REGISTRADO

PABLO A. HUEL

JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

APRUEBA CREACION DE CARRERA

MAESTRIA EN INSTRUMENTOS SATELITALES

Buenos Aires, 19 de marzo de 2015

VISTO el convenio suscripto por la Universidad Tecnológica Nacional y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, y

CONSIDERANDO:

Que el desarrollo creciente de la tecnología y de las ciencias espaciales con fines pacíficos es consecuencia de la implementación de políticas nacionales de largo plazo enmarcadas dentro del Plan Espacial Nacional - generado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales –.

Que en este marco, la demanda de profesionales con formación de alto nivel en el área de Los instrumentos satelitales ha aumentado significativamente tanto en el sector estatal como el privado, ya que las políticas antes mencionadas han permitido la incubación y desarrollo de empresas proveedoras y logrado que la industria nacional se haya transformado en una incipiente exportadora de equipos para uso en el espacio.

Que resulta necesario que las actividades espaciales se mantengan estrechamente vinculadas con actividades académicas y grupos de investigación y desarrollo, contemplando la promoción de estas actividades como parte de su programación habitual, como un medio idóneo para producir el efecto sinérgico y la cooperación nacional e internacional.

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Que la Universidad Tecnológica Nacional cuenta con numerosos antecedentes en el campo de las actividades espaciales enmarcadas dentro del Plan Espacial Nacional, también ha formado parte de una red de universidades europeas y latinoamericanas (Red Órbita) para desarrollar actividades en el área Aeroespacial.

Que los antecedentes antes mencionados han favorecido la realización en forma conjunta de una propuesta de formación que permita incrementar la capacidad técnica de profesionales de grado y lograr la movilización de desarrollos científicos y tecnológicos, como forma de encontrar soluciones creativas, que beneficien al país y a su desarrollo científico y tecnológico.

Que en tal sentido la Universidad Tecnológica Nacional y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales con la colaboración de profesionales de reconocida trayectoria y prestigio en la disciplina, elaboraron el diseño de la Carrera de Maestría en Instrumentos Satelitales.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad avaló el mencionado diseño curricular y la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomienda su aprobación.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

ARTICULO 1°.- Aprobar la Carrera de Maestría en Instrumentos Satelitales como carrera de posgrado, en el marco del Convenio con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales.

ARTICULO 2°.- Aprobar el diseño curricular de la mencionada carrera, que se agrega como

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Anexo I y es parte de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Dejar establecido que la implementación de la Carrera de Maestría en Instrumentos Satelitales debe ser expresamente autorizada por el Consejo Superior Universitario.

ARTICULO 4°.- Regístrese, comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1471

Ing. HÉCTOR CARLOS BROTTO
RECTOR

A.U.S. RICARDO F. O. SALLER
Secretario del Consejo Superior

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

ORDENANZA N° 1471

ANEXO I

MAESTRIA EN INSTRUMENTOS SATELITALES

MARCO INSTITUCIONAL

FUNDAMENTACION y JUSTIFICACION de la CARRERA

Nuestro país posee características distintivas que implican un uso intensivo de los productos y servicios provenientes de la Información Espacial. Entre ellas podemos mencionar su amplia extensión geográfica, su particular distribución poblacional, una actividad económica basada principalmente en explotaciones primarias extensivas (agropecuaria, minera, pesquera y forestal) con una constante preocupación por la preservación y uso racional de los recursos naturales así como por el manejo de emergencias. Esto hace que hoy no se pueda concebir una gestión eficaz sin disponer de una información al día sobre las condiciones atmosféricas, geológicas, geográficas y ecológicas de nuestro planeta y su entorno; siendo los instrumentos satelitales el medio más apropiado y seguro para adquirir la mencionada información en forma sistemática y eficiente. Es por ello que en la actualidad nuestra Nación se encuentra haciendo un uso intensivo de los elementos derivados de la Tecnología y de las Ciencias Espaciales y lo seguirá haciendo en forma creciente como especial consecuencia de la implementación de políticas nacionales de largo plazo enmarcadas dentro del Plan Espacial Nacional - generado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales – el cual es considerado Política de Estado y cuyo objetivo ha sido utilizar y aprovechar la ciencia y la tecnología espacial con fines pacíficos fomentando la formación de recursos humanos. En este contexto vale la pena remarcar que la Información

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Espacial es el fruto de las mediciones y observaciones realizadas a través de uno o varios Instrumentos Satelitales a bordo de un satélite que orbita la tierra, cuyo conjunto es comúnmente llamado Carga Útil (Payload). El éxito o fracaso de una Misión Espacial de Observación de la Tierra está signado por la calidad y cantidad de Información y datos que proveen dichos Instrumentos Satelitales.

En este marco, la demanda de profesionales con formación de alto nivel en el área de los Instrumentos Satelitales ha aumentado significativamente tanto en el sector estatal como el privado, ya que estas políticas también han permitido la incubación y desarrollo de empresas proveedoras, logrado que la industria nacional se haya transformado en una incipiente exportadora de equipos para uso en el espacio. Por ello, resulta evidente que existe la necesidad de definir un medio claro e idóneo para formar recursos humanos altamente especializados que sean capaces de satisfacer estas necesidades actuales y futuras.

Los avances tecnológicos en el área espacial son cotidianos y abren constantemente nuevas alternativas de uso y aprovechamiento del espacio extraterrestre. Esto se da en el marco de una relación bidireccional con diversas áreas de la ciencia, con un alto grado de transferencia de tecnologías desde el sector espacial a las demás ramas de la industria/ciencia, por lo que resulta necesario que las actividades espaciales se mantengan estrechamente vinculadas con grupos de investigación y desarrollo, contemplando la promoción de estas actividades como parte de su programación habitual. La inversión y los recursos aplicados a impulsarlas son solamente una limitada fracción del producido, por ello es conveniente orientar actividades académicas hacia el ámbito espacial aprovechándolas como un medio idóneo para fomentar la investigación y el desarrollo; la extensión y los servicios, el efecto sinérgico y la cooperación nacional e internacional.

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

La Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), aparte de la elaboración del Plan Espacial Nacional, y de dirigir los esfuerzos en materia de investigaciones y aplicaciones espaciales a nivel nacional, ha participado activamente en el diseño, desarrollo y ejecución de misiones satelitales internacionales entre las que encontramos al SAC-A, SAC-B, SAC-C, SAC-D, CESAR, SABIA-Mar y SAOCOM; así como otras exclusivamente nacionales entre las que se destaca la misión SARE. Por ello, ha adquirido la experiencia y el 'know how' necesarios, los cuales han sido potenciados a través del contacto permanente con otras agencias espaciales - NASA, ESA, ASI, INTA, CSA entre otras - y mediante el trabajo de detalle realizado en las propias instalaciones de la CONAE, o en su trabajo con empresas especializadas a lo largo más de dos décadas.

La Universidad Tecnológica Nacional cuenta con numerosos antecedentes en el campo de las Tecnologías Espaciales: tiene convenios con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales habiendo realizado diversas actividades enmarcadas dentro del Plan Espacial Nacional, también ha formado parte de una red de universidades europeas y latinoamericanas (Red Órbita) para desarrollar actividades en el área Aeroespacial, aprobándose dentro de la Unión Europea la realización de actividades para la investigación y posgrado. La cabecera de esta red ha sido la Universidad Politécnica de Madrid con la cual la Universidad Tecnológica Nacional tiene convenios para la ejecución de proyectos académicos, para el dictado de cursos sobre la temática Aeronáutica y Espacial así como el intercambio de estudiantes, docentes e investigadores. Cabe también mencionar como antecedente relevante que la Universidad Tecnológica Nacional tuvo a cargo una participación protagónica en el dictado del Curso de Posgrado en Tecnología Aeroespacial, el cual fue desde 1980 y durante diez años, el único medio académico de generación de recursos humanos en Tecnología de Sistemas Aeroespaciales con el que ha contado nuestro país. Dicho curso de dos años de duración fue

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

realizado en convenio con la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (Agencia Espacial Argentina antecesora de la CONAE). Asimismo en el año 1999 aprueba la Maestría en Tecnología Aeroespacial y desde 1998 ha dictado cursos de Actualización de Postgrado en Tecnología de Sistemas Aeroespaciales. Teniendo en cuenta tanto su relevancia como las exigencias técnicas la CONAE contempla la realización de Programas de Acciones Concertadas que corresponden a asociaciones estratégicas de la CONAE con otros entes nacionales o internacionales. En este marco se encuentra el Programa de Acciones Concertadas para la formación de recursos humanos de avanzada, en la frontera del conocimiento. A dicho fin la CONAE creó la Unidad de Formación Superior, de la misma depende el Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich, creado por convenio con la Universidad Nacional de Córdoba, centro de excelencia en el uso de la información espacial para el manejo de emergencias de origen natural y antropogénico, particularmente en las etapas de prevención y alerta temprana.

Ofrecer formación de postgrado en el área de Instrumentos Satelitales es un objetivo de suma relevancia, no sólo para satisfacer las demandas del mercado para cubrir las expectativas del gobierno o de las empresas o para incrementar la capacidad técnica de profesionales de grado, sino también para lograr la movilización de desarrollos científicos y tecnológicos, como forma de encontrar soluciones creativas, que beneficien al país y en definitiva a sus habitantes. Por ello, en respuesta a las necesidades del país en materia de expertos en temas espaciales, a la competencia en formación de recursos humanos en este campo de la CONAE y a la idoneidad de la Universidad Tecnológica Nacional, tanto por sus antecedentes académicos como por los proyectos que ha concretado en esta temática, se crea la "Maestría en Instrumentos Satelital".

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

OBJETIVOS

- Proveer al Plan Espacial Nacional de los profesionales altamente especializados que demandan las necesidades de los proyectos y desarrollos en curso o a corto plazo.
- Proporcionar, a graduados universitarios en Física, Astronomía o de Ingeniería en Electrónica, Mecánica, Aeronáutica o áreas afines, el acceso a un avanzado nivel de formación en Instrumentos Satelitales, capacitándolos específicamente en la concepción, desarrollo, diseño, especificación, construcción, integración, ensayos y operación de Instrumentos Satelitales.
- Generar recursos humanos especializados en el campo de la Instrumentos Satelitales, para satisfacer los requerimientos de las instituciones e industria nacional y de los profesionales que se desempeñan en ellas o se proponen hacerlo.
- Crear un medio que permita la formación continua de docentes y profesionales con capacidad para generar aportes en el campo de la Instrumentos Satelitales, y difundir estos conocimientos como contribución al desarrollo tecnológico y científico nacional.
- Formar profesionales con una alta calificación en el área, que se encuentren incentivados con una actitud de mejoramiento continuo.
- Generar condiciones para la articulación entre las actividades de investigación y desarrollo y la formación de recursos humanos de alta calificación en el área de la Instrumentos Satelitales.
- Fomentar el enfoque interdisciplinario y el trabajo grupal que permita crear, mantener y potenciar programas de investigación y desarrollo científico-tecnológico propios o realizados en cooperación con diversas instituciones, a la par de elevar el nivel tecnológico de la industria nacional promoviendo investigaciones y desarrollos en el área.
- Generar una contribución tangible en el desarrollo de sistemas espaciales que tenga

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

posibilidades concretas de ser puestos en órbita.

PERFIL DEL EGRESADO

El Magíster en Instrumentos Satelitales, con base en una sólida formación integrada en las áreas científica y tecnológica, tendrá una visión general de todo el ciclo de vida de un Instrumento Satelital, desde la necesidad surgida en el ámbito científico o gubernamental, pasando por la formulación de requerimientos, el desarrollo, el diseño, la fabricación, integración, calibración, operación y mantenimiento de un instrumento satelital, que permita entender las necesidades de cada etapa y las consecuencias sobre las demás. En particular estará formado en:

- Diseñar, ejecutar, controlar, evaluar, gestionar y administrar programas, proyectos, actividades y emprendimientos orientados a la innovación y/o a la generación de servicios y productos cuyo origen sea la Instrumentación Satelital.
- Actuar en la coordinación/desarrollo de proyectos de investigación y transferencia de tecnología, orientados al medio académico y/o al medio productivo.
- Manejar el funcionamiento de los diferentes instrumentos satelitales de teledetección desde satélites.
- Dominar las técnicas utilizadas para la teledetección de satélites.
- Contribuir en la formación de recursos humanos especializados en esta área de conocimiento.
- Integrar grupos de desarrollo e investigación en el campo espacial con participación multidisciplinaria.

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

TÍTULACION

La carrera se denomina Maestría en Instrumentos Satelitales. El título académico que otorga es "Magíster en Instrumentos Satelitales".

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAESTRIA

La maestría se impartirá a ciclo cerrado, para ello se considerarán las necesidades de profesionales con el perfil del egresado de acuerdo a los proyectos y desarrollos vigentes y programados del Plan Espacial Nacional.

Tendrá dos años de duración (con tesis), se dictará en una modalidad dedicación exclusiva y los estudiantes asistirán tanto a clases en aula sobre temas técnico-programáticos como a prácticas concretas de desarrollo en las diferentes temáticas específicas en proyectos espaciales en curso.

Contarán con una Tutoría con un mínimo de 1200 horas de duración, en una Unidad de Desarrollo (UD) (Las UD podrán ser proyectos espaciales, elementos relacionados con lo espacial laboratorios, unidades, talleres, etc. de organismos estatales, empresas o unidades académicas especializadas en la actividad espacial.

Realizarán un Trabajo Integrador de un mínimo 700 horas de duración. El objetivo del trabajo será desarrollar un instrumento completo, desde la definición de requerimientos hasta la implementación/fabricación/puesta en funcionamiento, pasando por las revisiones correspondientes.

Para facilitar el cumplimiento de la dedicación exclusiva por parte del estudiante, este será becado por la CONAE u otro organismo o empresa.

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

NORMAS DE FUNCIONAMIENTO

Condiciones de Ingreso

Podrán ser admitidos en la Maestría en Instrumentos Satelitales, graduados universitarios en Física, Astronomía o de Ingeniería en Electrónica, Mecánica, Aeronáutica o áreas afines, con título otorgado por Universidad reconocida. Asimismo será necesario el dominio acreditado (lectura y escritura) de idioma inglés.

Para su ingreso se considerará la compatibilidad de sus antecedentes académicos y profesionales con los contenidos de la presente carrera. El Director y Comité Académico podrán indicar la realización de cursos de nivelación cuando el perfil de los aspirantes lo haga necesario.

En todos los casos se realizará una evaluación de los candidatos al ingresar al programa para determinar el grado de correspondencia entre su formación, su trayectoria y los requisitos de la carrera. La evaluación se realizará a través del análisis de antecedentes y eventualmente de otros elementos de juicio solicitados por el Comité Académico.

Condiciones de Admisión

La admisión como maestrando está a cargo del Consejo Superior o del Consejo Directivo según corresponda. La Comisión de Posgrado de la Universidad o de la Facultad Regional, evaluará los siguientes componentes:

a) Plan de Trabajo de tesis avalado por el director de tesis propuesto;
b) Curriculum vitae del director y codirector de tesis (si corresponde);
c) Curriculum vitae del tesista en el que se detalle, si las hubiera, las tareas de investigación y desarrollo, publicaciones, cursos y seminarios de posgrado así como otros antecedentes referidos a la temática central de la tesis propuesta.

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Evaluación y Promoción

La promoción supone asistencia regular a las clases – con una asistencia mínima del ochenta por ciento (80%) -, presentación adecuada de trabajos y/o tareas solicitadas por los responsables académicos de los cursos y aprobación de las evaluaciones previstas.

La evaluación ligada a la promoción y acreditación o sumativa informa sobre los logros alcanzados por los alumnos y califica su rendimiento en términos de los objetivos alcanzados por ellos por medio de diferentes instrumentos: pruebas parciales, coloquios integradores, informes, monografías, exámenes finales individuales y presenciales.

La calificación se expresará en escala numérica de cero (0) a diez (10) sin decimales. Para la promoción se requerirá la nota mínima de siete (7) en evaluaciones individuales y presenciales.

Duración

El plazo estipulado para la realización de las actividades tendientes a otorgar el título de Magister en Instrumentos Satelitales, es de DOS (2) años. En la eventualidad que este período sea vencido, y ante solicitud fundamentada, se podrá conceder una prórroga para la finalización del trabajo de tesis de acuerdo a lo establecido por el Reglamento de Educación de Posgrado, Ordenanza Nº 1313.

Metodología

La formación de los maestrandos estará centrada en la articulación entre los conocimientos propios del campo de estudio, la experiencia profesional previa y la transferencia de los saberes adquiridos a la investigación, a la generación y manejo de tecnologías, y a la gestión. Por ello, la propuesta de enseñanza y de aprendizaje debe garantizar:

- La articulación de conocimientos y experiencia. Esto requiere el uso de estrategias que

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

faciliten el intercambio entre la teoría y la práctica, con vistas a su mutuo enriquecimiento. Serán parte de esta estrategia las exposiciones, demostraciones, planteo y solución de problemas, observaciones "in situ", debates, consulta bibliográfica, estudios de caso.

- La transferencia de saberes a la investigación, generación y manejo de tecnologías espaciales aplicadas a instrumentos satelitales de teleobservación. Esta dimensión del saber hacer requiere poner el acento en la aplicación del saber en contextos específicos. Serán parte de esta estrategia la realización de proyectos de trabajo en equipo, el estudio de casos, los trabajos de campo, la elaboración de diagnósticos de sistemas espaciales teniendo en cuenta rangos de aplicación, normas de calidad y otros. El saber hacer entonces requiere manejar nuevos lenguajes y códigos, establecer compromisos, ampliar el dominio teórico y conceptual, capacidad de comprender, integrar y defender el conocimiento de su campo.
- La transferencia de saberes al desarrollo de Instrumentos satelitales. Esta dimensión de la formación está centrada en la capacidad de tomar decisiones en torno a la evaluación de riesgos, factibilidad de incorporación de nuevas tecnologías, cumplimiento de normas específicas, entre otros. Serán centrales en este aspecto las estrategias que fortalezcan los procesos decisorios y la evaluación de sus consecuencias, tales como simulaciones, debates, discusiones, entrevistas en empresas o centros de investigación, etc.

Graduación y Titulación

Los requisitos necesarios para la obtención del título de Magister en Tecnología Satelital con sus correspondientes menciones son los siguientes:

a) Acumular el mínimo de horas/créditos establecidos en el plan de estudios.

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

b) Acumular un mínimo de 700 horas en la realización de un Instrumento Satelital (proyecto integrador).

c) Acreditar un mínimo de 1200 hs en actividades de tutoría e investigación.

d) Culminar los estudios en plazos que no excedan el tiempo máximo fijado por la Ordenanza Nº 1313.

e) Aprobar la defensa de la Tesis. Para ello deberá realizar un trabajo de investigación o un desarrollo en el área científico-tecnológica elegida que demuestre dominio en el manejo conceptual y metodológico correspondiente al estado actual del conocimiento en el campo de los Instrumentos Satelitales, el que será formalizado y aprobado como tesis de maestría.

Una vez concluido el trabajo de tesis, el director de tesis elevará al director de carrera un informe en el que exprese que la tesis está en condiciones de ser defendida, la Facultad Regional elevará el informe conjuntamente con el índice y las conclusiones de las tesis y la propuesta de jurado de tesis para ser analizado por la Comisión de Posgrado de la Universidad para su aprobación por el Consejo Superior.

Los procedimientos de evaluación y defensa de tesis se ajustarán a lo establecido en la Ordenanza Nº 1313, Anexo 1.

Es posible solicitar reconocimiento de créditos obtenidos en otros cursos de actualización afines, seminarios o carreras de posgrado, o por actividad profesional de relevancia en la disciplina en cuestión, de acuerdo con lo establecido en la Ordenanza Nº 1313.

Financiamiento

La Maestría se cursará en la Universidad Tecnológica Nacional a través de las Facultades Regionales, las que actuando solas o en convenio, según corresponda, se deberán hacer

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

responsables de la inscripción, recepción de solicitudes, cobro de aranceles, fijación de los montos de los cursos. Además, deberán brindar apoyo técnico - administrativo para el dictado de los cursos.

Modalidad

El régimen de cursado previsto es presencial y se deben cumplimentar los contenidos mínimos así como las cargas horarias mínimas establecidas para los cursos, proyecto integrador, actividades de tutoría e investigación y seminarios que integran el plan de estudios.

Organización Académica

Las Unidades Académicas autorizadas por el Consejo Superior a poner en vigencia y ofrecer la Maestría en Instrumentos Satelitales deberán establecer una Dirección de la Carrera y un Comité Académico responsables de:

- Establecer los lineamientos y las orientaciones para el desarrollo curricular de la carrera.
- Seleccionar y proponer a los integrantes del Cuerpo Docente.
- Evaluar los programas analíticos de los cursos y seminarios.
- Evaluar el desempeño de docentes y estudiantes, teniendo esto último el fin de realizar ajustes y correcciones propias del proceso didáctico.
- Efectuar el seguimiento académico de la implementación de la carrera.
- Evaluar las condiciones de los aspirantes para su admisión.
- Orientar el desarrollo de los seminarios de tesis, la elección de los temas de tesis y la dinámica de trabajo entre los tesistas y sus directores.

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

ESTRUCTURA CURRICULAR

General

El currículo de la Maestría en Instrumentos Satelitales se compone de 12 cursos obligatorios, un curso optativo y un espacio metodológico para la elaboración del proyecto de tesis. De este modo el plan de estudios presenta un conjunto de contenidos mínimos integrados, por una parte asociados al estudio del campo general del espacio y por la otra a campos específicos. Los Cursos y Seminarios obligatorios se consideran prioritarios para la comprensión y manejo de los conceptos básicos aplicados a los temas relevantes que intervienen en los Instrumentos Satelitales. En tanto las materias optativas brindan una profundización en los conocimientos adquiridos en las áreas de Instrumentos Ópticos, de Microondas y de Ambiente Espacial, permitiendo alcanzar en cada una de ellas un alto nivel de especificidad.

El espacio denominado Cursos Metodológicos, contiene un Curso/Seminario destinado a la formación en metodología de la investigación y orientación del alumno en la elaboración de su proyecto de tesis.

Respecto de las Tutorías y Actividades de Investigación, este espacio será destinado a la participación de los estudiantes en prácticas de laboratorio en el campo espacial o la realización y/o participación de proyectos de instituciones/empresas nacionales o internacionales que conduzcan a la integración de conocimientos y procedimientos específicos. La selección de la actividad, del lugar de trabajo y la oportunidad de realización será aprobada y supervisada por el Comité Académico. Estas actividades supervisadas serán utilizadas para capacitar al estudiante, propendiendo a vincular los conceptos teóricos con la implementación práctica amén de facilitar la definición y formalización de su Plan de Tesis.

El espacio denominado Proyecto Integrador de un mínimo de 700 horas abarcará las distintas fases de la concepción, diseño, planificación y ejecución de un Instrumento Satelital

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

de acuerdo a las mejores prácticas reconocidas a nivel internacional.

Plan de Estudios

La Maestría en Instrumentos satelitales tendrá una carga mínima de 950 horas de materias teórico-prácticas, que surge de la suma de horas destinadas a las materias obligatorias y una optativa. Las horas reloj que corresponden a cada curso incluyen tanto teoría como las prácticas correspondientes, la proporción entre ambas (hasta un 30% de prácticas) puede variar anualmente de cátedra en cátedra, por eso su detalle no acompaña al plan de estudios sino a los programas analíticos de cada curso.

PLAN DE ESTUDIOS

Curso/Seminario	**Carácter**	**Horas**
Misiones Satelitales	Obligatorio	80
Procesamiento de Señales y Datos	Obligatorio	60
Sensado Remoto y Procesamiento de Imágenes	Obligatorio	80
Introducción al Proceso de Ingeniería de Sistemas de Instrumentos Satelitales	Obligatorio	80
Electrónica para Instrumentos Satelitales	Obligatorio	80
Materiales Espaciales y Procesos	Obligatorio	40
Detectores Ópticos	Obligatorio	60
Sistemas y Circuitos de RF/Microondas	Obligatorio	80
Análisis y Diseño Térmico y Mecánico	Obligatorio	60
Sistemas Ópticos	Obligatorio	80
Integración y Ensayos Ambientales	Obligatorio	80
Misiones CONAE y Otras Misiones Espaciales	Obligatorio	40
Total		820

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

El estudiante deberá optar por el cursado de uno de los siguientes cursos/seminarios que a continuación se detallan:

Curso/Seminario	Carácter	Horas
Instrumentos Ópticos Avanzados	Optativa	80
Instrumentos de RF/Microondas Avanzados	Optativa	80
Otros Instrumentos Avanzados	Optativa	80

Curso Metodológico

Este espacio está constituido según se lo presenta en la siguiente tabla:

Curso/Seminario	Carácter	Horas
Metodología de la Investigación y Herramientas para el Desarrollo de la Tesis	Obligatorio	50

Tutoría y Actividades de Investigación y Desarrollo	Obligatorio	**1200**

Proyecto Integrador	Obligatorio	**700**

Tutoría y Actividades de Investigación y Desarrollo

Este espacio será destinado a la participación de los estudiantes en prácticas de laboratorio en el campo de los instrumentos satelitales o la realización y/o participación de proyectos de instituciones/empresas nacionales o internacionales que conduzcan a la integración de conocimientos y procedimientos específicos. El tiempo destinado a esta actividad es de un mínimo de 1200 hs. La selección de la actividad, del lugar de trabajo y la oportunidad de realización será aprobada y supervisada por el Comité Académico. Estas actividades supervisadas serán utilizadas para capacitar al estudiante, propendiendo a vincular los

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

conceptos teóricos con la implementación práctica, además de facilitar la definición y formalización de su Plan de Tesis. En ese marco ha sido definida la realización de un proyecto satelital integrador.

Proyecto Integrador

Este espacio tiene el propósito de integrar los conocimientos y procedimientos mediante la realización de un Instrumento Satelital completo de acuerdo a las mejores prácticas reconocidas a nivel internacional, esto es: gerenciado, administrado, diseñado, fabricado y ensayado y siendo sometido a las revisiones formales. El tiempo destinado a esta actividad es de un mínimo de de 700 hs.

En principio la única diferencia entre este proyecto y un proyecto de un Instrumento Satelital estándar estará en que su grado de complejidad y costos deben ser compatibles con un proyecto que puedan alcanzarse los objetivos previstos en los dos años que dura la carrera.

OBJETIVOS Y CONTENIDOS MÍNIMOS

- ***MISIONES SATELITALES***

Objetivos generales

Adquirir los conceptos básicos de Ingeniería Espacial, incluyendo características de órbita y ambiente, y conocer el proceso y las características específicas vinculadas con el análisis y diseño de una misión satelital.

Contenidos Mínimos

Conceptos básicos de Ingeniería Espacial: Breve reseña histórica de los sistemas satelitales, Composición del Sistema y Segmentos. Fases de una misión. Aseguramiento de Misión

Orbita: geometría de la Esfera Celeste. Astrodinámica, órbitas Keplerianas, perturbaciones, maniobras orbitales. El proceso del diseño (selección) de la órbita. Órbitas de transferencia y

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

de parking. Diseño de una constelación – Diferenciación entre constelación y vuelo en formación -

Características del medio-ambiente especial: Ambiente espacial. Requerimientos de endurecimiento y de supervivencia o vida útil. Orbitas – Anillos de Van Allen – otros aspectos relacionados con el medio ambiente espacial.

Requerimientos de una Misión Satelital: Definición de los objetivos de la misión. Estimación preliminar de las necesidades, los requerimientos y las limitaciones. Caracterización de la Arquitectura de la misión. Identificación de los requerimientos críticos. Análisis de misión. Rol de los requerimientos en el desarrollo del sistema. Documentación de los requerimientos y especificaciones.

Diseño y dimensionamiento del Satélite: Carga Útil: Proceso de diseño y dimensionado - Requerimientos de la misión y análisis trade-off. Módulo de Servicios: Requerimientos, limitaciones y proceso en el diseño. Configuración. Presupuestos del diseño. Diseño e Integración del Módulo de Servicios. Subsistemas del Módulo de Servicios: Determinación y Control de Actitud. Determinación de órbita - Telemetría, Telecomando y Seguimiento - Manejo de Datos a bordo - Potencia - Control Térmico - Estructura y Mecanismos - Propulsión.

Comunicaciones: Diseño de un enlace. Velocidades de datos. Dimensionamiento de las comunicaciones requeridas por la Carga Útil.

Segmento terrestre y Operaciones: Elementos básicos del segmento terrestre. Consideraciones claves para el diseño del segmento terrestre. Operaciones de una misión satelital.

Servicios de Lanzamiento: Consideraciones básicas de los vehículos lanzadores. Proceso de selección del sistema de lanzamiento. Determinación de los límites de masa-dimensiones del satélite y del medio ambiente impuesto por el vehículo lanzador.

Aseguramiento de Misión - Fabricación y Ensayos de satélites: Plan de Aseguramiento.

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Filosofía de Modelos. Confiabilidad. Planificación de la confiabilidad de una misión espacial. Datos de Ingeniería. Fabricación de hardware de alta confiabilidad. Inspecciones y Aseguramiento de la Calidad. Programa de calificación. Flujo de Ensayos de calificación de un satélite.

- ***PROCESAMIENTO DE SEÑALES Y DATOS***

Objetivo General

Adquirir conocimiento teóricos y aplicados acerca del análisis de señales de variable independiente continua y discreta.

Contenidos Mínimos

Señales y sistemas continuos: Señales de potencia y energía, señales periódicas. Convolución. Función de transferencia y respuesta de sistemas lineales. Transformada de Fourier 1D y 2D.

Muestreo: Técnicas de muestreo. Reconstrucción. Transformada Z, propiedades, estabilidad y región de convergencia. Análisis de sistemas lineales invariantes en el tiempo, respuesta impulsional y respuesta secuencial.

Transformada discreta de Fourier: Transformada discreta de Fourier (TDF). Transformada rápida (FFT), implementación. TDF de tiempo reducido (Short-time Fourier transform). Muestreo en frecuencia. Transformadas chirp y zoom.

Sistemas de Tiempo Discreto: Estructuras para sistemas FIR e IIR. Efectos de cuantización y redondeo. Representación finita de números en punto fijo y punto flotante, características y limitaciones.

Diseño de filtros digitales: Filtros FIR, métodos de diseño. Diseños de IIR a partir de prototipos analógicos. Transformaciones de frecuencia. Diseño por cuadrados mínimos.

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Procesamiento de señales multidimensionales: Introducción al procesamiento digital de imágenes. Resolución espacial. Frecuencia. Aliasing. Histograma. Contraste y rango dinámico.

- ***SENSADO REMOTO Y PROCESAMIENTO DE IMÁGENES***

Objetivo General

Adquirir conocimientos sobre de los diferentes procesos que intervienen en la teledetección satelital para la observación de la Tierra.

Contenidos Mínimos

Elementos básicos de la teledetección espacial: Elementos básicos de la teledetección espacial. Espectro electromagnético. Fuentes de radiación. Atmósfera y espacio. Interacción de la radiación con la materia. Características básicas de los satélites (historia, tipos de órbitas, dimensiones, funcionamiento, operación, diseño de misión). Desde el satélite a la computadora: transmisión, recepción y preprocesamiento de las señales.

Sensores Espaciales: Tipos. Partes de un sensor. Resolución espectral. Resolución espacial. Resolución temporal. Rangos de funcionamiento. Requerimientos de misión. Requerimientos de diseño. Operación.

La señal recibida por el sensor: Modelos de emisión. Modelo de Transferencia Radiativa (RTM). Patrón de radiación de la antena. Nociones de intercalibración. Señal almacenada por distintos tipos de sensores (SAR y otros).

Procesamiento básico de información satelital y su caracterización: Generación de imágenes y de datos. Calibración. Niveles estándar. Análisis visual. Nociones de focalización SAR. Análisis estadístico de los datos. Defectos típicos por familias de instrumentos. Correcciones sistemáticas (geométrica, bandeo, etc.)

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Procesamiento avanzado de la información: Minería de datos. Análisis espaciales. Técnicas avanzadas. Procesamiento de datos de valor agregado. Aplicación del problema inverso al RTM. Procesamiento de imágenes y datos.

Aplicaciones de la información satelital: Aplicaciones ambientales y en emergencias. Aplicaciones Socio-económicas. Aplicaciones Geofísicas. Aplicaciones Meteorológicas y climáticas. Aplicaciones estratégicas de la CONAE.

- *INTRODUCCION AL PROCESO DE INGENIERIA DE SISTEMAS DE INSTRUMENTOS SATELITALES*

Objetivo General

Conocer la disciplina de Systems Engineering (SE) aplicada al caso específico de Instrumentos Satelitales.

Contenidos Mínimos

Conceptos de Sistema y Arquitectura: Conceptos de Sistema. Arquitectura de Sistemas. Elementos constitutivos. Contexto de operación. Representación en diagramas de SysML (casos de uso, actividades, máquinas de estado, bloques, sub-bloques). Sistemas constituidos por Instrumentos Satelitales

Descomposición jerárquica: Proceso de descomposición de un sistema en elementos subordinados. Convenciones recomendadas por organizaciones como NASA, ESA e INCOSE. Trazabilidad entre elementos de diversa jerarquía y la manera de nombrarlos. Sistema de gestión de configuración (CM), estructura de paquetes de trabajo (WBS), Space System Model (SSM) y Mission System Data Base (MSDB)

Ciclo de vida de un Sistema: Evolución temporal de un sistema desde su concepción, implementación, transición, operación, mantenimiento, hasta su eventual cierre. Ciclo de

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

vida de un Instrumento Satelital.

Requerimientos: Proceso de especificación de un sistema a partir de las necesidades del usuario. Condicionantes internos/externos. Introducción a la gestión de requerimientos (baselines, trazabilidad, etc.). Verificación y validación de requerimientos. Diagramas de requerimientos.

Funciones: Definición/análisis de requerimientos. Análisis funcional. Proceso de establecimiento de una arquitectura. Proceso de desarrollo y establecimiento en paralelo de las arquitecturas -o baselines- de requerimientos, funciones y elementos. Técnicas de análisis usando diagramas de SysML como casos de uso, diagramas de actividades, máquinas de estado.

Estrategias de Desarrollo: Proceso de desarrollo: definición/análisis de requerimientos producción, operación, etc. Estrategias de desarrollo utilizadas en la actualidad: directa, incremental, evolutiva.

Verificación y Validación: Conceptos de Verificación y Validación. planificación, gestión y control de la Verificación y Validación. Metodologías -testing, analysis, review-of-design, inspection- recomendadas por los estándares de SE.

Integración, Testing y Gestión de Interfaces: Campaña de Assembly, Integration and Testing (AIT) de un proyecto espacial.

Gestión de Riesgos: gestión de riesgos. Identificación de riesgos. Evaluación de acuerdo a probabilidad e impacto. Estrategias de mitigación.

Gestión de Configuración: Proceso de Gestión de Configuración o "Configuration Management" (CM). Identificación de ítems de configuración. Control de cambios, baselines de configuración y auditorías. Introducción a sistemas informáticos de gestión de datos (CMS).

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

- *ELECTRÓNICA PARA INSTRUMENTOS SATELITALES*

Objetivo General

Adquirir el conocimiento, a nivel de sistemas, de los principios del diseño, implementación, test y calificación de la electrónica analógica y digital, aplicado y orientado a instrumentos satelitales.

Contenidos Mínimos

Electrónica Analógica: Elementos Básicos. Nociones de FPAAs y PMODs. Ejemplos básicos de utilización. Amplificadores operacionales. Concepto de sistemas realimentados y de tratamiento analógico básico de una señal. Sistemas de Sample and Hold. Transductores, Sensores y Acondicionadores de Señal. Caracterización estática de los sistemas de adquisición de datos. Errores, linealidad, otras medidas. Características dinámicas. Compensación. Distintos tipos de sensores. Sensores Ópticos. Sensores Digitales CCD. Señales de Referencias para el senado. Post procesamiento. Normas para la selección, test y calificación de sistemas analógicos en el contexto espacial.

Electrónica Digital: lógica programada. Dispositivos GAL, PAL, CPLD y FPGA. Lenguaje VHDL, etapas de diseño en VHDL. Circuitos secuenciales, registrados y de lógica combinacional. Máquinas de estados Finitos (FSM), forma de codificación de las mismas. Contadores, sumadores, memorias de doble puerto (Dual Port Ram), DCMs (Digital Clock Manager, IP cores). Simulación de circuitos en VHDL. Realización de Test Benchs, para la verificación de diseños. Generación de scripts para simulación de diseños y validación de diseños. FPGAS de vuelo, tipos características principales, aspectos de la triple redundancia modular (TMR), formas de implementación. Nociones de microcontroladores, microprocesadores y memorias. Ejemplos básicos de utilización. Nociones de software embebido, modelación y ciclo de vida. Conversores A/D y D/A. Sistemas de adquisición y

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

procesamiento de datos.

Interfaces de comunicación: Protocolos y normas existentes. Interfaces alámbricas e inalámbricas. Conexiones en red. Comparación entre distintas normas y protocoles de comunicación. Dimensionamiento de la velocidad de transferencia de datos requerida. Criterios para selección de la interfaz y el protocolo de comunicación

Electrónica espacial: Influencia del ambiente espacial en los circuitos electrónicos. Características de los circuitos semiconductores de uso espacial. Mitigación de los efectos Latch-up, y SEU. Circuitos de alimentación de vuelo, reguladores de tensión discretos de uso espacial. Sistemas y circuitos de comunicación, interfaces de comunicación para la transmisión de datos y recepción de comandos con configuración de Crostrapping y de tipo "Fail-Safe". Métodos de control térmico y disipación de calor en electrónica espacial. Normas para la selección, test y calificación de sistemas electrónicos en el contexto espacial.

Integración, Test y Calificación: Integración, test y calificación. Uso combinado de elementos de diferente escala de integración para lograr niveles de confiabilidad y performance deseados. Planificación de un desarrollo completo, incluyendo testeo y calificación. Casos de estudio. Normas y prácticas aplicables en el contexto espacial.

- *MATERIALES ESPACIALES Y PROCESOS*

Objetivo General

Adquirir las bases teóricas y prácticas necesarias para seleccionar y procesar los materiales de un Instrumento Satelital capaz de satisfacer los objetivos definidos a Nivel Misión.

Contenidos Mínimos

Materiales para Aplicaciones Espaciales: El ambiente Espacial, su impacto en los materiales. Restricciones de la Misión. Requisitos internos y externos. Interacción con los

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

otros Subsistemas. El proceso de Diseño y Análisis. Clasificación de materiales según sus propiedades. Tipos de Materiales y sus Hojas de Datos. Responsabilidades de los Proveedores. Concepto de Optimización. Ejemplos de Aplicación.

Materiales Compuestos: Alta resistencia. Predicción de propiedades elásticas. Longitud crítica para la transferencia de carga. Relación de esbeltez. Laminados. Tenacidad a la fractura. Arranque de fibra. Análisis de fallas.

Procesos de fabricación: Adhesivos. Fabricación de compuestos. Encapsulados y moldeados. Pinturas y recubrimientos. Uniones soldadas con y sin material de aporte. Crimpeado y wire-wrapping. Tratamientos superficiales, Tratamientos Térmicos. Maquinados y conformado de metales. Procedimientos de Limpieza e Inspección. Ejemplos de Aplicación.

Selección de Materiales: Diseño con metales. Diseño con cerámicos. Diseño con polímeros. Diseño con materiales compuestos

- ***DETECTORES OPTICOS***

Objetivo General

Adquirir conocimiento sobre los distintos tipos de detectores de fotones y su aplicación en instrumentos satelitales.

Contenidos Mínimos

Elementos de teledetección óptica: Teledetección óptica, montajes ópticos como embudos de luz. Funciones de un montaje óptico: "light grasp" y resolución. Concepto de MTF de un sistema óptico completo. Los detectores como último elemento en el camino óptico.

Tipos de detectores: Tipos de detectores según su funcionamiento: de escaneo de línea, TDI y detectores de área. Tipos de detectores según su naturaleza: detectores cuánticos y microbolómetros.

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Detectores cuánticos: Eficiencia cuántica, generación y recolección de carga. Pozos cuánticos. Ruido de lectura, ruido de disparo, corriente de oscuridad y su ruido. Los efectos de la temperatura sobre la corriente de oscuridad. Respuesta espectral de los detectores. Longitudes de onda de corte.

Arreglos de detectores: CCD y CMOS. Arreglos de planos focales monolíticos e híbridos. Blooming. Detectores de microbolómetros: equivalente en potencia del ruido y equivalente en diferencias de temperatura del ruido. Filtros y espectrómetros como discriminantes en longitud de onda. Capas antireflejantes.

Elementos para el diseño de un sistema de teledetección óptico: Evaluación de un sistema de teledetección óptico completo en términos de la relación señal/ruido de cada banda espectral para una dada radiancia espectral a tope de atmósfera. Relación señal/ruido total como función de todos los parámetros involucrados en el diseño del equipo: ancho de banda de los filtros, longitud focal y de F#, transmición óptica global, temperatura del detector, tamaño del pixel y factor de binning. Integración de tiempo de retardo como técnica para niveles de luz bajos. Detección de área para obtener super-resolución. Técnicas de barrido (wisk broom) y de cepillo (push broom). Resultados de un equipo de sensado óptico: buffers and pipelines to Earth. Procesamiento a bordo.

- *SISTEMAS Y CIRCUITOS DE RF/MICROONDAS*

Objetivo General

Adquirir los fundamentos de la radiofrecuencia y microondas y su aplicación en instrumentos satelitales.

Contenidos Mínimos

Microondas y ondas Guiadas: Introducción a la teoría electromagnética, Ondas guiadas:

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Modos de propagación y cálculo de modos, Tipos de guías de onda, rectangulares y cilíndricas, Componentes RLC en Guías, Propagación en medios materiales. Dispositivos para generación de microondas.

Teoría de Líneas: Teoría de Líneas de Transmisión. Líneas de Microcinta. Modo de propagación Cuasi-TEM. Redes de dos puertos: Parámetros S definición y usos. Medición de parámetros S. La carta de Smith.

Circuitos de pasivos de RF: Divisores de potencia. Acopladores y Híbridos de RF Teoría de Filtros y funciones características de filtros. Filtros con componentes discretos RLC. Filtros con microstrip. Filtros Combline mecánicos.

Circuitos Activos de RF: Amplificadores de RF de señal. Amplificadores de RF de Bajo ruido. Amplificadores de RF de Potencia. Transistores para RF de potencia. Clases de operación.

Dispositivos no lineales: Mezcladores. Otros dispositivos no lineales: Atenuadores de RF. Osciladores: Tipos de Osciladores. Ruido de Fase y jitter. Cavidades resonantes.

Introducción a Antenas y propagación: Tipos de antenas: Monopolo, Dipolo, Loop, Yagui-Uda, Helicoidal, Parche rectangular y circular. Generalidades de Antenas: Diagrama de Radiación. Polarización. Directividad, Eficiencia y Ganancia. Ancho de Banda. Temperatura de Ruido. Reflectores parabólicos. Radiómetros en bajas (Bandas: ULF,ELF,VLF) y altas frecuencias (Banda :P, L, S, X, K, infrarrojo lejano). Receptores para radiómetros. Tipos de radiometros Pasivos y Activos (Radar).

Cámaras anecoicas para la medición de antenas. Medición de Ganancia. Introducción al Radar: Tipos de Radares. Aplicaciones. Ecuación del Radar. Radar polarimetrico. Introducción a Radares SAR. Arreglos de Antenas.

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

- ***ANALISIS Y DISEÑO TERMICO Y MECANICO***

Objetivo General

Lograr el análisis y diseño Térmico y Mecánico de un Instrumento Satelital capaz de satisfacer los objetivos funcionales y de performance definidos a Nivel Misión.

Contenidos Mínimos

Mecánica Espacial: El ambiente Espacial, su impacto en las estructuras. Materiales Espaciales y Procesos (breve reseña). El proceso de Diseño y Análisis. Requisitos internos y externos. Interacción con los otros Subsistemas. Clasificación de las Estructuras. Verificaciones y Validaciones estructurales.

Herramientas Computacionales: Software empleado para Análisis y Diseño de Estructuras Espaciales. Sistemas CAD. Modelado mediante FEM. Cálculo de propiedades de Masas.

Diseño Estructural y Criterios de Dimensionamiento: Reglas del Diseño. Estudios de Configuración. Criterios de Dimensionamiento, Fail Safe, Safe Life. Cargas Cuasiestáticas. Desacople en Frecuencias. Casos de Carga. Factores y Márgenes de Seguridad, Cálculos probabilísticos.

Análisis Estático y Dinámico: Análisis Estructural. Elementos estructurales, Modos de Falla. Modelado de Placas Sandwich. Análisis Dinámico. Análisis Preliminar de Tensiones y Deformaciones Elásticas y Termoelásticas. Análisis mediante Elementos Finitos. Optimización de los Diseños Estructurales.

Introducción a la Térmica Espacial: El ambiente espacial asociado y su influencia térmica. Leyes fundamentales y definiciones. Radiación, Conducción, Convección. Tipos de Orbitas y Estabilizaciones. Concepto de Valores al Inicio y a Fin de Vida. Relaciones con otros subsistemas.

Ecuación de Balance Térmico: Balance isotérmico de un nodo. Potencia Interna. Flujo Solar

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Absorbido. Flujo Terrestre Absorbido. Flujo Albedo Absorbido. Intercambios radiativos, conductivos y convectivos entre nodos. Capacidad Calorífica.

Programas de Cálculo: Flujos Externos. Acoples Radiativos. Temperaturas de estado estacionario. Temperaturas Transitorias. Temperaturas medio orbitales, "orbital cycling". Ejemplos sobre cómo resolver un problema térmico específico. Estado del arte y prospectiva.

Hardware para el Control Térmico: Coberturas. Pinturas. MLI. Datos térmicos de los principales materiales. Sistemas de Transferencia de calor. Sistemas de Almacenaje de calor. Enfriadores. Calentadores. Sensores de Temperatura. Estado del arte y prospectiva.

Desarrollo del Subsistema el Control Térmico: Especificación. Modelización Matemática. Modelos Físicos. Ensayos Térmicos. Mediciones en Vuelo.

- *SISTEMAS ÓPTICOS*

Objetivo General

Conocer los principios ópticos y técnicas utilizadas para diseñar, especificar, ensamblar y testear componentes ópticas de instrumentos espaciales.

Contenidos mínimos

Óptica geométrica y teoría de aberraciones: Óptica geométrica y teoría de aberraciones de tercer y quinto orden, aberraciones cromáticas y aberraciones inducidas. Radiometría. Óptica de Fourier, Interferencia y difracción, óptica coherente, láser polarización y aplicaciones.

Materiales Ópticos: Calidades, vidrios, plásticos, materiales especiales para ultravioleta, visible e infrarrojo. Lentes esféricas, lentes asféricas, lentes GRIN, óptica difractiva. Testeos de superficies.

Técnicas y herramientas de diseño óptico: División de lentes en grupos y agrupación de lentes. Criterios generales de tomas de decisiones. Reducción de astigmatismo y

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

aplanadores de campo.

Formas refractivas básicas con sus alcances y sus fundamentos. Formas reflectivas básicas con sus alcances y fundamentos.

Interpretación, redacción, elaboración de especificaciones: Documentos de especificaciones técnicas de sistemas ópticos. Evaluación de sistemas ópticos: ray intercept plots, wavefront analysis, spot diagrams, MTFs, and point spread functions.Teoría de la optimización local y global, variables y requerimientos.

Tolerancia y viabilidad: Análisis para la fabricación: Análisis de tolerancias y sensibilidad, Stray light análisis, Ghost análisis. Software de diseño análisis y simulación de sistemas ópticos.

Cámaras y calibración: Estudio de tipos de cámaras hiperespectrales en modo pushbroom. Calibración geométrica y radiométrica. Fenómenos de polarización en teledetección.

- *INTEGRACION Y ENSAYOS AMBIENTALES*

Objetivo General

Conocer los objetivos, características, procesos y métodos asociados al Montaje, Integración y Ensayos Ambientales de Instrumentos Satelitales presentados a partir de enfoques técnicos y programáticos.

Contenidos mínimos

Niveles de Ensamble. Criterios de Validación y de Verificación. Verificación de Requerimientos Ambientales y de Performance. Filosofía de Modelos: Modelos Físicos a Nivel Sistema, Subsistema y Componente. Modelos Matemáticos. Calificación y Aceptación. Practicas Recomendadas.

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Salas de Integración y Ensayos: La sala limpia. Vestimenta. Sistemas Antiestáticos. Cuidados Especiales. Requerimientos de Safety (equipamiento, personal y datos). Normas Aplicables.

Montaje e Integración: Proceso de Montaje. Proceso de Integración. La Integración Mecánica. La Integración Eléctrica. Secuencias Típicas. Planificación de Campañas.

Campañas de Ensayos: Planificación de Campañas de ensayos a nivel instrumento, subsistema y sistema. Documentación. Planes, Matrices, Especificaciones, Procedimientos, Reportes. Revisiones. Secuencias. Factores y Duraciones de los Ensayos. Factores de Seguridad. Revisiones. Criterios de Éxito. Contingencias.

Ensayos Mecánicos y Estructurales: Calificación Estructural. Equipamiento. Objetivos. Criterios de Pasa/No pasa. Análisis de Tensiones y Deformaciones. Identificación Modal. Ensayos Estáticos / Quasiestáticos. Calificación Vibroacústica (Random, Sinusoidal, Fatiga, Ensayos de Vida). Shock Mecánico. Funcionales Mecánicos. Márgenes de Torque y Fuerza. Propiedades de Masa. Alineamiento, Planitud. Distorsiones. Ensayos de Ópticas. Retesteos. Ajustes de los Modelos Matemáticos. Normas Aplicables.

Ensayos Térmicos: Calificaciones Térmicas. Objetivos. Criterios de Pasa/No pasa. Requerimientos. Niveles y Parámetros de los Ensayos. Balance Térmico. Modelos Analíticos y Simulaciones. Potencias Internas. Verificaciones Temperatura-Humedad. Vacío Térmico (ciclados en vacío), Ciclado Térmico (ciclados en atmosfera). Ensayos de Pérdidas de Fluidos. Ajustes de los Modelos Matemáticos. Normas Aplicables.

Ensayos de Compatibilidad Electromagnética: Requerimientos. Objetivos. Criterios de Pasa/No pasa. Procedimientos. Ensayos de: Emisiones Conducidas, Susceptibilidad Conducida, Emisiones Radiadas, Susceptibilidad Radiada. Normas Aplicables.

Ensayos Funcionales Eléctricos: Requerimientos. Instancias de Realización. Ensayos de

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Interfaces Eléctricas. Ensayos de Performance: Comprensiva y Limitada (CPT y LPT). Tiempos de Operación. Ensayos de Performance sin fallas. Elementos Eléctricos de vida limitada. Sistematización de los Procesos de Ensayos repetitivos.

- *MISIONES DE LA CONAE Y OTRAS MISIONES ESPACIALES*

Objetivo General

Aplicar las técnicas de teleobservación adquiridas en los cursos precedentes en el análisis de casos concretos de instrumentos de misiones de la CONAE y de otras misiones clave de la "oferta internacional".

Contenidos Mínimos

Plan Espacial Nacional: Objetivos. Historia. Presente. Futuros proyectos (visión general).

Instrumentos Ópticos Nacionales: Descripción de las instrumentos: MMRS (SAC-C), HSC (SAC-C/D y SABIA-Mar), NIRST (SAC-D), Cámaras UV-VIS / NIR-SWIR / TIR / HRTPC (SABIA-Mar)

Instrumentos SAR Nacionales: SAR banda L (SAOCOM), Sistema SIASGE.

Misiones más significativos de la oferta internacional: comparaciones con algunos instrumentos internacionales más importantes: Serie LANDSAT (EEUU), Serie SPOT (Francia), MODIS (EEUU), Terra (EEUU), SENTINEL (ESA), Radarsat (Canadá),.etc.

Otros Instrumentos: Magnetómetros. Detectores de partículas. Detectores de rayos X. Gravímetros, etc.

- *OPTATIVA 1: INSTRUMENTOS ÓPTICOS AVANZADOS*

Objetivo General

Adquirir conocimientos avanzados de diseño, caracterización, calibración geométrica y radiométrica de Instrumentos ópticos para uso en misiones satelitales.

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Contenidos Mínimos

Instrumentos ópticos: funcionamiento de un instrumento óptico en laboratorio; en las diferentes etapas de integración y sus vinculaciones con la plataforma de servicios y el módulo de carga útil.

Diseño de Óptico Avanzado: Elementos de diseño óptico avanzado: sistemas complejos de lentes de alta resolución, sistemas fuera de eje, sistemas inclinados respecto del eje óptico, sistemas ópticos de forma libre.

Definiciones y conceptos básicos: Magnitudes y unidades radiométricas. Magnitudes y unidades fotométricas. Radiación del cuerpo negro. Tipos de instrumentos. Poder resolvente.

Fundamentos de la calibración radiométrica: Objetivos de la calibración radiométrica. Transferencia de flujo geométrico. Respuesta del detector en el sistema óptico integrado. Funciones de transferencia. Potencia equivalente al ruido. Diferencia de temperatura equivalente al ruido. Estándares e incertidumbres en calibración radiométrica.

Caracterización de la respuesta de un sistema óptico completo: Linealidad. Respuesta espacial. Calibración geométrica. Respuesta espectral. Calibración espectral. Respuesta temporal. Calibración de un detector LWIR. Ensayos de calibración para vuelo.

- ***OPTATIVA 2: INSTRUMENTOS DE RF/MICROONDAS AVANZADOS***

Objetivo General

Adquirir conocimientos avanzados de diseño, caracterización, calibración geométrica y radiométrica de Instrumentos de RF/microondas para uso en misiones satelitales.

Contenidos Mínimos

Radiómetros: diseño de equipos de RF y microondas aplicado a instrumental satelital (equipos de comunicación satelital, radiómetros satelital, radares satelital). Medidas de nivel,

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

rango dinámico, medida de adaptación, medida de temperatura de ruido, medida de parámetros S. Radiación de cuerpo negro y radiación de brillo, potencia y temperatura de antena - Temperatura de brillo, temperatura de antena radiométrica, consideraciones sobre las variaciones de ganancia de la antena – Temperatura de ruido del radiómetro –Rango dinámico del radiómetro – Esquema de un radiómetro – Radiómetros de potencia total - Variaciones de ganancia del radiómetro - Tipos de radiómetro - Radiómetro de continuo - Radiómetro Dike - Sensibilidad máxima de un radiómetro. Etapas de importancia en el desarrollo de un instrumento de microondas para uso satelital (SDR, PDR, CDR y ORR).

Antenas en radiometría: Antenas Lineales - Antenas con reflectores pasivos - Geometría de los sistemas reflectores - Reflector parabólico - Diseño geométrico - Superficies reflectoras (parabólicas de revolución, superficies offset, geometrías toroidales) – Antena de haces múltiples - Ganancia de los reflectores pasivos - Resolución de los reflectores pasivos e influencia de las dimensiones en la ganancia - Eficiencia de iluminación y de spillover - Eficiencia constructiva – Eficiencia de haz principal – Antenas de dobles reflectores - Alimentadores principales (bocinas cónicas y corrugadas) - Medidas de antena – Implementación de antenas en sistemas satelitales.

Radar arreglos de antenas: Historia y evolución – Fundamentos de arreglos de antenas – Antenas para uso en arreglos (dipolos cruzados, antenas patch, etc.) – Conceptos: Diagrama de Radiación, Ancho de haz, Lóbulos Secundarios, Acoplamientos de impedancias mutuas - Arreglo lineal y planar - Arreglos no planos - Arreglo Pasivo y Activo: Red de Distribución vs Módulos T/R - Síntesis de Diagramas de Radiación a través de Arreglos Lineales: Síntesis de arreglo de Taylor, Bayliss, Schelkunoff's Unit - Circle, Fourier Series Shaped-Beam - Errores del arreglo – Aplicaciones en instrumentales satelitales -

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Ecuación del radar – Scaterometros – Altímetros – Interferómetros – Resolución interferométrica- Ecuaciones básicas de la interferometría. Introducción al SAR.

- ***OPTATIVA 3: OTROS INSTRUMENTOS AVANZADOS***

Objetivo General

Conocer los principios de funcionamiento, calibración, validación y procesamiento de las mediciones realizadas por magnetómetros, gravímetros e instrumentos de detección partículas y demás instrumentos utilizados para la caracterización del ambiente espacial usualmente utilizados en misiones satelitales.

Contenidos Mínimos

Instrumentación espacial: Plasmas espaciales: El viento solar. Magnetósferas planetarias. La magnetósfera terrestre. El campo magnético terrestre. Campos gravitatorios. El campo gravitatorio terrestre.

Magnetómetros: Magnetómetros escalares. Magnetómetros vectoriales. Magnetómetro fluxgate. Calibración. Magnetómetros AC. Search coils. Ejemplos de magnetómetros en distintas misiones espaciales.

Procesamiento de datos de campo: Análisis de Fourier. Wavelet. Análisis de Varianza Mínima / Máxima. Teoremas de Coplanaridad. Métodos multisatélite.

Instrumentos de partículas: Radiaciones ionizantes (electrones, protones, radiación X y gamma). Espectros de energía del ambiente espacial. Procesos de interacción de la radiación con la materia. Pérdida de energía, rango de penetración, daño por radiación. Detectores de estado sólido. Centelladores. Multiplicadores de electrones. Medición de partículas de altas energía. Instrumentos de partículas de bajas energías. Analizadores de potencial de retardado. Analizadores electrostáticos. Analizadores por tiempo de vuelo

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

(Time-of-flight). Cadena de detección y electrónica asociada para recolección de datos. Instrumentación para medición del ambiente espacial.

Gravimetría: geodesia. El modelo del planeta Tierra: océano, hielo, litosfera, manto y núcleo. Gravímetros. Medición de gradientes gravitacionales, espaciales y temporales. Ejemplos de sensores del gradiente gravitacional: electrostáticos, superconductores por cuantización de flujo magnético y por flexión de bisagras flexibles. Ejemplos de sensores del gradiente gravitacional en misiones espaciales: GRACE y GOCE. Procesamiento de datos.

- *PROYECTO INTEGRADOR*

Sobre la Organización y los Responsables:

Este espacio tiene el propósito de integrar los conocimientos y procedimientos adquiridos en los Ciclo de Fundamento y de Especialización mediante la realización de un Instrumento Satelital completo de acuerdo a las mejores prácticas reconocidas a nivel internacional, esto es: gerenciado, administrado, diseñado, fabricado y ensayado y siendo sometido a las revisiones formales. El tiempo destinado a esta actividad es de un mínimo de 700 hs.

Los responsables necesarios para desarrollar el Trabajo Integrador conformarán el denominado Grupo Director del Proyecto. Este grupo estará conformado por cuatro docentes - de reconocida trayectoria en sus respectivas áreas - quienes cumplirán con las actividades de tutoría en los siguientes roles (típicos de un proyecto satelital): Gerente de Proyecto, Gerente de Aseguramiento de Misión, Gerente de Integración y Ensayos, a los que se suma un Ingeniero de Sistemas (máximo responsable técnico de un proyecto espacial).

El Grupo Director, generará el organigrama del proyecto; y en base a los antecedentes y predisposición de los estudiantes les asignarán roles y responsabilidades específicas para cada una de las Fases del proyecto (análisis, diseño, fabricación y ensayos).

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Cuando las características del trabajo lo ameriten docentes de los respectivos cursos serán convocados para asesorar a los estudiantes en temas de su especialidad.

Objetivo General

Afianzar los conocimientos adquiridos en la carrera mediante el desarrollo de un instrumento que cumpla requerimientos de ciencia y normas espaciales.

Objetivos Específicos

Se espera que al finalizar las actividades de este proyecto el estudiante esté en condiciones de:

- Comprender los aspectos técnicos y programáticos específicos de los Proyectos de Instrumentos Espaciales.
- Conocer las características y el alcance de todas y cada una de las Fases del Proyecto de un Instrumento Espacial.
- Conocer el análisis, diseño, fabricación y ensayos de sistemas espaciales.
- Conocer, Manejar y Verificar los principales requerimientos de un instrumento espacial.
- Disponer de un elevado nivel de conocimiento práctico que le permitirá Especificar, Participar o Dirigir actividades asociadas al desarrollo de un instrumento satelital.
- Integrar eficientemente grupos de desarrollo e investigación en el campo espacial con participación multidisciplinaria.

Características del Proyecto

- El tiempo de desarrollo no excederá la duración de la carrera (2 años).
- Abarcara las Fases A, B, C y D de un Proyecto Espacial, según corresponda, con hincapié en el Segmento de vuelo (Satélite).
- Será sometido a las revisiones formales de un proyecto satelital (SRR, PDR, CDR, PER, PSR, etc.)

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

- Los cursos de la maestría orientaran sus actividades prácticas al desarrollo de este proyecto.
- Los estudiantes formarán parte de un organigrama típico de un proyecto satelital con roles y responsabilidades claramente definidos.
- Sus actividades serán supervisadas por los docentes mencionados; y serán evaluadas formalmente en las revisiones de Proyecto.
- Los costos serán solventados por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales.

o *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*

Objetivos: Lograr que los alumnos, a través del conocimiento de los principales paradigmas científicos y tecnológicos y las estrategias de investigación más adecuadas para abordar la compleja problemática del Instrumento Satelital, encuentren la orientación necesaria para elaborar su tesis de maestría en el ámbito y contexto de las instituciones participantes.

Contenidos mínimos:

El modelo tradicional. Conceptos básicos. Características del método científico. El método y la ciencia. La investigación científica. El modelo convencional. La explicación científica.

La nueva cosmovisión y las nuevas ciencias. Breve revisión histórica. Paradigmas conmensurables. El Paradigma clásico del conocimiento. El paradigma Alejandrino. El orden religioso y el paradigma simbólico. La modernidad. Ciencia en el siglo XX. El abandono de las formas absolutas. El sentido de la técnica.

Las construcciones lógicas. Estructura y formas del razonamiento. Procesos de inferencia (Inducción, deducción, abducción, analogía), Método hipotético deductivo. Falsacionismo. El anarquismo metodológico. Los programas de investigación o la comunidad científica.

Una visión integradora. La explicación y la comprensión científicas. Las formas de

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

investigación en el siglo XXI.

Momentos de la Investigación. El descubrimiento y la pregunta. El diseño de la investigación. Comprobación (Observación, muestreo, medición, análisis, conclusiones). Comunicación (Tesis, artículo, poster, etc.).

La tesis: Consideraciones de contexto (institucionales, personales).Diferentes tipos de trabajos científicos. Partes de una tesis. La introducción. El cuerpo central. Las conclusiones. Los anexos. La bibliografía. Introducción, antecedentes y fundamentación. Formulación de los objetivos. Los métodos e instrumentos de indagación. Normas estándares para efectuar citas bibliográficas. Diferentes tipos de citas: conceptual, literal, mixta. Precisiones técnicas. El sistema de citas americano. El sistema europeo. Semejanzas y diferencias. Metodología de desarrollo. Cronograma del plan de trabajo. Infraestructura y equipamiento.

- *HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE LA TESIS*

Esta área está basada en la presentación de diversos casos, intentando abarcar algunas áreas que componen instrumento satelital, a los fines de motivar a los estudiantes en la selección de los temas de tesis.

TUTORÍA Y ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Este espacio será destinado a la participación de los estudiantes en prácticas de laboratorio en el campo de los instrumentos satelitales o la realización y/o participación de proyectos de instituciones/empresas nacionales o internacionales que conduzcan a la integración de conocimientos y procedimientos específicos. El tiempo destinado a esta actividad es de un mínimo de 1200 hs. La selección de la actividad, del lugar de trabajo y la oportunidad de realización será aprobada y supervisada por el Comité Académico. Estas actividades

REGISTRADO

PABLO A. HUEL

JEFE DE DIVISIÓN - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

supervisadas serán utilizadas para capacitar al estudiante, propendiendo a vincular los conceptos teóricos con la implementación práctica amén de facilitar la definición y formalización de su Plan de Tesis. En ese marco ha sido definida la realización de un proyecto satelital integrador.