



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
"La Técnica al Servicio de la Patria"



Memoria Anual de Actividades 2018

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)



Memoria Anual de Actividades 2018



Instituto Politécnico Nacional
Secretaría General
Coordinación de Asistencia Técnica
División de Operación
Departamento de Análisis Documental y Memorias



Formación de Recursos Humanos en el Campo Aeroespacial

Actividad Académica

Fecha de Inicio: 22 de enero

Fecha Término: 26 de enero

Centro de Desarrollo Aeroespacial
(CDA)

Con el propósito de complementar la formación de recursos humanos en el sector espacial se impartió el Curso Taller de Ingeniería en Sistemas Espaciales aplicado a una misión CanSat.



Constancia Curso taller Ingeniería en Sistemas Espaciales



Formación de Recursos Humanos en el Campo Aeroespacial

Actividad Académica

Fecha de Inicio: 30 de enero

El área de Normalización y Servicios Científicos y Tecnológicos del CDA, se dio a la tarea de investigar, elaborar y presentar el trabajo denominado “Investigación de Apoyos CONACyT a Ciencia Aplicada en el Área Aeroespacial”, con el propósito de identificar los programas y convocatorias CONACyT que apoyan e incentivan el impulso a las ciencias y tecnologías en el campo aeroespacial en los ámbitos de Cooperación Científica, Apoyo a la Infraestructura Científica, Problemas Nacionales, Repositorios, Laboratorios, Fondos Mixtos y Sectoriales, a fin de que en el CDA se elaboren estrategias que permitan aprovechar las oportunidades y beneficios que ofrecen estos incentivos institucionales.



Programas y Convocatorias CONACyT

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)



Formación de Recursos Humanos en el Campo Aeroespacial

Actividad Académica

Fecha de Inicio: 30 de junio

Para el impulso a la formación de recursos humanos se ha venido llevando a cabo de manera sistemática el acompañamiento a estudiantes de ingeniería provenientes de Unidades Académicas del IPN, los cuales han venido incursionado en actividades que les permitirán adquirir capacidades en el campo espacial, en específico los grupos denominados Cuauhtémoc, Antares y URC constituido por estudiantes de ESIME Ticomán, Zacatenco y Culhuacán, así como de ESCOM, UPIITA y externos; cuyo propósito es participar en el concurso “CanSat Competition 2019”, en junio en Stephenville, Texas, USA, adicionalmente el grupo “Kab Kaxan” de la Asociación Aeroespacial de ESIME Ticomán, están abocados al desarrollo de un vehículo de exploración espacial “Rover”, con el objetivo de participar en el concurso y competencia “University Rover Challenge 2019”, el cual se desarrollará en la Estación de Investigación del Desierto de Marte (MDRS) en Utah Estados Unidos.

Adicionalmente el grupo de estudiantes del CECyT 4 trabajan su proyecto aula con el desarrollo de un satélite educativo denominado CanSat, cuya misión es medir los índices de contaminación de la CDMX.



Formación de Recursos Humanos en el Área Aeroespacial



Participación en Eventos Académicos

Actividad Académica

Fecha de Inicio: 28 de agosto

Fecha Término: 29 de agosto

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Taller Internacional. 28 de agosto al 29 de agosto

El Instituto Politécnico Nacional a través del Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA), organizó con la Agencia Espacial de Corea del Sur un taller tecnológico (*Workshop*).

Dicho evento se inscribe en las políticas institucionales de fortalecer las capacidades nacionales en materia de ciencia y tecnología en el campo aeroespacial.

International Joint Workshop on aerospace industry development between Korea and Mexico.

Organizador: CDA-KARI (*Korean Aerospace Research Institute*, por sus siglas).

Sede: Sala de Exdirectores de la dirección general del Instituto Politécnico Nacional.

Preside: Centro de Desarrollo Aeroespacial, *Korean Aerospace Research Institute*.

Participantes externos: Agencia Espacial Mexicana, Secretaría de la Defensa Nacional, Tecnológico de México, INAOE, CRECTEALC (Centro Regional de Enseñanza de Ciencia y Tecnología del Espacio para América Latina y el Caribe), UNAM.

Desarrollo.

- El Centro de Desarrollo Aeroespacial tuvo contacto en el año 2017 con el KARI de Corea del Sur gracias a la invitación realizada por el Ing. Fernando Guzmán, ex alumno de la ESIME IPN y actual colaborador en la empresa coreana SOLETOP y cuando los investigadores Arturo Solís Santomé e Irán Grageda Arellano adscritos a la Coordinación de Fomento al Desarrollo de la Empresa-Industria Nacional del CDA, visitaron aquellas instalaciones y tuvieron reuniones con funcionarios de dicha agencia espacial para buscar colaboraciones que promovieran el desarrollo de proyectos conjuntos orientados al sector aeroespacial.



Taller Internacional, en coordinación con la Agencia Espacial de Corea del Sur



Participación en Eventos Académicos

Actividad Académica

Fecha de Inicio: 28 de agosto

Fecha Término: 29 de agosto

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

- Derivado de tales reuniones, se consiguió la participación del CDA en el programa *Knowledge Sharing Program* (KSP) que ofrece el gobierno coreano, el cual mediante la transferencia de conocimiento en diversos sectores, busca formar capacidades en la institución participante. Es importante mencionar que el IPN participa con Corea del Sur en el KSP desde el 2012 con proyectos orientados al desarrollo de sectores estratégicos dentro de la institución. Sin embargo nunca se había participado en algún proyecto del sector espacial, lo que representa una potencial colaboración para el desarrollo de proyectos con experiencias de primer mundo. Aunado a esto, se consiguió que tecnólogos de KARI impartieran un taller en instalaciones del IPN, los días 28 y 29 de agosto de 2018 en la sala de Ex Directores de la Dirección General del IPN para exponer sobre temas de política espacial, desarrollo tecnológico y de industria espacial coreana; con la finalidad de compartir la experiencia coreana con el IPN, además que el CDA incentivó la participación de instituciones ajenas al IPN, tal como la Agencia Espacial Mexicana, SEDENA, Tecnológico de México, entre otros. Los tecnólogos coreanos expusieron acerca de la importancia de crear un adecuado desarrollo de políticas que permitan formular un plan de acción que implemente aquellas actividades que atiendan la continuidad de proyectos, para tener asegurada una evolución de la tecnología generada. Además, se presentó información sobre las capacidades que dispone KARI para la realización de proyectos, tal como, diseño, construcción, pruebas y operación, mismas que podrían servir para el desarrollo de proyectos del IPN.
- Por otro lado, se presentaron las capacidades de la industria espacial coreana en materia de construcción de satélites pequeños. Dicho evento tuvo un muy buen desarrollo y una adecuada gestión logística, teniendo como resultados excelentes comentarios por parte de todos los invitados al evento, y en particular de la comitiva coreana que visitó el IPN. Además, tuvo un impacto bastante aceptable en medios nacionales de difusión, tal como Excélsior y en los comunicados oficiales de gobierno de la Agencia Espacial Mexicana.



Participación en Eventos Académicos

Actividad Académica

Fecha de Inicio: 4 de septiembre

Fecha Término: 19 de noviembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Participación en eventos académicos:

1. Estancia de trabajo. Propósitos: Impartir conferencias de divulgación sobre los proyectos de desarrollo tecnológico que en materia aeroespacial se realizan en el Centro de Desarrollo Aeroespacial, así como otras iniciativas en las que actualmente se trabaja de manera colaborativa con otras entidades nacionales e internacionales; y en el Simposio Internacional sobre "Resiliencia", organizado por el Colegio de Ingenieros Civiles de Oaxaca y el Gobierno del Estado de Oaxaca, en coordinación con la consultora FUPRESA, A.C., Instituto Tecnológico del Istmo, Juchitán, Oaxaca del 4 al 7 de septiembre.
2. Asistencia a la Universidad Carlos III de Madrid; Universidad Complutense Madrid y PROXIMA Space. Para compartir experiencias científico tecnológicas en el diseño de plataformas suborbitales y de baja altitud para investigación científica y validación tecnológica (propuesta de desarrollo binacional México-España). Del 11 al 19 de noviembre.
3. Taller para acceso a la Súper Computadora DGX-104/09/18, donde se trataron los siguientes tópicos: Presentación del Sistema. Arquitectura de los Sistemas DGX-1. Incorporación en el Clúster Librerías estándar proporcionadas por NVIDIA. Opciones básicas de compilador. Se acordó permitir el acceso a la máquina vía remota, sin embargo, se debe llegar a un acuerdo de la configuración de la VPN (Virtual Private Network, Red Privada Virtual), para el acceso seguro. Ejecutar algunos programas que permitan aprovechar al máximo el potencial de la máquina, para proyectos en conjunto, orientadas a simulaciones en ámbito satelital. Sede: Tecnológico de Monterrey en Guadalajara, Jalisco, el 7 de septiembre.
4. Entre Pares 2018. Consorcio Nacional de Recursos de Investigación Científica y Tecnológica. Propósito: Participar en los cursos y talleres relacionados con el uso del repositorio institucional de información científica del CONRICyT, así como de Scopus y SciVal, impartidos por expertos de Elsevier. Participar también en las reuniones entre pares para la revisión de artículos científicos. Sede: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla el 9 de noviembre.
5. Taller sobre Estaciones en Plataformas a Gran Altitud (HAPS), organizado por: Comité Técnico en Materia de Espectro Radioeléctrico (CTER). Sede: Instituto Federal de Telecomunicaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes el 30 de octubre.



Taller de acceso a la súper computadora DGX



Participación en Eventos Académicos

Actividad Académica

Fecha de Inicio: 4 de septiembre

Fecha Término: 19 de noviembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Participación en eventos académicos:

1. Seminario de Investigación. Colaboración entre el Centro de Desarrollo Aeroespacial del Instituto Politécnico Nacional y el Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Mérida, como parte de los proyectos SIP-IPN, "Desarrollo y escritura de tesis y artículos de investigación en proceso, así como al avance en el desarrollo de temas de interés para ambas instituciones como la aplicación de técnicas de inteligencia artificial y reconocimiento de patrones al campo espacial." Sede: Tecnológico Nacional de Mérida. Mérida, Yucatán del 29 de septiembre al 6 de octubre.
2. "Encuentro Espacial del Bajío 2018", Relacionado al desarrollo de una plataforma portátil de comunicación satelital. Se expusieron tres conferencias magistrales por representantes de la AEM, MXSpace y la UPAEP, (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla) una mesa redonda constituida por cuatro participantes cuyo tema desarrollado fue el presente y futuro del campo espacial en México. Sede: Centro Nacional de Tecnologías Aeronáuticas (CENTA). Querétaro el 16 de noviembre.
3. Seminario Internacional denominado: "Instalaciones Estratégicas y Patrimonio Cultural", dirigido a servidores públicos y tomadores de decisiones de los tres órdenes de gobierno, en los ámbitos de protección civil, seguridad y cultura, el cual tiene como objetivo reunir a la comunidad del sector tecnológico y de gobierno con el fin de presentar soluciones en materia de prevención, mitigación y reconstrucción e intercambiar experiencias para poner en práctica soluciones efectivas en sus sectores. Sede: CENAPRED de la Secretaría de Gobernación el 5 de noviembre.
4. Ingeniería de Sistemas Espaciales. CDA-CITEDI-REDCyTE. Impartición de los cursos correspondientes a: Fundamentos de la Ingeniería Espacial; Ingeniería de Sistemas; Fundamentos de Gestión de Proyectos Espaciales; Estandarización y Regulación de Satélites. Del 7 al 14 de octubre.



Encuentro Espacial del Bajío



Participación en Eventos Académicos

Actividad Académica

Fecha de Inicio: 8 de octubre Fecha Término: 12 de octubre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Curso: “Ingeniería de Sistemas Espaciales. Con motivo de la conmemoración de la Semana Mundial del Espacio 2018, el CDA en coordinación con el CITEDI, se dieron a la tarea de la impartición en sus instalaciones del curso: “Ingeniería de Sistemas Espaciales”, con el propósito de introducir a los participantes en los temas generales del campo espacial, así como, proporcionar el conocimiento del ciclo de vida de un proyecto espacial, aplicado al desarrollo de plataformas satelitales CubeSat, se impartieron diez temas con la participación de seis expositores y lo acreditaron 12 participantes provenientes de instituciones educativas de nivel Superior regionales y centros de investigación. Sede: Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico Digital de Tijuana.



Constancia Curso “Ingeniería de Sistemas Espaciales”



Acciones de Divulgación de la Ciencia y la Tecnología Aeroespacial

Actividad de Difusión y Divulgación

Fecha de Inicio: 6 de marzo Fecha Término: 15 de marzo

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

“Ciclo de Conferencias en Medicina Aeroespacial”. En las conferencias se abordaron los aspectos médico biológicos en el ámbito espacial. Sedes: Escuela Superior de Medicina y la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía.



Ciclo de Conferencias en Medicina Espacial



Acciones de Divulgación de la Ciencia y la Tecnología Aeroespacial

Actividad de Difusión y Divulgación

Fecha de Inicio: 17 de mayo **Fecha Término: 23 de mayo**

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

“Ciclo de Conferencias de Medicina Aeroespacial”. Conferencias: Transporte aéreo del enfermo” y “Características del espacio exterior y sistemas del soporte vital”. Impartidas por el Dr. Ramiro Iglesias Leal en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 6 “Miguel Othón de Mendizábal”.



Conferencias de Medicina Aeroespacial



Perspectiva de Género

Actividad de Género

Fecha de Inicio: 15 de junio

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Se llevó a cabo en conjunto con el Centro de Educación Continua “Ing. Eugenio Méndez Docurro” la conferencia “Código de conducta para los funcionarios encargados de hacer cumplir la ley”, que tuvo como finalidad darlo a conocer .

Se mencionó que debemos entender que los funcionarios encargados de hacer cumplir la ley cumplirán en todo momento los deberes que les impone, sirviendo a su comunidad y protegiendo a todas las personas contra actos ilegales, en consonancia con el alto grado de responsabilidad exigido por su profesión.



Conferencia “Código de Conducta”



Perspectiva de Género

Actividad de Género

Fecha de Inicio: 30 de agosto

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)



Grabación de una serie de canal 11, para prevenir la discriminación

Grabación de una serie del Canal 11. Asistencia del personal del CDA, el día 3 de agosto, a la grabación de la Serie “Yo soy yo”, que transmite el Canal Once de México, en colaboración con el Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación (CONAPRED) y la cual abarca los géneros de ficción, drama y comedia juvenil. ¡Yo Soy Yo! es una serie juvenil que aborda el tema de la discriminación, los estereotipos y las redes sociales. Una serie original de Canal Once.

El objetivo de la serie es sensibilizar al segmento juvenil acerca de la tolerancia y el respeto a la vida cotidiana. En las redes sociales lo hacen a través de valores fundamentales para la convivencia en sociedad, poniendo énfasis en el rechazo al *bullying*, la violencia y la discriminación. Enriqueta Cabrera, ex- directora del Canal Once, comentó que esta es una historia entrañable porque nos muestra cómo los jóvenes abordan sus problemas y plantean

soluciones para los mismos, pero no individualmente, sino con el grupo de amigos que han elegido, mismos que tienen diversos orígenes y diferentes formas de ver las cosas, y con quienes se relacionan incluso más que con sus propios padres.

Finalmente, Ricardo Bocio, presidente de CONAPRED, mencionó que “Yo Soy Yo” busca mostrar la vida real de los jóvenes en el país, “donde siete de cada diez de ellos son víctimas del *bullying* y la discriminación. La actual relación que tiene la juventud con las redes sociales ha potencializado su cercanía y facilitado sus actividades escolares y laborales. La serie forma parte de la campaña Sin tags, la discriminación no nos define, que pretende eliminar el discurso de odio en redes sociales”.



Perspectiva de Género

Actividad de Género

Fecha de Inicio: 18 de septiembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

El personal del Centro de Desarrollo Aeroespacial CDA del IPN, asistió a la Feria Politécnica por la Diversidad Sexual en la explanada 1 de la ESIME Unidad Zacatenco, en la que participaron en actividades lúdicas, talleres y pláticas para fomentar en el IPN espacios de respeto y reconocimiento de la Diversidad Sexual para lograr una cultura de igualdad e inclusión.



Asistencia del personal del CDA a la Feria por la Diversidad Sexual



Perspectiva de Género

Actividad de Género

Fecha de Inicio: 1 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Se solicitó el apoyo de la Defensoría de los Derechos Politécnicos, para la impartición de la conferencia: "Violencia de Género desde la perspectiva de los Derechos Humanos."



Personal del CDA en conferencia "Derechos Humanos"



Perspectiva de Género

Actividad de Género

Fecha de Inicio: 6 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Se solicitó el apoyo a la Defensoría de los Derechos Politécnicos, para la impartición de la conferencia: "Personal del IPN en el marco de los Derechos Politécnicos".



Reconocimiento a conferenciante tema: Violencia de género desde la perspectiva de los derechos humanos



Desarrollo de Proyectos de Investigación con Recursos Institucionales

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Simulación numérica de la transferencia de calor en un CubeSat (*Numerical Modelling of the Heat Transfer in a CubeSat*), responsable del proyecto: Carlos Couder Castañeda, SIP # 20180472.



Informe del Proyecto de Investigación SIP 20180472.

- Descripción. Los nanosatélites, especialmente los CubeSat están emergiendo como una alternativa para llevar a cabo investigación en entornos espaciales, bajo el entorno de pequeñas misiones debido a que son totalmente funcionales en dimensiones reducidas y a bajo costo. Adicionalmente la construcción de CubeSat con todos sus subsistemas es una excelente herramienta pedagógica en universidades para la formación de ingenieros en el ámbito aeroespacial. Uno de los subsistemas es el del control térmico que para su construcción requiere de un análisis de la conducción de calor en todo el sistema bajo distintas condiciones orbitales. Este proyecto se llevó al análisis para verificar la factibilidad de lo que es susceptible a sobrecalentamiento tomando en cuenta el sol, y el albedo. Las simulaciones se llevarán a cabo utilizando una herramienta computacional de diseño propio desarrollada en el proyecto SIP 20160576 y se compararán con resultados obtenidos experimentalmente en cámara térmica.
- Objetivo. Llevar a cabo simulaciones específicas de la transferencia de calor en una geometría de tipo CubeSat a través de un código de computadora desarrollado previamente para este propósito y comparar los resultados obtenidos con los experimentales.
- Específicamente:
 - » Generar el mallado para la geometría específica del CubeSat.
 - » Llevar a cabo simulaciones sobre el mallado.
 - » Calibrar los coeficientes de difusión térmica.
 - » Introducir los parámetros externos.
 - » Comparar los resultados con datos experimentales.
- Objetivos generales: Simular la transferencia de calor en una geometría CubeSat de 1U a través de código propietario, comparando los resultados con los experimentales.



Desarrollo de Proyectos de Investigación con Recursos Institucionales

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

- Objetivos específicos:
 - » Discretizar la geometría de un CubeSat 1U en diferencias finitas centradas.
 - » Determinar fenómenos de transferencia de calor en el espacio.
 - » Codificar las ecuaciones de difusión de calor.
 - » Validar el código.
 - » Llevar a cabo pruebas de rendimiento.
- Etapas:
 - » Pre procesamiento. Llevar a cabo el mallado para una geometría específica de una cara del CubeSAT.
 - » Análisis de los datos experimentales.
 - » Analizar estadísticamente los datos experimentales obtenidos de la cámara de vacío.
- Simulaciones:
 - » Llevar a cabo las simulaciones y comparar los resultados con los experimentales.
 - » Escritura del artículo sobre los resultados y generar el reporte.



Desarrollo de Proyectos de Investigación con Recursos Institucionales

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Desarrollo de un algoritmo de difusión térmica optimizado para su ejecución en computadoras de vuelo de alto rendimiento en nanosatélites, responsable del proyecto: Jorge Hernández Gómez, SIP # 20181139

- Descripción. - Un satélite en órbita baja se encuentra sujeto a un enorme gradiente térmico de -100 C a 100 C en órbita, en cuestión de minutos (una órbita completa entorno a la Tierra dura aproximadamente 90 minutos). De esta manera, se requiere de un subsistema de control térmico de alta capacidad térmica y rápida respuesta que permita que la electrónica del satélite trabaje siempre dentro de sus rangos térmicos operables, permitiendo la satisfactoria operación del mismo. Actualmente, el control térmico en satélites pequeños (micro-, nano- y pico-satélites), se hace en base a consideraciones enteramente macroscópicas.

El comportamiento térmico de un satélite en órbita se modela a través de las ecuaciones de la termodinámica, y usualmente en estados estacionarios para encontrar los puntos térmicos críticos de operación del satélite. Aunque este proceso es adecuado para establecer criterios de operación, por su carácter macroscópico, debe dotarse al subsistema de control térmico amplios factores de seguridad para garantizar la operación íntegra de la misión espacial durante toda su vida útil. Este hecho redundo, o bien en un mayor gasto de recursos energéticos (los cuales son limitadísimos en nanosatélites) si el subsistema de control térmico es activo, o bien en un mayor peso y/o mayor número de componentes si el subsistema es pasivo.

En este proyecto se estudia la factibilidad de usar el sistema embebido NVIDIA JETSON TX1 como un sistema abordado para la ejecución de algoritmos de alta demanda de recursos computacionales. En términos de procesamiento abordado, posee un procesador de 64 bits Quad-core ARM Cortex A57 MPCore, el cual por sí mismo supera por mucho el poder de térmica para GPU, mismo que pueda arrojar datos de difusión térmica precisos en tiempo real para ser utilizado en un subsistema de control térmico para su ejecución en computadoras de vuelo de alto rendimiento, como lo es el módulo Jetson TX1.



Informe Proyecto SIP 20181139

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)



Desarrollo de Proyectos de Investigación con Recursos Institucionales

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

- Objetivos:
 - » Objetivo general: Desarrollo de un algoritmo de difusión térmico optimizado para su ejecución en una computadora de vuelo de alto rendimiento Jetson TX1.
- Objetivos particulares:
 - » Desarrollo de multi-arreglos en CUDA C.
 - » Diseño de algoritmo de difusión térmica.
 - » Optimización de algoritmo de difusión térmica para su ejecución en computadoras de vuelo de alto rendimiento.
 - » Pruebas de rendimiento del algoritmo en tiempo real en computadora de vuelo de alto rendimiento.
- Etapas del desarrollo:
 - » Desarrollo.
 - » Optimización.
 - » Pruebas de rendimiento.
- Entregables:
 - » Estado del arte.
 - » Elaboración y análisis del estado del arte en cuanto a computadoras abordadas actuales en nanosatélites, así como de algoritmos actuales para la difusión térmica en subsistemas de control térmico para nanosatélites actuales.

- Desarrollo
 - » Desarrollo de multi-arreglos en CUDA C.
 - » Desarrollo de algoritmo de difusión térmica Implementación.
 - » Implementación de algoritmo en CUDA C.

- Optimización
 - » Optimización de algoritmo para su ejecución en computadoras abordadas de alto rendimiento. Pruebas.
 - » Obtención de métricas de rendimiento en tiempo real de algoritmo en computadoras a bordo de alto rendimiento.

- 1 tesis de licenciatura.
- 1 artículo nacional.
- 1 informe final.
- 1 congreso nacional.
- 1 estudiante PIFI.



Desarrollo de Proyectos de Investigación con Recursos Institucionales

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Sistema de seguimiento satelital de alta precisión para estación terrena, responsable del proyecto Isaac Medina, SIP #20181441

- Descripción: Los sistemas de comunicación satelitales vía láser (Lasercom) tienen el potencial de revolucionar las comunicaciones en ámbitos científicos, de defensa y comerciales. Las tasas de transferencia de información suelen ser insuficientes para la creciente cantidad de datos enviados y recibidos a través de los dispositivos satelitales que operan por radiofrecuencia.

El uso de Lasercom ofrece mayor ancho de banda, disminución en tamaño de componentes, inmunidad de interferencia y mayor ganancia, entre sus principales ventajas. Sin embargo, el uso de esta tecnología implica varios retos por resolver.

Dos de los principales problemas son las pérdidas por perturbaciones atmosféricas y el subsistema de apuntamiento, adquisición y rastreo (PAT, por sus siglas en inglés); los sistemas Lasercom deben alinear la línea de vista óptica con mucha precisión. La finalidad de este proyecto es el desarrollo de un sistema PAT de una estación terrena óptica lo suficientemente estricto para establecer comunicaciones con el IPN-SAT 1, éste será un CubeSat operando en la órbita LEO a 350 km de altura. El sistema debe contar con una precisión de 0.2 grados y ser apoyado por un arreglo de engranes para proveerlo de un apuntamiento continuo para el rastreo de la unidad.

- Objetivo: Desarrollar un sistema PAT con precisión de 0.2 grados para fungir como base de estación terrena óptica.
- Objetivos específicos:
 - » Desarrollo de plataforma base para manipulación y experimentación.
 - » Implementación de sistema de recepción de información vía GPS.
 - » Desarrollo de un sistema de engranajes para aumento de precisión de dispositivo durante seguimiento.



Informe Proyecto SIP 20181441



Desarrollo de Proyectos de Investigación con Recursos Institucionales

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

- Etapas del desarrollo:
 - » Desarrollo de plataforma base para manipulación y experimentación.
 - » Implementación de sistema de recepción de información vía GPS.
 - » Manipulación de motores para seguimiento brusco a través de información recibida por GPS.
 - » Desarrollo de sistema de engranajes para aumento de precisión de dispositivo durante seguimiento.
 - » Diseño de sistema de sensado para indicar al sistema el objeto a seguir.
 - » Implementación de sistema de apuntamiento fino en plataforma.
 - » Pruebas que certifiquen la precisión requerida.
- Entregables:
 - » Etapa 1. Apuntamiento aproximado:
 - » Construcción de plataforma base (2 meses).
 - » Sistema de rastreo basado en posicionamiento global para seguimiento brusco (2 meses).
 - » Etapa 2. Apuntamiento fino:
 - » Análisis y construcción de arreglo de engranajes para apuntamiento fino (3 meses)
 - » Sistema de rastreo y apuntamiento fino basado en visión artificial (3 meses).
 - » Etapa 3. Pruebas de funcionamiento acoplado de los dos sistemas de apuntamiento:
 - » Implementación de apuntamiento fino en plataforma (1 mes).
 - » Escritura de artículo basado en desarrollo realizado (1 mes).
- Comentarios Avance: La interfaz para utilizarse con la estación terrena se ha desarrollado y el sistema de telemetría que envía una sola trama de información funciona eficientemente. Se realizaron más pruebas con el sistema de visión artificial para ayuda con el apuntamiento fino del sistema.



Desarrollo de Proyectos de Investigación con Recursos Institucionales

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Diseño, construcción y prueba de un prototipo de subsistema de control térmico para un nanosatélite tipo CubeSat, responsable del proyecto: Jesús Irán Grageda Arellano, SIP #20181028

- Descripción: El subsistema de control térmico en un nanosatélite es el encargado de mantener la temperatura dentro de un gradiente térmico óptimo, que asegure el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos, componentes y subsistemas que lo constituyen. El monitoreo de la temperatura de los subsistemas en un CubeSat es esencial para mantener la operatividad del satélite, aumentar la vida útil en el espacio y cumplir el objetivo de la misión para el cual es puesto en órbita.

Existen dos tipos de subsistemas térmicos satelitales los cuales se dividen en: subsistemas pasivos y subsistemas activos, el primero de ellos está constituido por elementos que no tienen un consumo energético y que no integran mecanismos móviles como son: recubrimientos, acabados superficiales, materiales y disipadores de calor. El subsistema activo lo integran elementos que tienen un consumo energético y/o requieren de movimientos mecánicos como son: intercambiadores de calor, radiadores, persianas, condensadores.

En este proyecto se desarrollará un prototipo que permita monitorear la temperatura interna de cada una de las caras que integran a un nanosatélite tipo CubeSat. De esta manera, se pretende obtener la variación del gradiente térmico en las caras del satélite, utilizando diferentes materiales como recubrimientos superficiales, a manera de poder caracterizar los materiales óptimos para integrar el subsistema de control térmico pasivo para un CubeSat de órbita baja.

- Objetivo: Diseño de un prototipo de sensado térmico para un nanosatélite tipo CubeSat, en un software CAD y siguiendo el estándar *CubeSat Design Specification Rev. 13 The CubeSat Program, Cal Poly SLO*.
 - » Construcción del prototipo de sensado térmico utilizando componentes *commercial-off-the-shelf (COTS)*.



Informe Proyecto SIP 20181028

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)



Desarrollo de Proyectos de Investigación con Recursos Institucionales

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

- » Pruebas funcionales.
- » Caracterización de materiales utilizables como recubrimientos para un subsistema de control térmico pasivo.

- Objetivos generales:
 - » Diseñar, construir y probar el funcionamiento de un prototipo de subsistema de control térmico para un nanosatélite CubeSat.

- Objetivos específicos:
 - » Diseñar un prototipo de sensado térmico para un nanosatélite tipo CubeSat, en un software CAD, siguiendo el estándar *CubeSat Design Specification Rev. 13 The CubeSat Program, Cal Poly SLO*.
 - » Construir un prototipo de sensado térmico utilizando componentes *commercial off-the-shelf (COTS)*.

- Pruebas funcionales
 - » Caracterizar los materiales utilizables como recubrimientos para un subsistema de control.

- Etapas del desarrollo:
 - » Diseño de prototipo.
 - » Adquisición de componentes.
 - » Construcción de prototipo.
 - » Pruebas operativas.

- Documentación, Entregables:
 - » Un prototipo de sensado térmico de un nanosatélite tipo CubeSat.
 - » Tesis de licenciatura.
 - » Un artículo nacional.

- Comentarios, Avance: Se ha adquirido alguna parte del material necesario y se está en espera de la llegada de algunos recubrimientos superficiales, se ha construido el prototipo.



Desarrollo de Proyectos de Investigación con Recursos Institucionales

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Manufactura de celda solar de nanoestructuras de carbono, responsable del proyecto: David Saucedo, SIP 20181454.

- Descripción: Este proyecto cubre la necesidad de proveer una celda solar de nanoestructuras de carbono, la cual tendrá como objetivo, proveer potencia eléctrica a los subsistemas satelitales, uno de los electrodos será de grafeno, este electrodo apuntará hacia el exterior del vehículo espacial proveyendo de protección contra la radiación ionizante proveniente del sol, el desarrollo tecnológico buscará su aplicación terrestre.
- Objetivos:
 - » Manufacturar la celda solar con nanoestructuras de carbono.
 - » Se proyecta que, la celda solar de nanoestructuras de carbono, absorba una mayor parte del espectro electromagnético en el infrarrojo, con ello absorbiendo el calor, y así coadyuvar en el control térmico del vehículo espacial.
 - » Incrementar la capacidad académica, científica y tecnológica en el campo de energía sustentable como es la energía fotovoltaica de aplicación espacial y terrestre.
- Objetivos generales:
 - » Manufacturar una celda solar orgánica.
- Objetivos específicos:
 - » Sintetizar nanoestructuras de carbono que serán útiles en la manufactura de la celda solar orgánica.
- Entregables:
 - » Etapa 1. Informe técnico de la síntesis de nanoestructuras de carbono, nanoestructuras sintetizadas.
 - » Etapa 2. Informes técnicos.
 - » Etapa 3. Informes técnicos, celda solar de carbono.
 - » Etapa 4. Informes técnicos y panel solar con celdas solares de carbono.
- Comentarios Avance: Se mantiene la intención de la manufactura de la celda solar orgánica.



Informe Proyecto SIP 20181454

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)



Proyectos de Investigación Financiados con Recursos Externos

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Plataforma a escala CubeSat basada en detectores de centelleo y foto detectores de silicio para aplicación en física de astro partículas.



Proyecto de Investigación AEM-CONACyT

- Fuente de financiamiento: Fondo sectorial AEM-CONACYT // Registro no. 262899.
- Periodo de desarrollo: 24 meses, se tiene autorizada una prórroga de seis meses.
- Académicos e instituciones participantes:
 - » Dr. Mario Alberto Mendoza Bárcenas; Centro de Desarrollo Aeroespacial, IPN (Responsable Técnico).
 - » Dr. Alberto Caballero Ruíz / Dr. Leopoldo Ruíz Huerta Laboratorio Nacional de Mecánica Aditiva, CCADET-UNAM (Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico).
 - » Mtro. Enrique Patiño Salazar, Laboratorio de Detectores, ICN-UNAM (Instituto de Ciencias Nucleares).
 - » Mtro. Lauro Santiago Cruz; IINGEN-UNAM (Instituto de Ingeniería).
 - » Dr. G. Medina Tanco; ICN-UNAM.
 - » Rafael Prieto Meléndez; CCADET-UNAM.
- Informe final de actividades del proyecto: Se desarrolló un prototipo de detector de partículas de alta energía basado en fotomultiplicador de Silicio (SiPM), integrado de cuatro módulos principales: banco de baterías, módulo de adquisición y procesamiento de datos, tarjeta de potencia, módulo detector.

Los módulos antes mencionados que integran al prototipo de instrumento fueron integrados, algunos de ellos a partir de elementos de grado comercial sobre tarjetas electrónicas, algunas otras son de diseño propio. El diseño de las tarjetas electrónicas que integran al prototipo de módulo de carga útil basado en fotomultiplicador de Silicio cumple, algunas de ellas, con el factor de forma del estándar PC-104 y conector de 64 bits, que resultan compatibles con el estándar Cubesat. Se diseñó y fabricó un módulo de baja potencia para fotomultiplicadores de Silicio alimentado a partir de baterías, con capacidad de ajuste automático en función de la temperatura ambiente, para garantizar el mejor desempeño del foto detector en ambientes de temperatura variable, como que se presenta a bordo de un vuelo suborbital o bien,



Proyectos de Investigación Financiados con Recursos Externos

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

en un vuelo espacial de órbita baja. Se diseñó y fabricó un módulo de detección basado en fotomultiplicador de Silicio miniaturizado. Se integraron dos módulos de adquisición de datos; uno de ellos, basado en una plataforma con microcontrolador y la otra, basada en un dispositivo de lógica reconfigurable FPGA. Ambos módulos tienen la capacidad suficiente no sólo para la adquisición de datos, sino también para el procesamiento de datos durante vuelos suborbitales, así como la posibilidad de funcionar como plataformas computacionales multimisión, para el desarrollo de sistemas embebidos de múltiple aplicación.

Se realizaron pruebas de laboratorio, las cuales permitieron someter al prototipo a condiciones similares a las que se presentarían en un vuelo experimental a la estratósfera, particularmente en términos de vibraciones, con lo cual se adoptó la buena práctica de validar previamente el sistema bajo experimentación previo a un lanzamiento, reduciendo con ello los riesgos de fallos, práctica similar a lo que se realiza con una misión espacial real. Se realizó un vuelo suborbital a la estratósfera para validar gran parte de la instrumentación que integra al prototipo de detector.

Con la realización de este vuelo, no sólo se probaron experimentalmente algunos de los esquemas propuestos y esquemas de instrumentación integrados a partir de elementos comerciales, sino que también, fue posible la identificación de las condiciones ambientales y de instalación de un instrumento que contienen elementos de gran fragilidad y que requieren cierta estabilidad mecánica y térmica para poder operar sin problema, o al menos, para que se puedan obtener resultados significativamente aprovechables para su aplicación científica.



Proyectos de Investigación Financiados con Recursos Externos

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Modelo de Posicionamiento y compensación para la implementación de una plataforma Gough-Stewart con aplicación a una terminal portátil de comunicación satelital (CONACyT).

- Fuente de financiamiento: fondo sectorial AEM-CONACYT // registro no. 262887
 - » Periodo de desarrollo: dos años y seis meses.
- Académicos e instituciones participantes:
 - » Dr. Eusebio Eduardo Hernández Martínez, profesor investigador de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica Y Eléctrica (ESIME), Unidad Ticomán (Responsable Técnico).
 - » El M. en C. Sergio Viñals Padilla, director del CDA, (Responsable Administrativo).

Se entregaron los reportes técnico y financiero al Fondo Sectorial AEM-CONACyT. El Proyecto se encuentra en fase de integración del prototipo de la plataforma con el modelado y detallado en CAD, con el mecanizado de componentes mecánicos.

Se publicó el artículo “Modelo dinámico para la plataforma de seis grados de libertad” en la revista *Springer Book-Series Machines and Mechanisms Science* indexada internacional escrito por el Dr. Irandi Gutiérrez Carmona integrante del equipo de trabajo fueron aceptados tres trabajos en congresos internacionales.

Se disertaron dos conferencias por el investigador Jhonatan Eulopa Hernández en el Congreso en el IPN y en Reunión NASA-IPN.



27th Internacional Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube-Region



Proyectos de Investigación Financiados con Recursos Externos

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Por último, en el proyecto participan cuatro estudiantes, tres de maestría y una de licenciatura. El proyecto concluyó en el mes de octubre, con la integración de la plataforma y pruebas de validación para corroborar el buen funcionamiento de acuerdo al objetivo del proyecto, continúan colaborando tres estudiantes dos de posgrado y uno de licenciatura.

El responsable técnico Dr. Eusebio Hernández Martínez y M. en C. Sajjad Keshtkar, del 6 al 8 de junio asistieron al Congreso Internacional 27th *International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube-Region* RAAD2018, en el Centro Cultural de la Universidad de Patras, Grecia, disertando las conferencias que son referentes a este proyecto:

- "Approach in the Integrated Structure-Control Optimization of a 3RRR Parallel Robot" por el Dr. Hernández Martínez y
- "Design and Implementation of a Neq Low-Cost Parallel Robot for Precise Solar Tracking" por el M en C Sajjad Keshtkar.

Este proyecto colaborativo que realizan la ESIME Unidad Ticomán y el CDA, se encuentra en su quinta etapa de desarrollo, la cual consiste en la integración total de los elementos y componentes que dan funcionalidad a la plataforma tipo *Gough-Stewart* tipo hexápodo de seis grados de libertad. El Fondo Sectorial CONACyT-AEM otorgó al proyecto una extensión de seis meses para concluirse en marzo de 2019.

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)



Proyectos de Investigación derivado de Acuerdos de Colaboración

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre



Proyectos de Investigación Derivados de Acuerdos de Colaboración

1. Convenio Específico.

Origen: Nacional

Institución: UNAM-ICN (Instituto de Ciencias Nucleares)

Plataforma a escala CubeSat basada en detectores de centelleo y fotodetectores de silicio para aplicación en física de astropartículas financiado con ingresos de CONACyT-AEM por \$600,000.00 (Desarrollo e Integración de los Módulos de Carga Útil SITEB y UVC) AEM-CONACyT # 2628992.

2. Carta de interés origen: Internacional

Institución: PROXIMA SPACE (ESPAÑA) Desarrollo de una carga útil compatible con el estándar Cubesat para fines de exploración atmosférica. (GIA)-TEPEU-1

A finales de 2017 se sometió a la convocatoria del Fondo Sectorial AEM-CONACyT, una propuesta para el desarrollo de la misión completa, sin embargo, durante la evaluación de pertinencia no fue aceptada. No obstante lo anterior, seguimos trabajando en la documentación relacionada con el diseño y protocolización de la misión, mediante la integración de documentos que describen los detalles de los dos segmentos principales de la misión TEPEU-1, y en la cual, contamos con el asesoramiento de PROXIMA Space.

Adicional a lo anterior, nos encontramos en la búsqueda e identificación de otras convocatorias nacionales e internacionales para financiamiento.

Diseño e integración de una misión espacial, integrada por segmento espacio (satélite 2u) y segmento tierra (estación terrena). Aunque los primeros objetivos de la misión TEPEU-1 están enfocados en servir como un demostrador tecnológico de las capacidades nacionales e institucionales en el diseño y desarrollo de un sistema espacial completo, cumpliendo todas las normas de diseño y estándares internacionales, de manera adyacente, se pretende registrar datos que permitan validar ciertos esquemas del estudio sobre precursores sísmicos, manifestados por medio de la perturbación de variables ambientales en la ionósfera.

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)



Proyectos de investigación derivado de acuerdos de colaboración

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero Fecha Término: 31 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

3. Carta de interés y convenio de colaboración.
Origen: Nacional.
Institución: Universidad Autónoma del Estado de Morelos AEM-CONACYT 262872 (UAEM) -XiPE-1.
La plataforma tecnológica XIPE-1 es un sistema para la instalación de experimentos científicos y desarrollos tecnológicos que, bajo el auspicio parcial de FOSEC AEM-CONACYT, se desarrolla inicialmente para la instalación de la instrumentación asociada con el proyecto 262872 “Análisis de la expresión de interferón gamma humano usando el sistema de células HEK-293-ADENOVIRUS en ambientes de microgravedad”.

4. Carta de intención.
Origen Nacional.
Estado de México, Oaxaca.
PEGASUS es una plataforma tecnológica de tamaño aproximado de una unidad de Cubesat, la cual está integrada por una estructura mecánica de baja densidad, dentro de la cual se encuentran instalados sistemas electrónicos expandibles de adquisición y procesamiento de datos, basado en un microcontrolador de 32 bits y altas prestaciones, particularmente en términos de periféricos e interfaces analógicas y digitales. Dicha plataforma, mediante vuelos a bordo de un parapente, permite la adquisición de datos de diversas variables físicas, principalmente ambientales, así como la operación de diversos experimentos científicos. Adicionalmente, permite la captura de fotografías y video de alta resolución, en condiciones de baja altitud (máximo 4.5 km) y desplazamientos aproximados de hasta 80 km, dependiendo de la zona en la que se realice el vuelo.



Investigadores del Centro de Desarrollo Aeroespacial

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero Fecha Término: 31 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Investigadores que pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores:

- Dr. Diego A. Padilla Pérez
- Dr. Isaac Medina Sánchez
- Dr. Carlos Couder Castañeda.

Investigadores que pertenecen al programa de Estímulo al Desempeño de los Investigadores:

- Dr. Carlos Couder Castañeda
- M. en C. Jorge Javier Hernández Gómez.



Constancia Investigador EDI



Constancia Investigador SNI



Otros Proyectos de Investigación

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Otros proyectos de investigación:

1. Caracterización Tecnológica del Sistema de Control Térmico.
2. Caracterización del diseño, construcción y prueba de equipos aerogeneradores.
3. Desarrollo y experimentación de celdas solares orgánicas de alta eficiencia y bajo peso.
4. Sistema experimental de comunicaciones ópticas para IPN-SAT-1.
5. Plataforma Nano-satélite IPN-SAT1 (IPN) insignia.
6. Desarrollo de un mecanismo para despliegue de paneles solares en un Nano-satélite tipo CubeSat de 1U.
7. Desarrollo del módulo de carga útil de exploración atmosférica SADM-2 (segunda etapa).
8. Desarrollo de una carga útil compatible con el estándar Cubesat para fines de exploración atmosférica. (GIA)-TEPEU-1.
9. Plataforma científica para experimentos de baja altitud "PEGASUS-4".
10. Plataforma científica para experimentos de baja altitud "PEGASUS-5".
11. Diseño e integración de los módulos de sensores de temperatura, adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos, así como fuente de bajo voltaje para la instrumentación de un contenedor espacial de experimentos biológicos, asociado al proyecto 262872 "Análisis de Interferón-gama usando el sistema de células HEK293-Adenovirus en ambientes de micro gravedad". Conocido también como: Diseño y desarrollo del instrumento para experimentos de Astrobiología "XIPE-1".
12. Diseño y construcción de un satélite CubeSat educativo, del IPN.
13. Laboratorio de Estabilización y Control de Apuntamiento Satelital (LEyCAS).
14. Estudio del ciclo de vida y análisis de riesgo en proyectos satelitales tipo Cubesat de clase universitaria.
15. Plataforma experimental para la validación de un sistema de control de orientación de nanosatélites.
16. Estudio de la capacidad de infraestructura y servicios institucionales en materia AE (2015).
17. Estudio sobre los requerimientos tecnológicos de la industria Aeroespacial en México (2015).
18. Participación en las actividades de generación de Normas Voluntarias Mexicanas en Materia Aeroespacial dentro del Comité Técnico de Normalización Nacional del Espacio. (COTENNE).
19. Desarrollo y publicación de la norma-industria aeroespacial-conjunta y componentes de sistemas espaciales.
20. Participación en el Comité ISO sección sistemas espaciales.



Satélite Educativo Tipo CubeSat
Otros proyectos de investigación



Artículos Publicados en Revistas Científicas

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Artículos publicados en revistas científicas:

- "Error assessment model for the inverse kinematics problem for Stewart parallel mechanisms for accurate aerospace optical linkage Mathematical Problems in Engineering". Publicado el 03-10-2018JJHG. M. en C. Jorge Javier Hernández Gómez / Dr. Carlos Couder Castañeda / M. en C. Arturo Solís Santomé / Dr. Isaac Medina Sánchez jul-05.
- "Carbon nanofoam by pulsed electric arc discharges Advances in Materials Science and Engineering". Aceptado 8 de mayo 2018 / En prensa / Se publicado el 23-08-2018DS. Dr. David Saucedo Jimenez / Dr. Isaac Medina Sánchez Nov.18.
- "Artificial vision assisted ground fine pointing system for experimental optical link for CubeSat communications".
- "Sistema Híbrido Basado en Redes Neuronales Artificiales y Descomposición Modal Empírica para la Evaluación de la Interrelación entre la Irradiancia Solar Total y el Calentamiento Global".
- "Clasificación de Galaxias Utilizando Procesamiento Digital de Imágenes y Redes Neuronales Artificiales".
- "Simulation Of Bronchial Airflow In Copd Patients And Flow-Based Assessment Of Stent".
- "Conceptual design and FEM validation of a new type of self-locking hinge for deployable CubeSat solar panels". Los mecanismos despleguables en los satélites CubeSat tienen muchos problemas con el sistema que proporciona la posición de anclaje.
- "Development of a Detection System by Computer Vision for a CubeSat for Optical Communications Module Assistance". La tecnología actual empleada en los sistemas de comunicación espacial está alcanzando su máximo potencial en términos de velocidad de datos y ancho de banda.
- Bus Rapid Transit (BRT) ridership and accidentes: the case of a BRT line in México City. El papel que se usó antes de algunas de las investigaciones preescolares se refirió a una evaluación del relaboo. El BRT (Bus Dr. Diego Padilla Pérez).



Publicación de artículos de Investigación



Estudios del Estado del Arte en Materia Aeroespacial

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 30 de noviembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Sesiones bimestrales del Comité Técnico en Materia de Espectro Radioeléctrico (CTER) como mecanismo de participación no vinculante, de los actores nacionales en esta materia Instituto Federal de Telecomunicaciones.



Espectro Radioeléctrico



Estudios Técnicos

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)



Instancias de vinculación en materia aeroespacial

- Se realizó una búsqueda sobre los costos de las diferentes partes del subsistema guía del CubeSat IPN-SAT-1. Las partes son: generación de energía, distribución de energía y almacenamiento.
- Se trabajó en la automatización de la cámara de crecimiento de nanoestructuras de carbono que dotará de dichas nanoestructuras a diversos investigadores del Instituto.
- Se trabajó en la publicación de la Norma Mexicana conjuntos y componentes de sistemas espaciales, Norma Mexicana CubeSat ha terminado el proceso de consulta pública y se encuentra en revisión por parte de la Dirección General de Normas.
- Con motivo de conocer el avance del proyecto del nanosatélite CubeSat denominado Aztechsat-1 envuelto en la misión Águila para transmitir a tierra a través de la constelación GlobalStar, de una unidad y la metodología que siguen en su desarrolla por parte de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, los Mtro. Jesús Irán Grageda Arellano, Arturo Solís Santomé, Jhonatan Eulopa Hernández, e Ing. Miguel Álvarez Montalvo personal del CDA visitaron sus instalaciones con el propósito de alcanzar lazos de cooperación en investigación científica y desarrollo en tecnología espacial. Se expone que el proyecto en su administración, diseño, proceso de construcción e ingeniería, actividades realizadas por un grupo de estudiantes de ingeniería con el acompañamiento de profesores investigadores. La metodología de ingeniería que siguen es la de proyectos de la NASA cuya entidad les está dando la



Estudios técnicos

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 1 de enero

Fecha Término: 31 de diciembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

asesoría y validación del proceso de integración y pruebas de mismo, para propósitos de lanzamiento en 2019. Del proceso de desarrollo de este proyecto el astronauta México-Norteamericano José Hernández les asiste en toda la parte técnica y de gestión. El compromiso contraído, que personal de la UPAEP visite las instalaciones del IPN en fecha próxima.

- Se participó en la planeación de la Feria Aeroespacial México - FAMEX 2019, que se verificará del 24 al 27 de abril de 2019, bajo invitación del Comité Organizador que preside el Gral. Rodolfo Quezada Rodríguez de la Fuerza Aérea Mexicana.
- Se trabaja en la organización de la "Cumbre de Rectores en Educación Aeroespacial".
- En la planeación, organización y materialización del 3er. Foro de Educación Aeroespacial.
- Se asistió a dos reuniones el 12 de octubre y 30 de noviembre, participan por el CDA Ing. Miguel Álvarez Montalvo y Lic. Moisés Zamarripa Hernández.



Proyectos de Investigación Financiados con Recursos Externos

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 30 de abril

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Como parte de la convocatoria para el desarrollo de proyectos con Aplicación al Metro de la Ciudad de México 2018, el Dr. Diego Padilla Pérez y el Mtro. Jhonatan Eulopa Hernández ambos adscritos al CDA presentaron la propuesta del proyecto: "Análisis de la Temperatura, Humedad y Niveles de Oxígeno en los Vagones del Metro de las Líneas Críticas", del Sistema de Transporte Colectivo Metro de la CDMX, proyecto seleccionado para su desarrollo, como parte de los Ganadores del Quinto Premio a la Innovación Tecnológica "Ing. Juan Manuel Ramírez Caraza", su objetivo es determinar la temperatura, niveles de oxígeno y humedad en los vagones superpoblados de las líneas críticas del metro, con la finalidad de determinar los posibles efectos a la seguridad y salud de los usuarios. Duración de once meses a partir del 1º enero de 2019, y presentado por una estudiante de maestría participante de Ingeniería de Sistemas.



Constancia de premiación a la Innovación Educativa CDMX



Estudios del Estado del arte en Materia aeroespacial

Actividad de Investigación e Innovación

Fecha de Inicio: 16 de mayo

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Reunión de trabajo con del señor Hang Seok Cho, *Senior Administrator Technology Transfer Agent*, KARI, (Instituto de Investigación Aeroespacial de Corea, KARI por sus siglas en inglés) quien manifiesta su interés por establecer lazos de vinculación académica y de investigación en el campo espacial entre KARI y las Unidades Académicas del IPN a través del CDA.



Reunión de trabajo en coordinación con la Agencia Espacial de Corea del Sur



Representación Institucional

Actividad de Vinculación

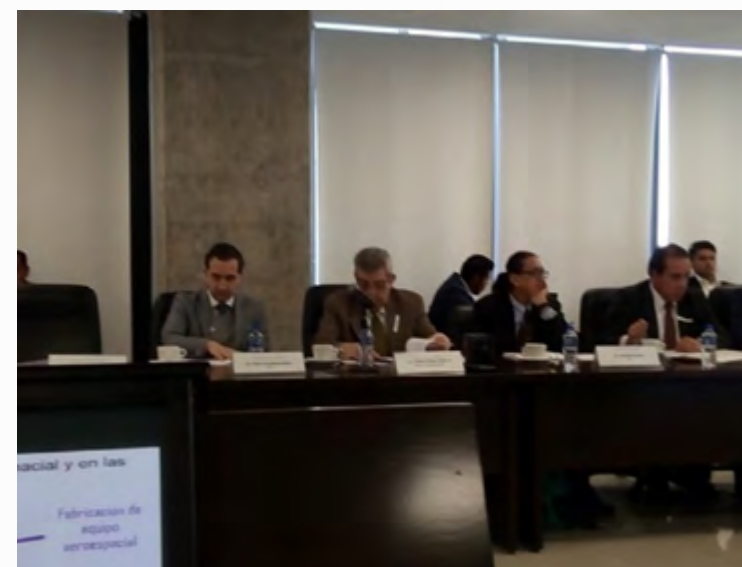
Fecha de Inicio: 16 de enero

Fecha Término: 30 de noviembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Representación Institucional (Nacional)

- Participación en la 6a. Sesión del Consejo Consultivo de la Industria Aeroespacial, convocado por la Secretaría de Economía.
- Se participó en la reunión de trabajo "Perspectivas de Colaboración NASA-IPN", con miembros de la NASA y la Agencia Espacial Mexicana (AEM), con el propósito de establecer vinculación entre los participantes para intercambiar información sobre: propósitos, mecanismos de operación, acciones y proyectos de interés que permitan identificar y explorar posibilidades de cooperación de interés común.
- Asistencia al Foro Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2018 y lanzamiento de la convocatoria 2019 del "Programa de Estímulos a la Innovación" CONACyT. Al evento asistió el Dr. Mario Alberto Rodríguez Casas, director General de esta Casa de Estudios.
- Reunión científico tecnológica "Mexico's Aerospace Summit", participando en paneles y conferencias relacionadas al campo aeroespacial del país y a nivel global, se llevaron a cabo entrevistas con representantes de empresas, clústers aeroespaciales y profesionales del propio sector, con beneficios para el CDA-IPN, sobre todo en el campo espacial. Se llevó a cabo en el Centro de Convenciones de la Ciudad de Querétaro.
- Se moderó el panel "Importancia y Proyección de la Ingeniería Aeronáutica en México", en la Semana Nacional del Emprendedor bajo el lema México Emprende Contigo, organizada por el INADEM de la Secretaría de Economía, Centro Banamex.



6a. Sesión del Consejo Consultivo de la Industria Aeroespacial



Representación Institucional

Actividad de Vinculación

Fecha de Inicio: 16 de enero

Fecha Término: 30 de noviembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Representación Institucional (Nacional)

- 14va. Sesión ordinaria del Consejo Mexicano de Educación Aeroespacial COMEA, con el propósito de intercambiar ideas entre las instituciones de educación del país que ofertan programas académicos en sus diferentes niveles para el sector aeroespacial, así como el intercambio de ideas y opiniones con el sector industrial local sobre el tema de formación de recursos humanos. En el Centro de Entrenamiento de Alta Tecnología (CENALTEC).
- Foro de Vinculación Aeroespacial: Escuela-Industria”, que organizó las Secretaría de Economía, de Trabajo y Previsión Social, el Tecnológico Nacional de México y la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA). SEP.
- Congreso Nacional de Control Automático CNCA. Presentación de un artículo de investigación realizado en el Centro de Desarrollo Aeroespacial CDA-IPN titulado: “Cohete sonda con estabilización vertical activa”. Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí.
- Reunión Anual 2018 de la Unión Geofísica Mexicana. Organizado por Unión Geofísica Mexicana. Exposición del trabajo de investigación: Interpretación sísmica semiautomática: análisis de componentes principales vs análisis del discriminante de Fisher”. Se realizó en el Hotel Sheraton Buganvilias. Puerto Vallarta, Jalisco.



Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana



Representación Institucional

Actividad de Vinculación

Fecha de Inicio: 16 de enero

Fecha Término: 30 de noviembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Representación Institucional (Internacional)

- Congreso 6ª *International Conference on Engineering Optimization*”, disertando la conferencia: “*Parallel robots like a portable reorientation system for tracking satellites*”. Instituto Superior Técnico de Lisboa Portugal.
- Congreso Internacional de Astronáutica (IAC). Federación Internacional de Astronáutica (IAF). Propósito: Atender algunas de las conferencias científicas y visitar la exposición espacial a fin de conocer el desarrollo, proyectos, tendencias y del sector a nivel mundial. *Bremen Exhibition & Conference Center Bremen, Alemania*.
- Conferencia de Plenipotenciarios 2018 - (PP18). Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Actividades más importantes: Determinar las políticas generales para cumplir con los propósitos de la Unión, enmendar la constitución y el convenio en donde se requiera y adoptar los planes financieros y estratégicos, elegir al equipo directivo de la Unión, a los Estados Miembros del Consejo y a los Miembros del RRB, resolver sobre las diferentes propuestas presentadas por los países miembros. Se llevó a cabo en el *World Trade Centre, Dubái, Emiratos Árabes Unidos*.
- *Latín American Geospatial Forum 2018*, el tema del evento: “*Información Geoespacial, Haciendo una Diferencia para Millones de Personas*”, y a la vez marco de los festejos de 50 años de información geoespacial en México; el propósito del evento consistió en conocer los últimos avances globales en el campo geoespacial, mediante la exposición de conferencias magistrales y temáticas llevadas a cabo en diversas salas, complementado con una exposición de empresas nacionales e internacionales en sistemas de información geoespacial, realizado en el Hotel María Isabel Sheraton.



Congreso: 6ª. *International Conference on Engineering Optimization*



Representación Institucional

Actividad de Vinculación

Fecha de Inicio: 16 de enero

Fecha Término: 30 de noviembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Representación Institucional (Internacional)

- Resumen de acciones realizadas en el seno de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), a fin de lograr que el IPN cuente con el reconocimiento de dicha Unión para operar un Centro de Excelencia en materia de telecomunicaciones. Desde el año 2010, el Instituto Politécnico Nacional ha incrementado su participación en el sector telecomunicaciones, tanto a nivel nacional como internacional, en función de la importancia que revisten los avances de dicho sector en los ámbitos tecnológico, normativo y regulatorio, además de los sustanciales cambios actualmente en proceso en nuestro país.
- Como parte de las acciones realizadas, desde 2011, el IPN se ha integrado como Miembro Académico de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), a raíz de la Resolución COM6/1 (Guadalajara, 2010), "Admisión de sectores académicos, universidades y sus instituciones de investigación asociadas para que participen en los trabajos de los tres sectores de la Unión", adoptada por la XVIII Reunión de Plenipotenciarios 2010 (PP-10), celebrada durante el mes de octubre de 2010, en la Ciudad de Guadalajara, Jalisco, México.
- Con el objeto de incrementar esta participación, el IPN inició las acciones necesarias para tramitar un Centro de Excelencia (CoE) reconocido por la propia UIT, para lo cual se ha completado en dos ocasiones el cuestionario correspondiente, mismos que, en su momento, fueron enviados a las oficinas del director del Sector de Desarrollo de la Unión, el Sr. Brahim Sanou. La primera de estas ocasiones, (2014), el IPN no se vio favorecido por el Comité de Evaluación correspondiente, por lo que fue necesario esperar a que se convocara de nuevo para el periodo subsecuente. En 2018 se abrió la convocatoria para renovar los reconocimientos en el periodo 2019 - 2021 y la solicitud presentada por el Centro de Desarrollo Aeroespacial fue una de las elegidas para figurar en el esquema de CoE de la UIT.



Unión Internacional de Telecomunicaciones



Representación Institucional

Actividad de Vinculación

Fecha de Inicio: 16 de enero

Fecha Término: 30 de noviembre

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Representación Institucional (Nacional).

Junta de Gobierno AEM. Con la representación del Director General del Instituto Politécnico Nacional, se asistió a cuatro juntas ordinarias y una extraordinaria.

Objetivos:

- Impulsar el desarrollo de una infraestructura espacial que atienda las necesidades sociales de seguridad, protección de la población, atención a desastres, banda ancha y cuidado del medio ambiente.
- Impulsar el desarrollo del sector espacial nacional promoviendo la innovación, la inversión pública y privada, la creación de empresas, la generación de empleos y el aumento de la competitividad.
- Promover la construcción de capacidades y competencias estratégicas nacionales en el campo espacial, impulsando la educación, fortaleciendo la investigación y articulando a los diferentes actores en el desarrollo y la aplicación de ciencias y tecnologías espaciales.
- Posicionar a México con la comunidad internacional en el uso libre, pacífico, eficaz y sustentable del espacio, tanto en los retos globales de la sociedad y del planeta, en la economía y en la exploración del espacio a través de la cooperación internacional. La sede fue la sala de juntas del Subsecretario de Comunicaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.



Junta de Gobierno Agencia Espacial Mexicana