



Haedo, 21 de mayo de 2021

VISTO

La solicitud de incorporación de la materia Radares como opción de Materia Electiva para la Carrera de Ingeniería Electrónica, y la solicitud de aprobación del Programa Analítico para dicha materia, y

CONSIDERANDO

Que dicha solicitud fue elevada por el Director del Departamento de Ingeniería Electrónica.

Que el Consejo Departamental de Ingeniería Electrónica aprobó el programa analítico de la materia mencionada en el VISTO.

Que el pedido fue analizado por la Comisión de Enseñanza de este Consejo Directivo, la cual, en la Reunión Ordinaria celebrada en el día de la fecha, presentó despacho recomendando acceder a lo solicitado.

Que el despacho resultó aprobado por unanimidad.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto de la Universidad Tecnológica Nacional y en un todo de acuerdo con las reglamentaciones vigentes.

Por ello,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL HAEDO
R E S U E L V E:

ARTICULO 1º: Aprobar la materia Radares como Materia Electiva para los alumnos de la Carrera de Ingeniería Electrónica de esta Facultad, cuyo programa analítico se adjunta como ANEXO I.

Corresponde a la Resolución de Consejo Directivo N°059/2021



"2021- Año de homenaje al premio Nobel de Medicina Dr. César Milstein"

Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Haedo

ARTICULO 2º: Regístrese, Comuníquese a la Secretaría Académica, al Departamento de Ingeniería Electrónica, a la Dirección Académica y por su intermedio al Departamento de Alumnos y al Rectorado de la Universidad Tecnológica Nacional. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N°:059/2021.



Trad. Pub. Mabel I. ROMERO
SECRETARIA ACADEMICA
U.T.N. FACULTAD REGIONAL HAEDO



Ing. Víctor Luis CABALLINI
DECANO
U.T.N. FACULTAD REGIONAL HAEDO



ANEXO I

PROGRAMA ANALÍTICO

Asignatura: RADARES

(Resolución de Consejo Directivo N° 059/2021)

Carrera: Ingeniería Electrónica

Departamento: Ingeniería Electrónica

Horas Cátedra Totales: 64

Modalidad de Cursado: Cuatrimestral

Área de Conocimiento: Comunicaciones

PRE- REQUISITOS:

Para cursar	Para rendir
Cursadas	Aprobadas
Sistemas de Comunicaciones	Sistemas de Comunicaciones.

FUNDAMENTACIÓN DE LA MATERIA DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS.

El desarrollo de los radares es fundamental para diversas aplicaciones como: el control y vigilancia aérea, ayudas a la navegación, obtención de datos para el pronóstico meteorológico, generación de imágenes terrestres y/o marítimas en sistemas ubicados en vehículos aerotransportados y/o satelitales, aplicaciones automotrices, etc. y por lo tanto es importante formar a los futuros ingenieros en esta especialidad. Sumado a esto, recientemente se ha logrado diseñar y construir en nuestro país el Radar Primario Argentino (RPA), el Radar Secundario Monopulso Argentino (RSMA), radares meteorológicos y de apertura sintética.

Esta asignatura se propone describir los mismos, sus principios de funcionamiento, operación y diseño, para que el alumno pueda continuar con desarrollos futuros basándose en la experiencia previa. Asimismo, se propone la visita a las instalaciones donde estos radares se encuentran operando para poder intercambiar ideas con los grupos de desarrollo.

Esta asignatura responde a la Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina, también llamado “Libro Rojo de CONFEDI” en lo relativo a las competencias de egreso genéricas comunes para las carreras de ingeniería, particularmente en las siguientes:



ANEXO I (Continuación)

PROGRAMA ANALÍTICO (Continuación)
Asignatura: RADARES (Ingeniería Electrónica)
(Resolución de Consejo Directivo N° 059/2021)

A. Competencias tecnológicas

1. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
2. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Para el alumno: Esta materia le permitirá al alumno profundizar sus conocimientos en la tecnología específica de radares, asimismo le permitirá al mismo autodeterminar su propio proceso de profundización conceptual e iniciar el conocimiento en la orientación.

Para la institución: Permitirá incorporar una actividad propia de la sociedad y de la región, enriqueciendo la interrelación con el medio.

OBJETIVOS GENERALES

1. Obtener conocimiento y herramientas para el estudio y diseño de sistemas de Radares.
2. Analizar los principios de operación del sistema de Radar.
3. Obtener conocimientos y herramientas para el estudio y análisis de las señales electromagnéticas asociadas a la operación del radar.

ESTRUCTURA CURRICULAR

UNIDAD 1.

HISTORIA Y CONSIDERACIONES GENERALES: Etimología. Hechos históricos que posibilitaron el desarrollo radar. Ecuaciones de Maxwell. Experimento de Hertz. Primera detección de barcos de Hulsmayer. Experimento de Daventry. Desarrollo de radar Marconi. Aplicaciones a la segunda guerra mundial. Introducción de guerra electrónica. Radares en Argentina. El espectro electromagnético en radar. Bandas de frecuencia típicas. Clasificación de radares según, aplicación, resolución, cobertura, uso, etc.





ANEXO I (Continuación)

PROGRAMA ANALÍTICO (Continuación)

Asignatura: RADARES (Ingeniería Electrónica)
(Resolución de Consejo Directivo N° 059/2021)

UNIDAD 2.

CINEMÁTICA DEL RADAR PULSADO: Concepto de radar pulsado. Parámetros característicos de un radar pulsado. PRF (frecuencia de repetición de pulsos). PRT (periodo de repetición de pulsos). Limitaciones cinemáticas de la cobertura radar. Ancho de pulsos. Resolución en distancia. Distancia ciega. Kilometro y milla radar. Ambigüedad en distancia (ecos de segunda vuelta). Situación de compromiso de

los parámetros. Antena reflectora. Antena planar con técnica monopulso. Barrido electrónico. Cobertura 3 dimensiones. Técnicas de cobertura 3 D.

UNIDAD 3.

SECCIÓN RADAR EQUIVALENTE (RADAR CROSS SECTION, RCS): Concepto de sección equivalente radar. Factores que determinan el RCS. Sección geométrica de los blancos, reflectividad y directividad. Sección equivalente radar de formas simples, esfera, cilindro, elipsoides, diedros, triedros, superficies cuadradas, circulares, triangulares, etc. Diagramas polares. Dependencia de la frecuencia. Concepto de blancos de tipo stealth. Introducción a las técnicas de blancos de baja visibilidad. Modelos de Swerling. Aplicaciones.

UNIDAD 4.

DETECCIÓN RADAR EN RUIDO TÉRMICO: Diagrama en bloque de un radar moderno. Ecuación radar. Parámetros característicos y vinculación con los elementos constructivos de un radar. Concepto de ruido térmico en radar. Modelización del ruido. Vinculación con la detección. Definición de probabilidad de detección y de falsa alarma. Efectos de la raíz cuarta. Relación señal a ruido aplicado a radar. Curvas de North.

UNIDAD 5.

PROCESAMIENTO DE SEÑAL RADAR: Concepto de clutter e interferencia (Jamming). Clutter volumétrico y orográfico. Nociones de guerra electrónica. Medidas y contramedidas electrónicas. Detección de señal radar en clutter. Detección de señal radar en interferencia. Técnica y filtrado MTI (móvil target indicator). Ambigüedad en velocidad. Factor de mejoramiento (IF). Técnica CFAR, (régimen constante de falsa alarma). Limitaciones de la técnica CFAR. Técnica STC (control de sensibilidad en el tiempo). Concepto de rango dinámico. Figura de ruido en sistemas de radar. Integración de pulsos radar.



ANEXO I (Continuación)

PROGRAMA ANALÍTICO (Continuación)

Asignatura: RADARES (Ingeniería Electrónica)
(Resolución de Consejo Directivo N° 059/2021)

Aplicaciones. Compresión de pulsos radar. Aplicaciones. Procesamiento MTD.

UNIDAD 6.

PROPAGACIÓN ELECTROMAGNÉTICA EN RADAR: Tipos de propagación. Propagación en rayo directo. Fenómenos físicos y ópticos. Concepto de refracción normal de la atmosfera. Influencia en la cobertura y la resolución radar. Fenómenos particulares de propagación. Subrefracción y súper refracción. Ductos en propagación. Tipos de ductos. Cálculo de la refractividad y refractividad modificada. Efectos meteorológicos que condicionan la propagación. Emagramas. Modelos de compensación de los efectos de la propagación. Radio equivalente de la tierra (Ke). Compensación. Horizonte óptico y radioeléctrico. Zonas de silencio.

UNIDAD 7.

RADAR SECUNDARIO (SSR). Concepto de radar secundario. Estructura de comunicación. Estación de tierra. Estructura de interrogación. Transpondedor. Modos estándar de un radar SSR. Modo 1,2 y 3. Modo A, B y C. trama de la respuesta. Codificación y decodificación. Problemáticas asociadas a la interrogación. Garbling. FRUIT (False Replies Unsynchronised InTime). Propagación multitrayecto. Interrogación por lóbulos laterales. Introducción a radar secundario modo S. Tipos de mensajes. Codificación modo S.

UNIDAD 8.

TRANSFERENCIA DE DATOS RADAR. Protocolo ASTERIX (All STructured Eurocontrol suRveillance Information eXchange). Definición. Distintas categorías. Campos de un mensaje ASTERIX categoría 48. Otras categorías. Decodificación. Ejemplo para transferencia de datos de radar primario. Ejemplo para transferencia de datos de radar secundario. Decodificación aplicando programa Wireshark.

UNIDAD 9.

OTRAS APLICACIONES DE SENSORES RADAR. Concepto de modos de operación radar. Introducción a radar de onda continua. Aplicaciones de radar Doppler.



ANEXO I (Continuación)

PROGRAMA ANALÍTICO (Continuación)

Asignatura: RADARES (Ingeniería Electrónica)
(Resolución de Consejo Directivo N° 059/2021)

Uso en la detección de la velocidad del blanco. Radar meteorológico. Características importantes. Introducción al procesamiento de señales de radar meteorológico. Introducción al radar de apertura sintética (SAR). Introducción a imágenes de radar tipo SAR.

BIBLIOGRAFÍA

Título	Autores	Editorial	Edición año
Computer Simulation of Aerial Target Radar Scattering, Recognition, Detection, and Tracking	Yakov D. Shirman	Artech House Boston · London www.artechhouse.com	2002
Coherent Radar Performance Estimation	Jame A. Scheer and James L. Kurtz	Artech House Boston · London 621.3848	1993
Fourier Transforms in Radar and Signal Processing	David Brandwood	Artech House Boston · London	2003
Introduction to Airborne Radar Second edition	George W. Stimson	Scitech Publishing, Inc. Mendham, New Jersey	1998
Matlab Simulations for Radar Systems Design	Bassem R. Mahafza, Ph.D. Decibel Research, Inc. Huntsville, Alabama	CHAPMAN & HALL/CRC A CRC Press Company Boca Raton London New York Washington, D.C.	2003
Radar System Performance Modeling Second Edition	G. Richard Curry	Artech House Boston · London	2005
Radar handbook second edition	Merrill Skolnik	Mac. Graw Hill	1990
Radar Technology Encyclopedia (Electronic Edition)	David K. Barton Sergey A. Leonov	Artech House Boston · London	1998



ANEXO I (Continuación)

PROGRAMA ANALÍTICO (Continuación)
Asignatura: RADARES (Ingeniería Electrónica)
(Resolución de Consejo Directivo N° 059/2021)

Simulation of Aerial Target Radar Scattering Recognition, Detection and Tracking	Yacov G. Shirman	Artech House Boston · London	2002
Radar Design Principles Signal Processing and the Environment	Fred E. Nathanson J. Patrick Reilly Marvin N. Cohen	Scitech Publishing, Inc. Mendham, New Jersey	1999