



PROGRAMA ANALÍTICO

FACULTAD: INGENIERÍA

DEPARTAMENTO: TELECOMUNICACIONES

CARRERA: INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

PLAN DE ESTUDIO: 2010

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

ORIENTACIÓN: Radio Comunicaciones y Telecomunicaciones (E1)

Servicios de Datos y Sistemas Multimediales (E2)

Sistemas Embebidos (E3)

ASIGNATURA: SISTEMAS DE RADIONAVEGACIÓN

CÓDIGO: 0065

DOCENTE RESPONSABLE:

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Mauricio Principi	Ingeniero Electricista	Profesor Adjunto	Exclusiva

EQUIPO DOCENTE:

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Mauricio Principi	Ingeniero Electricista	Profesor Adjunto	Exclusiva
Roberto Manno	Magister en Técnicas de Energías Renovables en la Ingeniería, Arquitectura y Agricultura	Profesor Asociado	Exclusiva
Dario Diaz	Ingeniero en Telecomunicaciones	Ayudante de Primera	Semi-Exclusiva

AÑO ACADÉMICO: 2022

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 2DO. CUATRIMESTRE DE 5TO. AÑO

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
	0018
	0019
1° y 2° año	0020
	0027



ASIGNACIÓN DE HORAS:

Horas Totales		(60 h)
Semanales		(4 h)
Teóricas		(30 h)
Prácticas	Resolución de problemas	(15 h)
	Laboratorio	(10 h)
	Proyecto	(... h)
	Trabajo de campo	(5 h)
Teórico-Prácticas		(... h)

FUNDAMENTACIÓN DE LOS OBJETIVOS, CONTENIDOS, PROPUESTA METODOLÓGICA Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA:

Al tratarse de una asignatura obligatoria del último año y teniendo en cuenta que se trabaja con contenidos asociados a las diferentes orientaciones previstas para el alumnado, como lo son: Radio Comunicaciones y Telecomunicaciones (E1), Servicios de Datos y Sistemas Multimediales (E2) y Sistemas Embebidos (E3). Los estudiantes pueden afianzar los conocimientos adquiridos tanto en la orientación seleccionada como así también aprender contenidos propios de las demás orientaciones, integrando así conocimientos en temáticas que utilizan una visión sistémica con competencia en las tres orientaciones.

Se pretende dar al alumno una visión global de todos los sistemas electrónicos de soporte a la radionavegación, temática que hoy cuenta con especial interés debido a la cantidad de sistemas móviles existentes con tecnología para navegar ya sea en el ámbito del aeroespacio como marítimo y terrestre. La materia aporta al futuro egresado conocimientos de gran valor en el ámbito de las tecnologías vigentes para la radionavegación, dando un énfasis especial en las técnicas para la localización de fuentes radioeléctricas (radioayudas), sistemas de navegación por satélite, sistemas inerciales autónomos como así también los nuevos Sistemas de Vigilancia Dependiente Automática (ADS-B), que se están comenzando a utilizar como una alternativa económica que soporta en gran medida las funcionalidades los radares secundarios (S.S.R), también se brindan contenidos en lo que respecta al funcionamiento de radares primarios.

La materia posee una correlación temática con contenidos de varias materias previas como pueden ser Radiocomunicaciones, Física, Electrónica General, Informática y Sistemas de Transmisión entre otras. La cátedra brinda clases teóricas a modo de presentación powerpoint, tiza y pizarrón fomentando la interacción mediante el dialogo con los alumnos sobre la temática abordada, además de la implementación de trabajos prácticos en forma de laboratorios en donde se hace participar a los alumnos tanto en la ejecución como en la elaboración de los mismos, finalmente los alumnos ejecutan un trabajo integrador en donde se abordan temáticas realistas propuestas por ellos y ajustadas por el equipo docente en donde utilizan tanto herramientas de hardware (GPS, inerciales, sensores, microcontroladores) como lenguajes de programación que permiten implementar sistemas de bajo costo desde el punto de vista tecnológico en donde se experimenta con conceptos y contenidos de la materia.



OBJETIVOS PROPUESTOS:

- Descripción de la problemática de la radionavegación como una aplicación práctica de las radiocomunicaciones.
- Descripción del principio de funcionamiento de la "Radiodeterminación" y condiciones de operación de distintos sistemas de ayuda a la radionavegación como así también los actuales sistemas de aviónica utilizados para calcular la posición, actitud y de esta manera permitir una vigilancia constante y una navegación segura.
- Análisis comparativo de las prestaciones de los distintos sistemas.
- Sistemas y principios de funcionamiento de los radares.
- Presentación de las perspectivas de futuro en la navegación.

COMPETENCIAS:

○ **Competencias genéricas:**

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería
2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería
3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.
4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

COMPETENCIAS SOCIALES, POLÍTICAS Y ACTITUDINALES

6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
7. Comunicarse con efectividad.
8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
9. Aprender en forma continua y autónoma.
10. Actuar con espíritu emprendedor.

○ **Competencias específicas:**

1. Identificar, formular y resolver problemas y proyectos de ingeniería.
2. Conocer, interpretar y emplear técnicas y herramientas para el diseño, modelización, análisis e implementación tecnológica de una alternativa de solución.
3. Concebir, desarrollar y construir soluciones tecnológicas. Gestionar, dirigir y controlar los procesos de operación y mantenimiento.
4. Identificar, utilizar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.
5. Conocer el funcionamiento, desempeño, estándares y aplicación de los sistemas y equipos de telecomunicaciones, de radiocomunicaciones, de comunicación de datos, sistemas irradiantes y de control.
6. Determinar el correcto funcionamiento y condiciones de uso de los sistemas y equipos de telecomunicaciones, de radiocomunicaciones, de comunicación de datos, sistemas irradiantes y de control.
7. Concebir y dirigir proyectos considerando aspectos legales, normativas y organismos de regulación y control de las telecomunicaciones nacionales e internacionales.
8. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene, seguridad y control de impacto ambiental en lo concerniente a su intervención profesional en los proyectos.



EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURANTES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIÓN DE CONTENIDOS:

Al comienzo de la materia, se realiza una explicación general de las radiocomunicaciones como eje temático introductorio, posteriormente nos focalizamos en la radiogoniometría clásica mediante el uso de la radio determinación de la procedencia de la energía electromagnética como herramienta para los sistemas de navegación, haciendo especial énfasis en la clasificación de los sistemas de radionavegación para posteriormente tomar contacto con las tres radio ayudas clásicas que utilizan las aeronaves que son, el sistema ADF (Automatic direction Finding), el sistema VOR (Very omnidirectional Range) y el sistema ILS (Instrument Landing System) y otros, con estos tres sistemas se puede ejecutar una navegación controlada desde el despegue hasta el momento del aterrizaje.

La materia también abarca contenidos que hacen a la navegación con sistemas totalmente independientes y autónomos como es el caso de los sistemas inerciales que se utilizan desde los submarinos, vehículos terrestres, aeronaves, cohetes y satélites que orbitan el planeta.

Otro eje temático trabaja con las distintas constelaciones satelitales que sirven para hacer geoposicionamiento en tiempo real, como por ejemplo los sistemas GLONASS, GALILEO y GPS. Por otro lado se pretende dar al alumno los contenidos principales sobre Radares, tanto primarios como secundarios y sistemas de bajo costo que substituyen el funcionamiento del radar secundario como es el caso de ADS-b (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast).

Para el desarrollo de los trabajos prácticos se hace indispensable entender y poner en práctica conceptos asociados a informática mediante la programación en diferentes lenguajes y entornos de desarrollo, además de la integración de sistemas electrónicos utilizando sensores específicos asociados a plataformas microcontroladas con pines de Microchip, Arduino, Motorola, etc.

FORMAS METODOLÓGICAS:

Esta materia ayuda al alumno a integrar conceptos indispensables a la hora de ejecutar las actividades propias de un ingeniero en telecomunicaciones resolviendo e interviniendo por ejemplo en sistemas de navegación de cualquier vehículo móvil que necesita tanto conocer su propia posición, actitud y parámetros cinemáticos como así también la de los demás vehículos que los circundan.

Al tratarse de una materia de quinto y último año de la carrera en ingeniería en telecomunicaciones, el alumno ya posee un bagaje de conocimientos que puede terminar integrando en casos de estudio práctico con resultados tangibles mediante la implementación de sistemas de bajo costo utilizando microcontroladores y sensores de velocidad, altura, posición y actitud, con la ayuda de entornos de desarrollo de software que le permitirán representar la información que necesita visualizar en una pantalla de control.

Los contenidos de la materia serán brindados al alumno tanto desde el punto de vista teórico como teórico práctico utilizando diferentes herramientas didácticas como simuladores de radioayudas bajo un entorno web sin costo, como así también el uso de un hardware simulador realista de la aeronave Cessna 182 de la línea proflight implementado por la cátedra, que permite al alumno interpretar el funcionamiento de cada una de las radioayudas desde el punto de vista que tiene el piloto y la tripulación de la aeronave a la hora de ejecutar una navegación planificada.

También se implementan trabajos prácticos de laboratorio utilizando antenas, osciloscopios, transductores de velocidad, posición, altura y diferentes tipos de señales a los fines de poner en práctica los conceptos que se transfieren al alumnado en las clases teóricas.

Desde el punto de vista del equipo docente de la cátedra, a los efectos de enseñar los contenidos y promover el desarrollo de las competencias, los mismos desempeñarán el rol de formadores con la



finalidad de que el alumnado logre identificar, formular y resolver problemas y proyectos de ingeniería asociados a la radionavegación, como así también conocer, interpretar y emplear técnicas y herramientas para el diseño, modelización, análisis e implementación tecnológica de una alternativa de solución a una problemática planteada.

El docente ayudará al alumno a concebir, desarrollar y construir soluciones tecnológicas de acuerdo a la identificación, utilización y selección de las técnicas y herramientas disponibles en el laboratorio, como así también a determinar el correcto funcionamiento y condiciones de uso de los sistemas y equipos de radionavegación teniendo en cuenta, aspectos legales, normativas, higiene, seguridad y control de impacto ambiental en lo concerniente a su intervención profesional.

Es de destacar que muchos de los conocimientos previos de radiofrecuencia se pueden proponer de manera conjunta con la cátedra de radiocomunicaciones de cuarto año, como así también con la cátedra de informática.

PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS E INCLUSIVOS:

Curso de Posgrado: FORMACIÓN DE INGENIEROS EN EL SIGLO XXI – ASEGURAMIENTO DEL PERFIL DE EGRESO “El aporte de cada espacio curricular al logro de las competencias genéricas”. Octubre de 2017.

CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES Y PARCIALES y NÓMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS:

Nº	Fecha	Docentes	Temas	Trabajos Prácticos	Observaciones
	16/08	Inicio del dictado de asignaturas del segundo cuatrimestre			
1	22/8	M. Principi D. Díaz R. Manno	Introducción y presentación de la materia y docentes de la cátedra, modalidad de dictado de clases, evaluación y el régimen de promoción de la asignatura. Clasificación de Sistemas de Radionavegación. Sistemas de Radionavegación según su Alcance. Sistemas de Radionavegación según su Fuente de Información. Sistemas de Radionavegación según Geometría.	Teórico-Pract. Lab	
2	29/08	M. Principi D. Díaz R. Manno	Sistema ADF (Automatic Direction Finding). Principio de funcionamiento de las antenas. La Antena de Cuadro. La Antena Omnidireccional o de Orientación. Funcionamiento del diagrama en bloques simplificado. Sintonización. Modulador compensado. El receptor. Indicador de marcaciones.	Teórico-Pract. Lab	
3	5/09	M. Principi D. Díaz R. Manno	Radiofáros. Introducción. Sistema VOR. Principio de funcionamiento. Estudio de la señal transmitida. Equipamiento a bordo. Equipamiento en tierra. Sistema DME. Principio de funcionamiento. Equipamiento a bordo. Equipo de tierra.	Teórico-Pract. Lab	



4	12/09	M. Principi D. Díaz R. Manno	Ayudas Radioeléctricas a la aproximación y aterrizaje. Sistema de aproximación ILS. Configuración del sistema. Principio de funcionamiento del localizador. Principio de funcionamiento de la senda de planeo. Marker. Balizas de distancia. Principio de funcionamiento. Equipamiento a bordo. Equipo de tierra. Sistema de aproximación MLS. Introducción: sistema MLS-TRSB. Formato de la señal. Estación terrena. Equipo embarcado. Especificaciones de precisión.	Teórico-Pract. Lab	
5	19/09	M. Principi D. Díaz R. Manno	Clase práctica de Simulador de radionavegación, implementando plan de vuelo reales con el uso de radioayudas ADF- VOR e ILS	Teórico-Pract. lab	
6	26/09	M. Principi D. Díaz R. Manno	Primer Examen. Laboratorio de Navegación con cartas de vuelo y utilización del simulador de vuelo realista cessna 180 del laboratorio. Laboratorio de sistemas ADF.	Primer Examen.	
7	3/10	M. Principi D. Díaz R. Manno	Sistemas Inerciales. Giróscopos. Principios físicos. Tipos de Giróscopos. Mecánicos. Laséricos. Con fibras ópticas. Otros. Acelerómetros. Conceptos de centrales inerciales.	Teórico-Pract. Lab	
8	10/10		Feriado: Día del Respeto a la Diversidad Cultural.		Feriado.
9	17/10	M. Principi D. Díaz R. Manno	Sistemas de posicionamiento por satélite. Introducción. Constitución de un sistema de navegación por satélite. Principio de funcionamiento de los sistemas de navegación por satélite. Sistema NAVSTAR-GPS. Principio de funcionamiento. Configuración del sistema. Fuentes de error y precisión del sistema. Sistema GPS diferencial. Aplicaciones. Sistemas de Alerta de Tráfico por colisión "TCAS". Sistema Mejorado de Alarmas por Proximidad de Tierra "EGPWS". TCAS (Traffic Collision Avoidance System)-GPWS (Ground Proximity Warning System)-ADSB (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) Propuesta de trabajos finales audiovisuales en forma individual. Especificación de la metodología para la confección del trabajo final Audiovisual	Teórico-Pract. Lab	
10	24/10	M. Principi D. Díaz R. Manno	Radar Primario y secundario: . Introducción al Radar Primario. Clasificación radares. Arquitecturas. Modulación de Transmisión. Ganancia Geométrica de Antena. Arquitectura Receptor Coherente. Criterios Estadísticos de Detección. Reconocimiento de Blancos. Principio de funcionamiento de un radar elemental. Clasificación de los sistemas radar. Aplicaciones. Bandas de	Teórico-Pract. Lab	



			frecuencia. Nomenclatura. Conceptos fundamentales. Diagrama de bloques de un radar pulsado. Transmisores. Duplexores. Antenas. Receptores. Procesado de la información. Presentación de datos. Ecuación de alcance radar elemental. Influencia del ruido. Integración de pulsos. Sección radar. Pérdidas del sistema. Efectos de propagación. Asignación de temas para propuesta de trabajos finales audiovisuales en forma individual.		
11	31/10	M. Principi D. Díaz R. Manno	Segundo examen. Consulta y avances en: Propuesta de trabajos finales audiovisuales en forma individual	2do. Examen	
12	7/11	M. Principi D. Díaz	Recuperatorio – Consulta y avances en: Propuesta de trabajos finales audiovisuales en forma individual	Recuperatorio –	
13	14/11	M. Principi D. Díaz	Evaluación de trabajos finales presentados por los alumnos		
14	21/11		Día de la Soberanía Nacional (trasladado del 20/11)		Feriado
	25/11	Finalización del dictado de clases del 2do cuatrimestre			

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA Y DE CONSULTA ESPECIFICANDO EL EJE TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA:

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
Radar Handbook	Merrill I. Skolnik	Mc Graw Hill	2008	2
Introduction to Radar System	Merrill I. Skolnik	Mc Graw Hill	2010	1
Advanced avionics handbook	Federal Aviation Administration	United States Government Printing Office	2009	PDF
Radiogonometría	Felipe Gonzales León	Instituto Politécnico Nacional	2007	PDF
Understanding GPS Principles and Applications	Elliott D. Kaplan Christopher J. Hegarty	ArtechHouse	2006	PDF
Sistemas de Navegación Aérea	R. Arán Escuer; J.R. Aragonese Manso	Praninfo	1983	2
El Radar. Teoría y principios	Philippe Lacomme		1989	1
Clasificación de Sistemas de Radionavegación y ADF	Héctor Darío Hidalgo	IUA Inst. Univ. Aeronáutico	2006	PDF
MIMO Radar Space-Time Adaptive Processing Using Prolate Spheroidal Wave Functions	Chun-Yang Chen and P. P. Vaidyanathan	IEEE	2007	PDF
MIMO Radar – Waveforms and Applications	B. J. Donnet, I. D. Longstaff	4th EMRS DTC Technical Conference – Edinburgh 2007	2007	PDF



Pulse Doppler Radar Cap 4	John P. Stralka William G. Fedarko	Northrop Grumman Corporation	2003	PDF
Pulse Compression Radar Cap 8	Michael R. Ducoff Byron W. Tietjen	Lockheed Martin MS2	2004	PDF
El Sistema Lorán y su desarrollo	1. P. VAN ETTEN	ITT Avionics Division, Nutley, New Jersey, USA	1970	PDF
Military Avionics Systems	Ian Moir, Allan G. Seabridge	John Wiley	2008	PDF
UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS UAVS DESIGN, DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT	Reg Austin	John Wiley	2010	PDF
Radionavigaton Systems	Borje Forssell	GNSS technology and applications series	2008	2
Radiocomunicaciones	Francisco Ramos Pascual	Alfaomega	2007	2

HORARIO DE CLASES:

DIA	HORARIO
Lunes	17:00 a 21:00 hrs

HORARIO Y LUGAR DE CONSULTAS:

DIA	HORARIO	LUGAR
Jueves	18:00 hrs -20:00 hrs	GSTR-LaSEm
Miércoles	15:00 hrs-17:00hrs	GSTR-LaSEm
Miércoles	16:00 hrs -18:00hrs	GSTR-LaSEm

REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN:

Requisitos para cursar

Inscripción otorgada por la Facultad.

Modalidad de evaluación

La discusión, tanto teórica como práctica de los temas planteados seguirá una metodología de tipo interactiva que permitirá una evaluación permanente del alumno. Se prevé dos exámenes. Uno a mitad del Cuatrimestre y otro al finalizar el mismo. En forma complementaria se prevé la realización de un examen final integrador. Los exámenes se corregirán a la brevedad (máximo 3 días hábiles). El estudiante podrá regularizar o promocionar la materia.

Requisitos para regularizar

Asistir al 80% o más de las clases teóricas, prácticas y de laboratorio y obtener un puntaje no menor del 50% en los exámenes.



Requisitos para promocionar

Asistir al 80% o más de las clases teóricas, prácticas y de laboratorio, aprobar los informes de laboratorios, realizar un trabajo final y obtener un puntaje **promedio** no menor al 70% en los exámenes (sin registrar instancias evaluativas de aprobaciones con notas inferiores a cinco puntos). RCS 120/17.

Examen Recuperatorio

El estudiante podrá recuperar los dos exámenes, ya sea que desee aprobar el examen con 50% o promocionar la asignatura con promedio 70%, en este último caso el alumno que no hubiere alcanzado la nota mínima de cinco puntos necesaria para aspirar a la promoción, tendrá derecho a recuperar y mantenerse así en el sistema de promoción.

Trabajo Final

En todos los casos, el estudiante deberá completar el trabajo final. Las fechas para la entrega del mismo, se establecen desde la aprobación de los parciales en adelante, el término para ejecutarlo no se extenderá más de un mes.

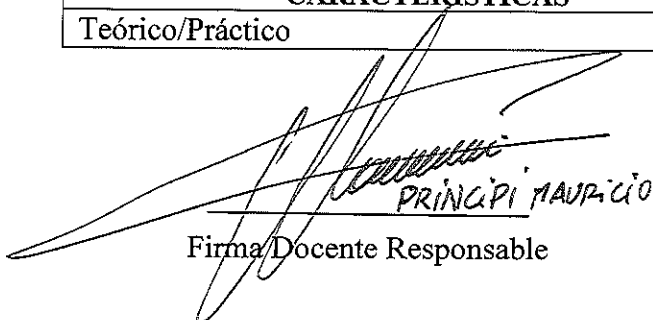
Examen final

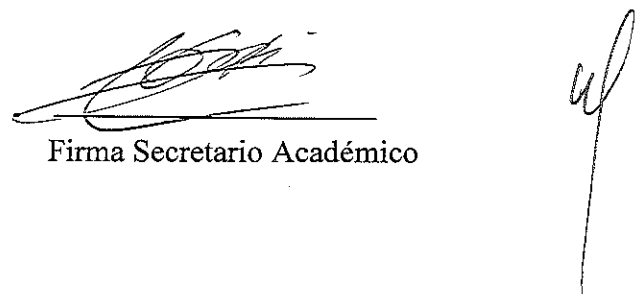
En el mismo se evaluarán en forma escrita y posteriormente la defensa oral de conceptos generales relacionados a tres temas propuestos incluidos

CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS, INCLUYENDO EXAMEN FINAL, ESTABLECIENDO TIEMPOS DE CORRECCIÓN DE LAS MISMAS Y LA DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES:

EXÁMENES PARCIALES				
INSTANCIA EVALUATIVA	CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD	TIEMPO DE CORRECCIÓN	TIEMPO DE DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES
Parcial	Teórico/Práctico	Escrito	5 días	5 días o menos
Recuperatorio	Teórico/Práctico	Escrito	5 días	5 días o menos
Trabajo Práctico	Práctico	Desarrollo Informe	5 días	5 días o menos
Trabajo final	Teórico/Práctico	Desarrollo Exposición Informe		

EXAMENES FINALES	
CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD
Teórico/Práctico	Oral/Escrito


 PRINCIPAL MAURICIO
 Firma Docente Responsable


 Firma Secretario Académico