 a 30 V, corriente de 0-5A con una salida ajustable y dos salidas fijas. Tiene una precisión de 2.5%, cuenta con una pantalla y perillas para ajuste.



Cámara de imágenes térmicas infrarrojo con láser pip modelo FLIR I60 de la compañía Flir Systems utilizado para la generación de imágenes térmicas con resolución de 180 x 180 píxeles. El rango de temperatura es de -20°C a 350°C con una sensibilidad de 0.1°C y apuntador láser. Cuenta con un pantalla de 3.5 pulgadas.



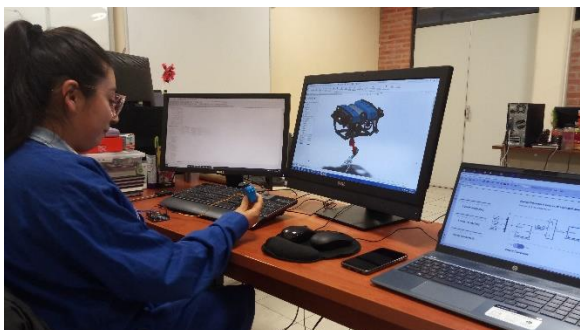
Plataforma móvil modelo Robotino de la compañía FESTO. Es una plataforma robótica móvil para la investigación y la educación. Equipado con una unidad omnidireccional y con sus sensores, interfaces y extensiones específicas, es una plataforma flexible: para la programación de aplicaciones individuales, los lenguajes y sistemas de programación más importantes están disponibles.



Kokubi Turtlebot modelo II de acceso abierto propuesto por Willow Garage utilizado como una plataforma móvil de bajo coste, para entornos educativos e investigación. Consiste en una base Yujin Kobuki, un paquete de baterías de 2,200 mAh, un sensor Kinect, una computadora portátil Asus 1215N con un procesador de doble núcleo, cargador rápido, base de carga y un kit de montaje de hardware que une todo y agrega sensores futuros



Sistema de control de procesos modelo MPS de la compañía FESTO. La combinación de estaciones en sistemas provee soluciones completas para temas específicos, incluidos el control, la integración en red y el software de aplicación y didáctico. El núcleo de esta unidad autónoma y altamente comunicativa es una unidad de control industrial S7-1500. El intercambio de datos con la pieza inteligente tiene lugar a través de un sistema de lectura-escritura RFID que se comunica con el control por medio de una interfaz IO-Link.





Universidad Politécnica de Tulancingo

DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA

LABORATORIOS

LABORATORIO DE ÓPTICA

Origen y propósito

El laboratorio de Óptica fue creado en el año 2008 con el objetivo de preparar investigadores y aportar una enseñanza integral a base de prácticas experimentales. Desde entonces ha sido un espacio de investigación y docencia, el laboratorio se encuentra disponible para estudiantes de diferentes niveles, desde licenciatura hasta doctorado. A través del tiempo ha sido equipado paulatinamente, cuenta con el recurso humano y material necesario para ofrecer a la comunidad académica un espacio propicio de aprendizaje. Facilita al estudiante la comprensión de los conceptos teóricos aplicados de la ciencia, mediante la enseñanza de técnicas experimentales y promueve la actitud científica. Todas las actividades que se desarrollan dentro del mismo, están encaminadas a satisfacer un incremento en la calidad de la formación de nuestros estudiantes.

Se encuentra ubicado en las instalaciones de la Universidad Politécnica de Tulancingo en el edificio “Revolución Mexicana”. El laboratorio de óptica puede ser utilizado en el momento que el estudiante requiera dentro del horario establecido previa anotación en la bitácora de reservación y uso.

Temas de Investigación

Los proyectos de investigación actuales desarrollados en este laboratorio están enmarcados en dos campos de aplicación principales: Holografía e Implementación de sistemas de Codificación de Frente de Onda. Específicamente, estos proyectos son agrupados en los siguientes temas generales de investigación:

- 1) Desarrollo e implementación de sistemas de medición a través de Holografía.
- 2) Desarrollo e implementación de sistemas de codificación de frente de onda para extender la profundidad de campo y corregir aberraciones.

Instrumentación



Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECATRÓNICA
LABORATORIOS

En el laboratorio se cuenta con la siguiente instrumentación especializada para trabajar e impulsar los proyectos de investigación mencionados anteriormente:

- Mesas Holográficas
- Cámaras de alta resolución
- Microscopio óptico
- Laser
- Esferómetro
- Espectrómetro
- Telescopios
- Fuentes de Luz
- Anillos Led
- Lentes.
- Riel para elementos ópticos.



Universidad Politécnica de Tulancingo
DOCTORADO EN OPTOMECASTRÓNICA
LABORATORIOS



Foto 1. Acceso al laboratorio de Óptica

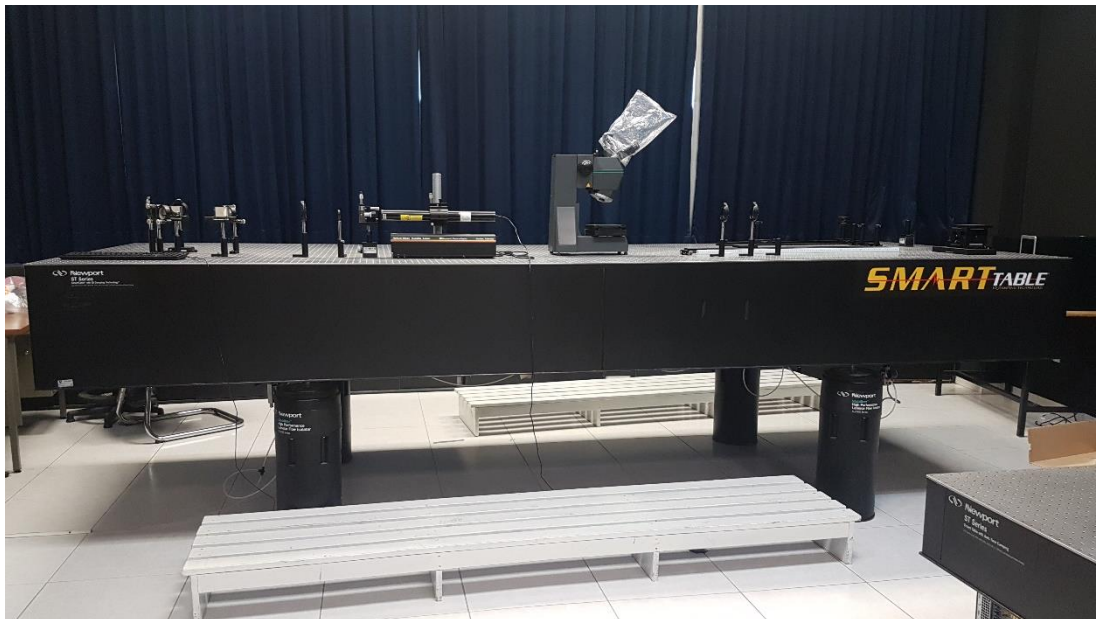


Foto 2. Mesa Holográfica de 1.22 m de ancho por 1.83 m de largo.



Foto 3. Mesa Holográfica de 90 m de ancho por 90 m de largo.

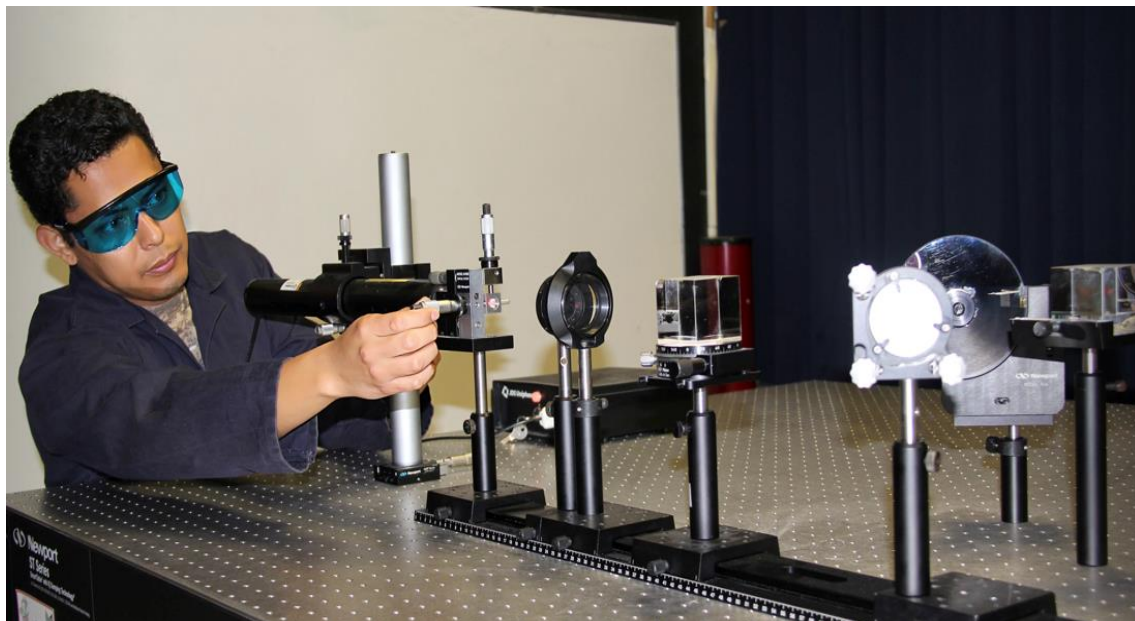


Foto 4. Práctica de óptica geométrica.



Foto 5. Telescopios en el Laboratorio de Óptica.



Foto 6. Explicación de diferentes fenómenos ópticos.

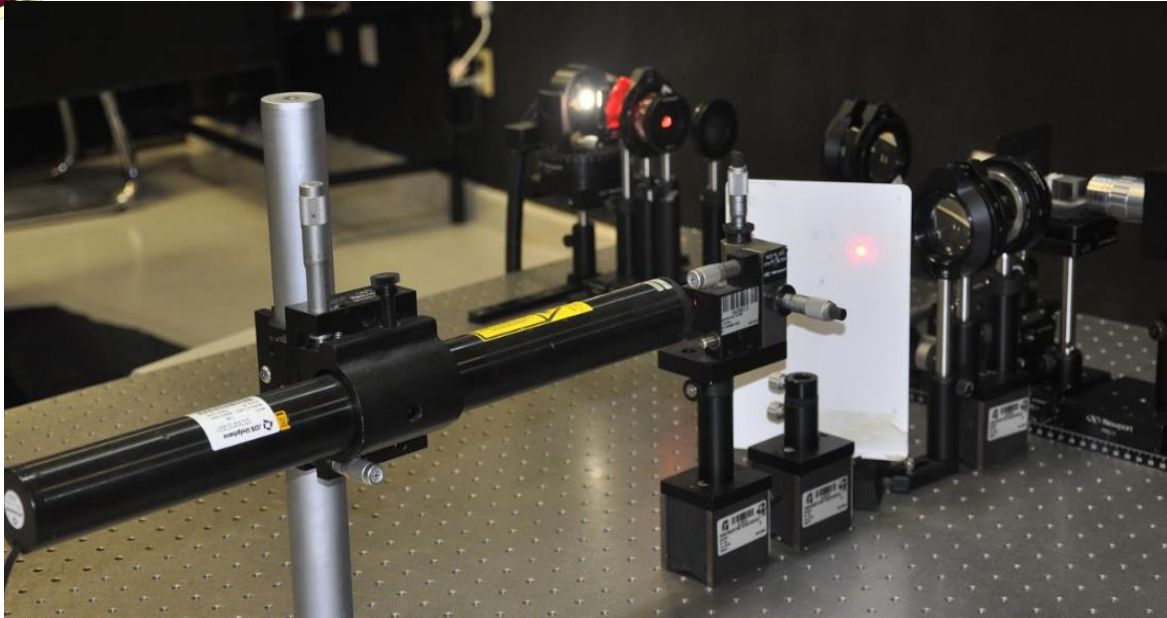


Foto 7. Arreglo experimental para desarrollo de Tesis de Maestría.

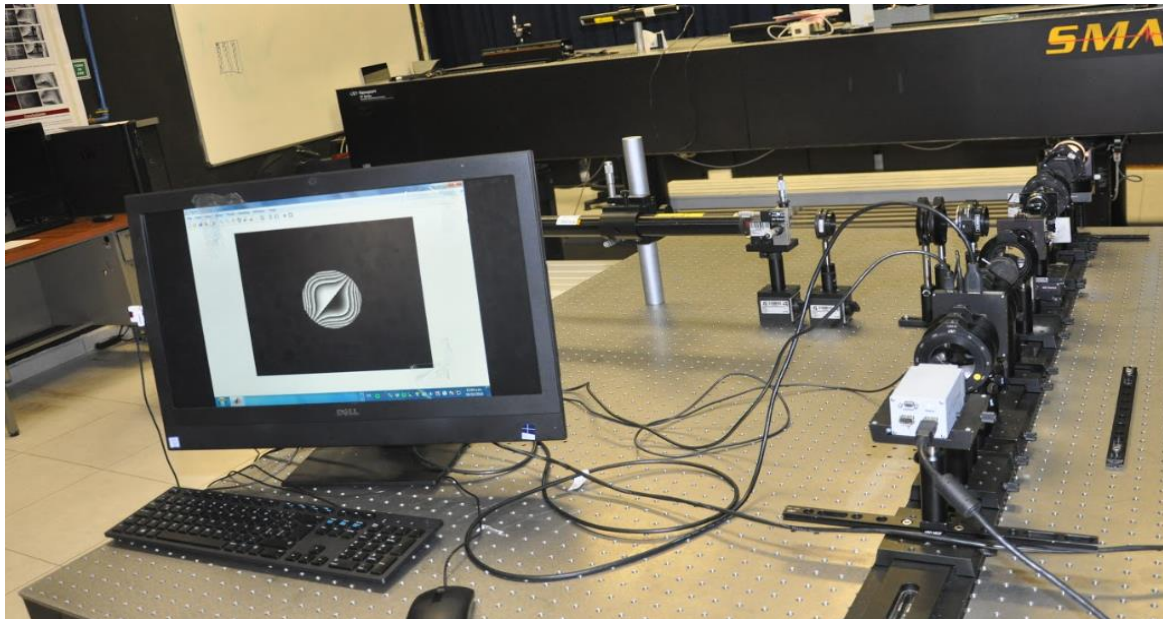


Foto 8. Arreglo experimental para desarrollo de Tesis de Maestría (2).

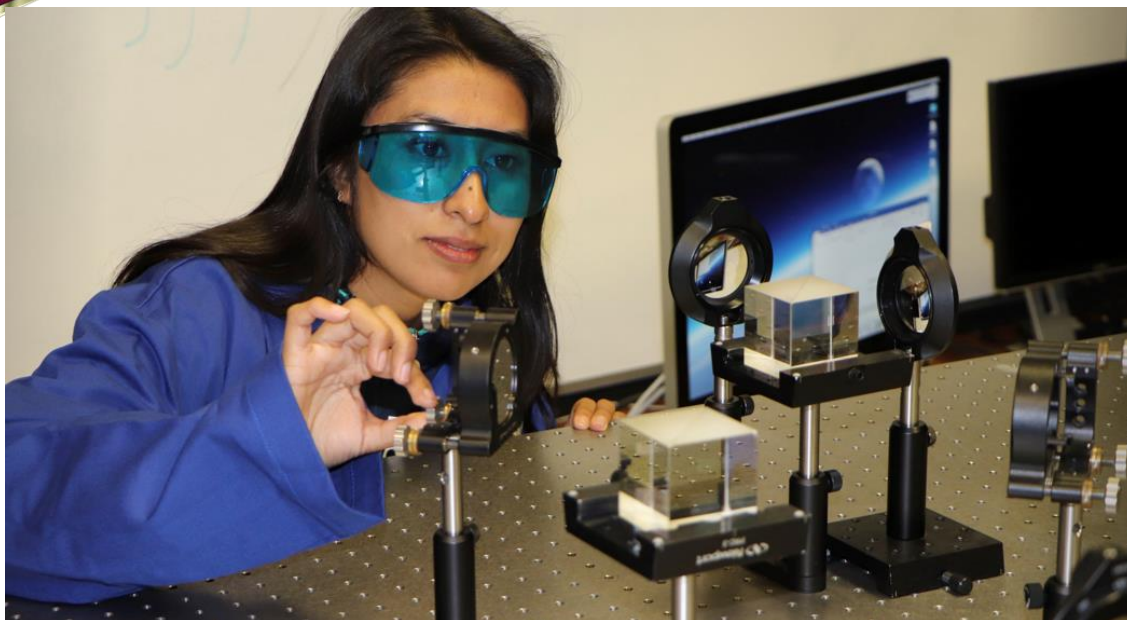


Foto 9. Práctica de Laboratorio.



Foto 10. Práctica de Laboratorio de Estudiantes de Doctorado.

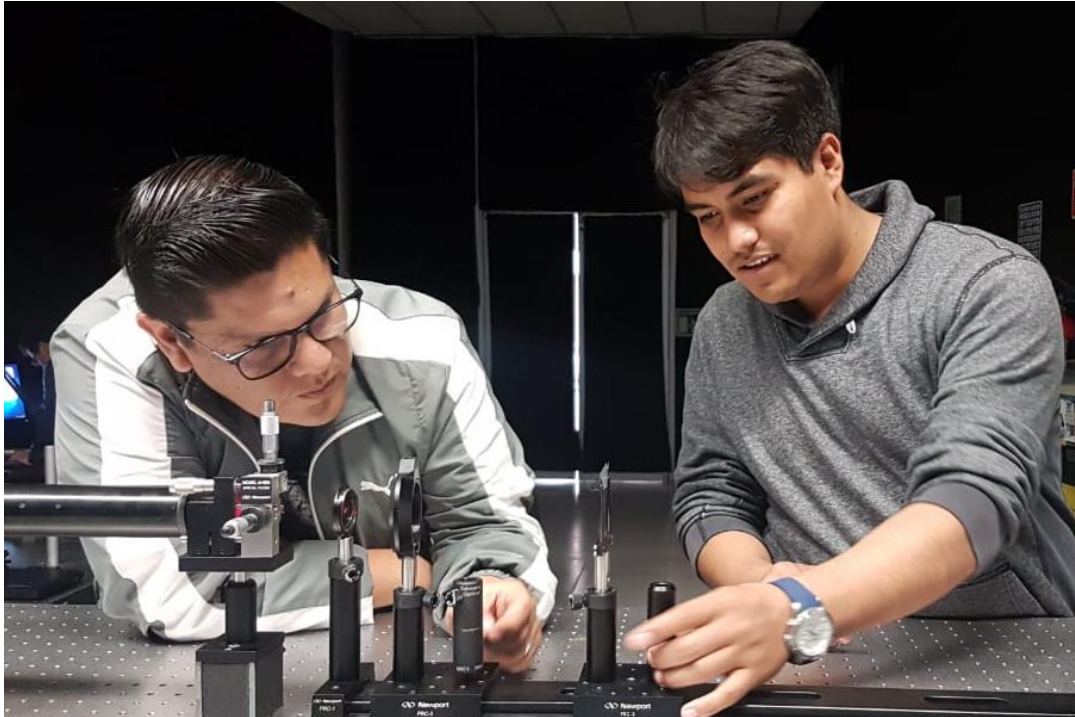


Foto 11. Trabajo experimental para demostración de fenómenos físicos.



Foto 12. Trabajo experimental para demostración de fenómenos físicos.