



GOBIERNO DE
MÉXICO



5.9 CASOS DE ÉXITO COORDINACIÓN DE ASTROFÍSICA

Proyecto: Censos panorámicos profundos a 1.1/1.4/2.1mm con la nueva Cámara polarimétrica ToITEC.

Desarrollado en la Unidad o Subsede: Coordinación de Astrofísica.

Empresa: Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Monto: 3.2 millones de pesos por parte del CONCyT y 6.2 millones de dólares por parte de la NSF.

Línea de Investigación que atiende: Astronomía Extragaláctica, Astronomía milimétrica, Instrumentación astronómica.

Zona de Influencia: Generación de conocimiento de ciencia de frontera con la utilización del GTM, el telescopio milimétrico de plato único más grande del mundo. Formación de especialistas altamente calificados a través del desarrollo de tesis de Maestría y Doctorado vinculadas al proyecto (Astronomía milimétrica e Instrumentación Astronómica). Fomento de la colaboración científica con las comunidades astronómicas de los Estados Unidos y Gran Bretaña.

Objetivo: Diseño, desarrollo y construcción de la Cámara ToITEC, una cámara de continuo que funciona a 1.1, 1.4 y 2.1 mm como instrumento de nueva generación del Gran Telescopio Milimétrico “Alfonso Serrano” (GTM); así como la definición y planificación de los censos de legado (2020 - 2021) que se desarrollarán cuando la cámara esté instalada en el GTM.

Descripción: ToITEC es la nueva cámara de imagen de continuo a 1.1, 1.4 y 2.1mm para el GTM con una apertura completa de 50m de diámetro. Siete instituciones de Estados Unidos, México y Gran Bretaña forman el grupo de trabajo que desarrolló este instrumento: INAOE, University of Massachusetts, Arizona State University, Northwestern University, Michigan University, National Institute of Standards and Technology, Cardiff

Primera Sesión Ordinaria de Órgano de Gobierno del INAOE- 2020

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





**GOBIERNO DE
MÉXICO**



University. El proyecto recibió financiamiento por parte de CONACyT (Proyecto FDC2016-1848) de la convocatoria de Ciencia de Fronteras del 2016 y de la National Science Foundation (NSF).

El grupo de trabajo está formado por 25 instrumentistas, 50 astrónomos en el equipo científico y más de 200 astrónomos de todo el mundo que trabajaron en la definición de los censos de legado de TolTEC. 27 investigadores y estudiantes mexicanos, del INAOE, del IA-UNAM y del IRyA-UNAM forman parte del grupo de trabajo, siendo el grupo del INAOE, formado por 18 personas el mayor aporte mexicano.

Los cuatro censos de legados definidos y que tendrán tiempo garantizado con el sistema TolTEC + GTM son los siguientes:

The clouds-to-cores survey (C2CS), 100 horas

The Fields in Filaments Survey (FiFS), 100 horas

The Ultra-Deep Survey of Star-forming Galaxies (UDS), 100 horas

The Large Scale Structure Survey (LSSS), 100 horas

La cámara se diseñó y se construyó en 2 años (2107-2019) y está lista para ser enviada e instalada en el GTM, tan pronto como el mejoramiento de las condiciones generadas por la emergencia sanitaria que estamos enfrentando lo permitan.

Los resultados más importantes vinculados al desarrollo de este proyecto son los siguientes:

Operación del equipo científico mexicano y articulación de la contribución mexicana en los grupos de trabajo de definición de los censos de legado de TolTEC.

Instalación del core del cluster de reducción de datos en el Laboratorio de Supercómputo del INAOE. En pruebas por equipo local, depurando software de reducción de datos.

Definición de área y profundidades de los censos de legado: todos los censos ya definidos.

Programa de afinación y verificación de la cámara ya definido (23 programas por Science Team) en abril 2020.

Proyectos piloto y diseño del datoducto de reducción de datos 2017-2020 + presentaciones en conferencias internacionales.

Primera Sesión Ordinaria de Órgano de Gobierno del INAOE- 2020

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





Más de 10 artículos publicados en revistas de arbitraje anónimo internacional.
Cinco tesis de Maestría y Doctorado terminadas.



Figura 1. Clúster de procesamiento de datos para TolTEC (Mextli).

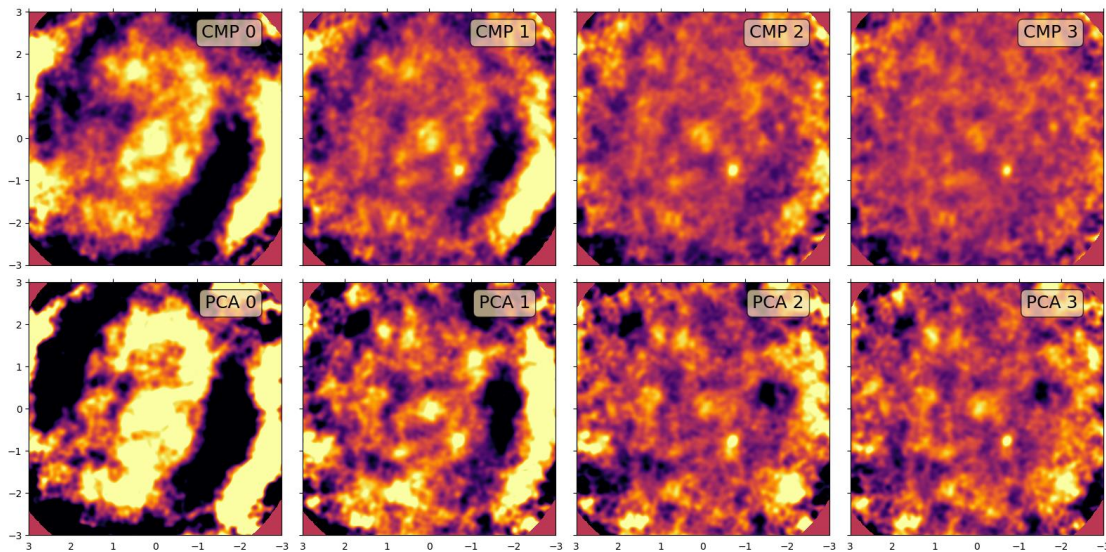


Figura 2. Test de reducción de datos con Mextli

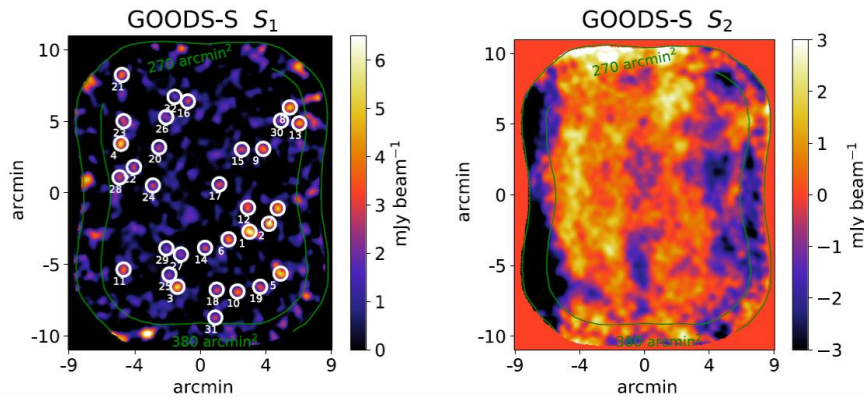


Figura 3. Ejemplo de Datoductos que serán generados con TolTEC (e.g. Rodríguez-Montoya et al. 2018, ApJS)



5.9 CASOS DE ÉXITO COORDINACIÓN DE ÓPTICA

Proyecto: Investigación de semiconductores orgánicos, así dispositivos basados en ellos.

Desarrollado en la Unidad o Subsede: Coordinación de Óptica.

Empresa: Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.

Monto:

Línea de Investigación que atiende: Investigación y desarrollo de materiales y dispositivos orgánicos e híbridos.

Zona de Influencia: Establecimiento de una línea de investigación novedosa en el INAOE así como a un proyecto de colaboración interdepartamental entre Óptica y Electrónica.

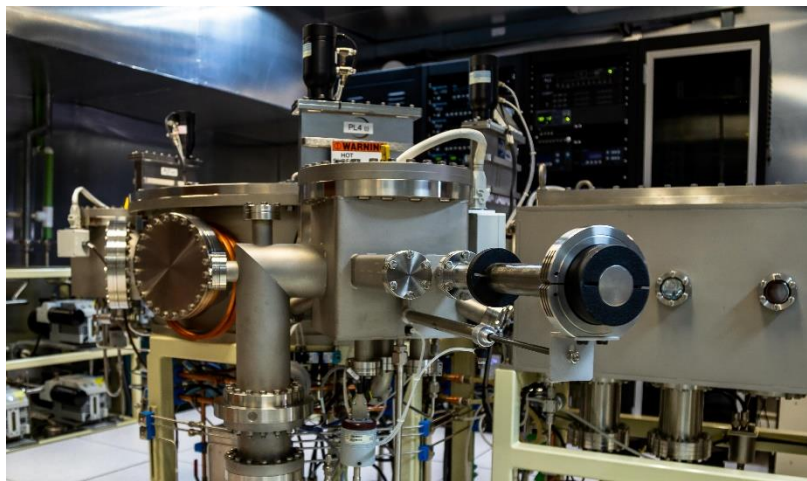
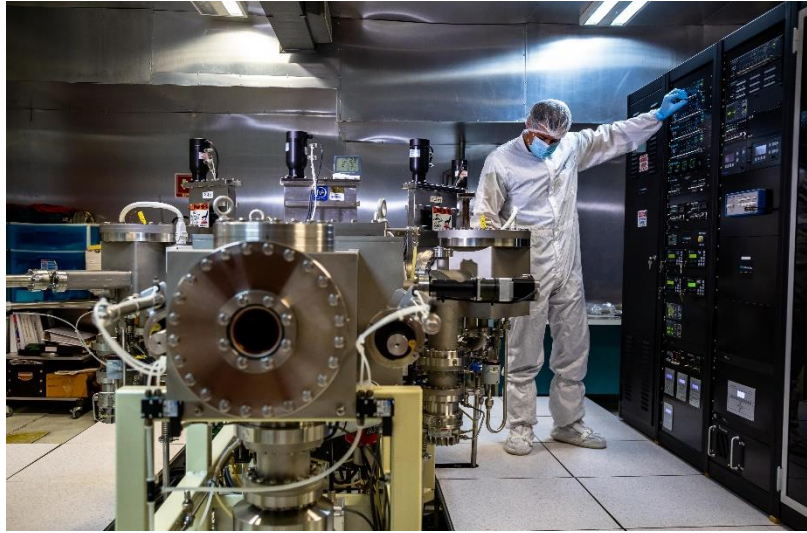
Objetivo:

- Desarrollo de Materiales para ser depositados por técnicas asistidas por plasma y materiales orgánicos
- Caracterización opto-electrónica de interfaces de uniones de materiales.
- Fabricación y caracterización opto-electrónica de dispositivos fotovoltaicos híbridos.

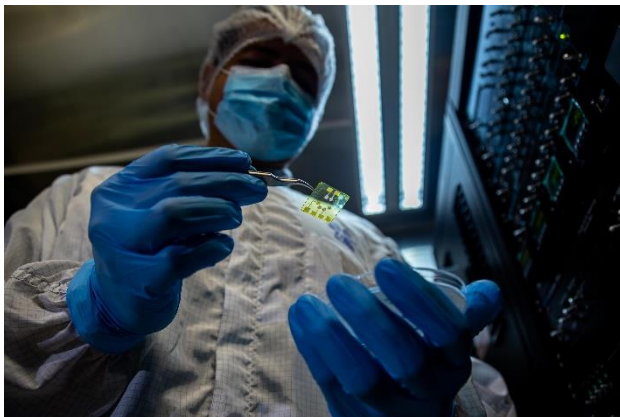
Descripción: se ha desarrollado un nuevo laboratorio que permite diseñar, fabricar y caracterizar dispositivos optoelectrónicos orgánicos en particular en el desarrollo de prototipos de celdas fotovoltaicas de nueva generación. Este equipamiento ha sido gracias al apoyo financiero de CONACYT, a través de proyectos individuales de la Dra. Svetlana Mansurova y el Dr. Rubén Ramos García. Así como la incorporación de un investigador por medio de una cátedra CONACYT, el Dr. Ismael Cosme Bolaños. Algunas fotos de las instalaciones, así como de algunos dispositivos ya fabricados se muestran a continuación.



GOBIERNO DE MÉXICO



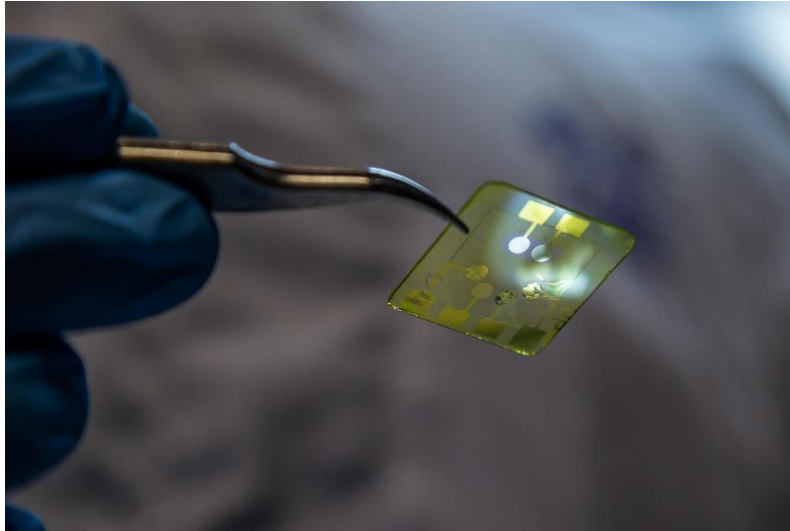
Instalaciones del laboratorio



Primera Sesión Ordinaria de Órgano de Gobierno del INAOE- 2020

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





Dispositivos desarrollados

Algunos resultados importantes de este proyecto son:

- Se otorgaron dos patentes tecnológicas, una más se registró otra y dos adicionales se encuentran en el proceso de registro
- 6 artículos en revistas internacionales (todos del primer cuartil).
- 5 estudiantes graduados de maestría.
- 3 estudiantes de doctorado



5.9 CASOS DE ÉXITO COORDINACIÓN DE ELECTRÓNICA

Proyecto: Osciladores caóticos de orden fraccionario: simulación, optimización y aplicaciones al Internet de las Cosas.

Desarrollado en la Unidad o Subsede: Departamento de Electrónica

Empresa: INAOE

Monto: Sometido a la convocatoria Ciencia de Frontera 2019, como continuación de los proyectos CONACyT Ciencia Básica 237991 (\$936,500.00 Mayo 2015 – Diciembre 2018) y 131839-Y (\$555,000.00 Junio 2011 – Junio 2014).

Línea de Investigación que atiende: Simulación, diseño y optimización de circuitos integrados para aplicaciones de seguridad en el internet de las cosas.

Zona de Influencia: Seguridad en sistemas integrados a nivel local, nacional e internacional.

Objetivo: Implementación de osciladores caóticos de orden fraccionario utilizando hardware analógico/digital para aplicaciones de seguridad en el internet de las cosas. Este objetivo requiere lograr tres tareas: comparación entre los métodos de simulación en el dominio de la frecuencia y del tiempo para garantizar un comportamiento caótico durante mucho tiempo. En segundo lugar, proponer un algoritmo de optimización para maximizar las características dinámicas de los osciladores caóticos de orden fraccionario. Finalmente, garantizar aleatoriedad de las series temporales caóticas para aplicaciones en seguridad.

Descripción: El caos no puede ocurrir en sistemas de tiempo continuo de orden inferior a tres, el cual está asociado a las variables de estado en un sistema dinámico. Desafortunadamente, el concepto de orden no se evalúa directamente en los sistemas que tienen componentes de orden fraccionario. Algunos investigadores han propuesto métodos para evaluar el orden mínimo para generar un comportamiento caótico en sistemas de orden fraccionario, los cuales pueden ser conmensurados si todas las derivadas tienen el mismo orden fraccionario, e inconmensurados en caso contrario. De esa manera, realizar



la optimización de los coeficientes y el orden fraccionario de un sistema dinámico es un desafío cuando se desea generar una secuencia de datos realmente aleatoria, la cual coadyuve a mejorar las aplicaciones de seguridad en el internet de cosas. Este proyecto que se desarrollará durante los próximos tres años, tiene como base el conocimiento generado por los proyectos CONACyT 237991 Mayo 2015 – Diciembre 2018) y 131839-Y (Junio 2011 – Junio 2014), y publicado en revistas interacionales (<https://publons.com/a/1487250>) y los libros: Engineering Applications of FPGAs: Chaotic Systems, Artificial Neural Networks, Random Number Generators, and Secure Communication Systems, Springer, ISBN: 978-3-319-34113-2, 2016, DOI 10.1007/978-3-319-34115-6, y Analog/Digital implementation of fractional order chaotic circuits and applications, Springer, 2020, DOI 10.1007 / 978-3-030-31250-3. Otros productos en esta línea de investigación han sido la fabricación de circuitos integrados empaquetados y de montaje superficial mostrados en la figura.

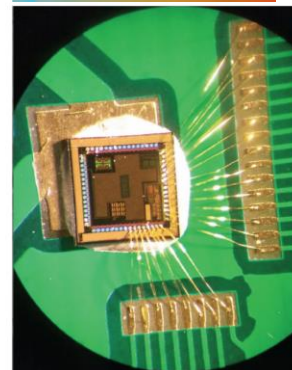
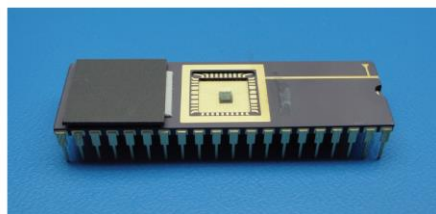
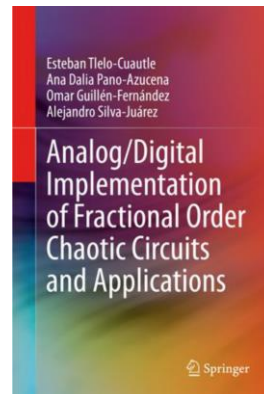
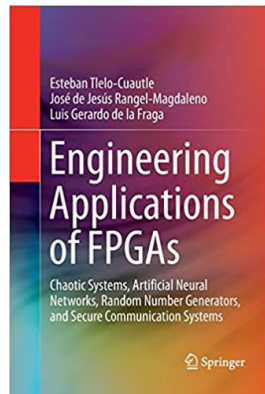


Figure: CMOS integrated circuits designed at INAOE that generate integer-order chaotic attractors



5.9 CASOS DE ÉXITO COORDINACIÓN DE CIENCIAS COMPUTACIONALES

Proyecto: Algoritmos y Plataformas de Seguridad para Internet de las Cosas (IoT) – Proy: 2017-01-7092.

Desarrollado en la Unidad o Subsede: INAOE

Empresa: INAOE

Monto: \$1,277,980.00, Fecha de término: Octubre de 2020.

Línea de Investigación que atiende: Marcas de agua, criptografía, Internet de las Cosas.

Zona de Influencia: Sector gubernamental, empresarial y privado, seguridad informática.

Objetivo: Diseñar e implementar nuevas tecnologías de seguridad (criptográficas y de watermarking) para aplicaciones IoT con restricciones computacionales e incorporarlas a desarrollos tecnológicos requeridos por la industria y la sociedad.

1. Desarrollar algoritmos criptográficos y de marcas de agua ligeros y adecuados para ejecutarse en plataformas de cómputo con recursos limitados encontradas en aplicaciones de Internet de las Cosas.
2. Consolidar la línea de investigación en seguridad que sume y contribuya al desarrollo del Internet de las Cosas y la Ciberseguridad en México.
3. Contribuir a la formación de recursos humanos altamente especializados en seguridad.
4. Ofertar servicios especializados para fortalecer a la industria en cuestiones de seguridad informática y soluciones de seguridad para IoT.
5. Atender demandas específicas de la industria e instituciones en materia de seguridad.



Descripción:

La seguridad es crítica para cualquier red y la primera línea de defensa contra la corrupción de datos es la Criptografía. En particular, la Criptografía ligera se dirige a implantarse en sistemas IoT así como esquemas de watermarking que permitan su uso en aplicaciones con restricciones de memoria y poder de procesamiento limitado. El uso de watermarking en comunicaciones de dispositivos IoT junto con compresión permite lograr una transmisión secreta de las señales, reduce la complejidad y el consumo de energía. La seguridad basada en hardware (sistemas) es ideal para responder a los requisitos de IoT, sin embargo, se deben abordar de manera novedosa cuestiones de investigación y de ingeniería adicionales. Este tipo de sistemas proporcionan soluciones elegantes y eficientes a varios problemas que la criptografía clásica no ha podido resolver.

Resultados preliminares

Desarrollo de arquitecturas hardware de seguridad para IoT con aplicaciones en:

- Seguridad automotriz
- Protección de dispositivos IoT frente a ataques de denegación de servicio.
- Publicación de artículos de revista

Investigación en desarrollo de sistemas embebidos para procesamiento de datos utilizando arquitecturas criptográficas.

Capacitación en seguridad (hacking ético y prevención de delitos cibernéticos) en donde se tocó lo referente a seguridad en IoT para personal de la policía municipal del estado de Puebla.

Reunión de Ciberseguridad para la Industria 4.0 en donde se cubren temas de seguridad y ataques en IoT así como posibles soluciones y cómo lanzar al mercado un producto IoT.

Algunas publicaciones obtenidas:

1. Maikel L. Pérez Gort, Martina Olliaro, Claudia Feregrino and Agostino Cortesi, *Preventing Additive Attacks to Relational Database Watermarking*. CONFENIS Conference, Praga, Diciembre 2019.
2. Maikel L. Pérez Gort, Claudia Feregrino Uribe, Agostino Cortesi and Félix Fernandez-Peña, *A Double Fragmentation Approach for Improving Virtual Primary Key-Based Watermark Synchronization*, Aceptado, IEEE Access Journal, Q1.





**GOBIERNO DE
MÉXICO**



5.9 CASOS DE ÉXITO COORDINACIÓN DE CIENCIAS COMPUTACIONALES

Proyecto: Sistema para captura y procesamiento de video y fotografía aérea para drones y aviones ligeros.

Desarrollado en la Unidad o Subsede: Coordinación de Ciencias Computacionales

Empresa: Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica

Monto: \$1'570,197.12

Línea de Investigación que atiende: Visión Computacional, Sensado Remoto.

Zona de Influencia:

Objetivo: Desarrollar un software prototipo y la metodología para su uso en la tarea de levantamiento (captura) visualización y procesamiento de video y fotografías aéreas a partir de una cámara montada sobre un vehículo aéreo tipo drone o avión ligero.

Descripción: Este proyecto se enfocó en el tema de levantamiento de video y fotografías aéreas con drones o aviones ligeros. Para esto, se propuso el desarrollo de un software prototipo que pueda ser utilizado en ambos tipos de plataformas aéreas, esto es, un sistema que pueda ser utilizado por un vehículo aéreo no tripulado (coloquialmente conocido como dron) que pueda cargar al menos medio kilogramo de carga útil, con un tiempo de vuelo de al menos 20 minutos, con un vuelo vertical máximo de alrededor de 100 metros de altura y capacidad de operación de al menos 1 kilómetro en línea de vista visible. En este contexto, en este proyecto se desarrolló un sistema basado en software de código abierto para grabar video y fotografía aérea. Nuestra propuesta proporciona una herramienta a aquellos usuarios que requieran observar en tiempo real el terreno durante el vuelo de un avión no tripulado, esto se logra de dos maneras en tiempo real: 1) a través de la generación de un mosaico de imágenes; 2) mediante la generación de nubes de puntos 3D y su teselación. En ambos casos, durante la generación del mosaico o de la nube de puntos, se almacenan las imágenes utilizadas en estos procesos. Posteriormente, estas imágenes pueden ser procesadas con los módulos adicionales que se ofrecen para la generación de modelos 3D, a partir de los cuales también se pueden generar ortoimágenes.

Primera Sesión Ordinaria de Órgano de Gobierno del INAOE- 2020

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx





**5.9 CASOS DE ÉXITO
COORDINACIÓN DE CIENCIAS COMPUTACIONALES**

Proyecto: DESARROLLO DE TECNOLOGÍA BASADA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y MECATRÓNICA, PARA INTEGRAR UN PARQUE DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA A UNA RED INTELIGENTE.

Desarrollado en la Unidad o Subsede: Desarrollado en la Coordinación de Ciencias Computacionales en colaboración con el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL).

Empresa: El proyecto fue parte del Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica (CEMIE-Eólico) coordinado por el INEEL y patrocinado por la Secretaría de Energía y CONACYT.

Monto: \$7,691,724 pesos

Línea de Investigación que atiende: Inteligencia Artificial y aplicaciones en Energías Renovables.

Zona de Influencia: Campos para producción de energía eólicas en México.

Objetivo: El objetivo del proyecto fue desarrollar tecnología basada en inteligencia artificial y mecatrónica (IA&M) para integrar un parque de generación de energía eólica a una red inteligente (*smart grid*).

Descripción:

En el proyecto P12-CEMIE eólico nos enfocamos en desarrollar tecnología que hace uso de la inteligencia artificial con el fin de resolver diversos problemas en los parques de generación de energía eólica, así como en ayudar a su integración en una red inteligente.

Los principales logros del proyecto incluyen:

- Un esquema novedoso para detección de fallas en turbinas y parques eólicos que permite hacer una detección temprana de fallas y no requiere de datos de fallas.
- Un sistema multi-agente para apoyo en la toma de decisiones en mercados de energía. Dicho sistema se probó en el simulador PowerTac, obteniendo un segundo lugar en un concurso internacional.





**GOBIERNO DE
MÉXICO**



- Un controlador inteligente para micro-redes que permite minimizar costos y maximizar el uso de energías renovables.
- Un prototipo de un “dron” autónomo para inspección de los álabes de turbinas que hace localización y planeación automática por lo que no requiere de un operador humano.

En cuanto al aspecto científico y de formación de recursos humanos:

- Se publicaron 15 artículos en revistas y congresos internacionales, con 45 citas a la fecha.
- Participaron 11 estudiantes de doctorado, maestría y licenciatura en el proyecto, de los cuales 5 concluyeron su tesis (4 de maestría y uno de doctorado).
- Participaron 3 post-doctorantes en el proyecto.
- Un estudiante realizó una estancia de investigación en Texas Tech en Estados Unidos.

Con respecto a la colaboración internacional, nuestro equipo del proyecto estableció un exitoso programa piloto de intercambio de profesores y estudiantes con la Texas Tech University (TTU) como nuevos miembros del Consorcio para la Colaboración en la Educación Superior de América del Norte (CONAHEC). Este intercambio dio lugar a un artículo de investigación de autoría conjunta sobre el uso de drones autónomos para inspeccionar turbinas eólicas, que se presentó en la Conferencia Internacional de Micro-vehículos Aéreos (IMAV 2018). También hemos colaborado con el Global Laboratory for Energy Asset Management and Manufacturing (GLEAMM) en Texas, la Tucson Electric Power Company (TEP) en Arizona y la University of North Dakota (UND) en Dakota del Norte para presentar cinco propuestas separadas para la financiación de futuros proyectos de investigación.

En cuanto a aspectos de propiedad intelectual y transferencia de tecnología, se realizó un análisis de patentabilidad y potencial de mercado de algunos de los productos del proyecto. También se participó en el programa de Nodos Binacionales de Colaboración (NoBi) de CONACYT, lo que permitió realizar un estudio detallado de las oportunidades de mercado, detectando perspectivas prometedoras en diagnóstico e inspección de parques eólicos.

Para más información ver el siguiente video:

<https://www.facebook.com/CEMIEEOLICO/videos/373934293294788/>

Primera Sesión Ordinaria de Órgano de Gobierno del INAOE- 2020

Luis Enrique Erro No. 1, CP. 72840, Tonantzintla, Pue., México.
Tel: (222) 266 3100 Fax: (222) 247 2580 difusion@inaoep.mx www.inaoep.mx

