



Plan 95 Adecuado

ASIGNATURA:	SISTEMAS DE RADAR	CODIGO:	95-0470
DEPARTAMENTO:	ELECTRÓNICA	CLASE:	ELECTIVA DE ESPECIALIDAD
ÁREA:	COMUNICACIONES	HORAS SEM.:	4 Hs.
		HORAS / AÑO:	64 Hs.

Fundamentación:

La importancia fundamental que tienen los Sistemas de RADAR en el sistema de Defensa Nacional, en la seguridad y monitoreo del Espacio Aéreo Nacional, en la seguridad del vuelo y la navegación Marítima y en muchos otros campos como la geología, la criminología, la topografía etc. , junto con los avances continuos en este campo de la electrónica, hacen necesario contar con una materia que haciendo uso de los conocimientos básicos aprendidos en la carrera, incorpore los conocimientos necesarios para desarrollar esta área tecnológica que por sus características muy particulares, no se estudia en otras materias de grado.

La materia cubre las necesidades de conocimientos requeridos sobre los Sistemas de RADAR y su relación con las medidas de defensa en casos de conflicto, de navegación, de seguridad y otros campos de uso de esta tecnología, permitiendo la inserción del egresado en el mercado laboral con el nivel de conocimientos adecuado, en un momento en que profesionales con estos conocimientos serán seguramente muy requeridos. Completa la formación del profesional sumándose a los conocimientos adquiridos por las materias precedentes, permitiendo lograr un perfil de egresado con buenos conocimientos en este campo.

Objetivos:

Conocer las aplicaciones más relevantes del RADAR en los diversos campos de la tecnología.

Comprender la información que suministra el eco de RADAR.

Identificar los componentes de un RADAR básico a nivel de bloques así como también sus interacciones.

Reconocer los diversos parámetros del RADAR, sus valores representativos en cada aplicación y la incidencia de cada uno de ellos en el desempeño general del sistema.

Conocer las medidas de seguridad a seguir ante la presencia de radiación, tensiones elevadas y campos electromagnéticos intensos.

Interpretar cabalmente las advertencias de manuales en inglés identificando su jerarquía.

Conocer los principios de aquellas tecnologías que amplían las facilidades ofrecidas por el RADAR, tales como la compresión de pulsos, la explotación del efecto Doppler, la eliminación de blancos fijos, etc.



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

Reconocer, de acuerdo al tamaño y configuración de la antena, los parámetros principales del sistema así como también sus posibles aplicaciones.

Conocer las nuevas tendencias tecnológicas en el campo de RADAR y los posibles y potenciales usos del RADAR basados en estas nuevas tecnologías.

Programa sintético:

- Fundamentos del RADAR.
- Ubicación del blanco.
- Detección de señales en ruido.
- RADAR pulsado. Propagación.
- Transmisores.
- Receptores.
- Antenas y alimentadores.
- Aplicaciones.
- RADAR y Guerra Electrónica.
- RADAR y Meteorología.

Programa analítico:

Unidad 1: Fundamentos del Radar

Radares pulsados y de onda continua. Fundamentos operativos. Blancos y ecos. Detección binaria. Información obtenida de los ecos. Kilómetro y Milla radar. Clutter. Presentaciones de la información: tipos A, PPI y sintética. Parámetros básicos del radar pulsado. Frecuencias y longitudes de onda usuales. Bandas normalizadas.

Unidad 2: Coordenadas Del Blanco

Radares 2D y 3D. Medición de distancia por ecos. Ambigüedad en distancia. Ecuaciones espaciales. Discriminación en distancia. Blancos puntuales, superficiales y volumétricos. Distancia ciega. Mediciones de dirección y altitud del blanco. Métodos utilizados. Resolución angular.

Unidad 3: Antenas y Ecuación De Radar

Antenas con reflector. Ecuación del reflector. Frentes equifásicos, su generación. Sólidos de radiación. Diagramas de antena. Ganancia y ancho de haz a -3dB, su cálculo. Área efectiva de antena. Deducción de la Ecuación de Radar. Sección radárica (RCS). Definición y análisis. Modelización de la RCS. Casos Swerling. Diagramas. Lóbulos laterales. Su efecto en radar. Iluminación menguante. Sistema SLS. Tipos de barrido de antena. Sistemas de guía de onda asociados. Unión rotante. Mediciones. Antenas de arreglo de fase. Barrido electrónico. Principales características.

Unidad 4: Generación y Transmisión De Señales

Transmisores. Configuraciones circuitales básicas: PO y MOPA. Formas de onda: CW, pulsada, FM lineal (chirp), codificación de fase. Tubos de potencia: De campos cruzados (Magnetron) y lineales (Klystron, TWT y Twystron). Generadores de estado sólido. Configuraciones de circuito. Pulsadores y dispositivos asociados. Circuitos de aplicación. Circuitos de microondas. Cavidades, guías, bocinas, unión rotante, Celdas TR.



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

Unidad 5: Propagación De Las Señales

Modos de propagación. Rayo directo y rayo reflejado en el terreno. Lobulización del diagrama vertical de antena. Incidencia de la polarización de onda. Refracción troposférica. Índice de refracción y refractividad. Anomalías de la propagación. Conductos. Ecos ambiguos. Atenuaciones atmosférica y por precipitación. Cálculo gráfico de las mismas. Criterios de diseño de los sistemas.

Unidad 6: Recepción de Señales en Contexto de Ruido

Ruido. Orígenes y medición. Relación señal-ruido. Criterio de detección por umbral. Probabilidades de detección y de falsa alarma. Distribuciones de densidad de probabilidad. Distribución de Rice. Incidencia del valor de umbral. Cálculo gráfico de las probabilidades. Sistemas CFAR. Receptor superheterodino, subsistemas asociados: AGC, IAGC, STC, AFC. Finalidad y descripción de cada uno.

Unidad 7: Procesamientos De Señal En Radar

Detección de movimientos radiales del blanco y medición de su velocidad. Fase de arribo del eco. Cálculo de la frecuencia doppler. Sistema de cancelación de ecos fijos (MTI). Cancelador simple. Curva de respuesta en frecuencia. Velocidades ciegas. Cancelación múltiple. PRF stagger Receptor MTI Osciladores Stalo y Coho. Compresión de pulsos: Su finalidad. Procedimientos. Modulación lineal de frecuencia. Radar chirp. Pulsos de fase codificada. Códigos Barker.

Unidad 8: Radar Y Guerra Electrónica

Contra medidas electrónicas: Procedimientos destinados a suprimir la acción del radar o reducir su eficiencia. Interferidores, chaff, señuelos y tecnología de baja detectabilidad (stealth). Contra-contra medidas electrónicas: Procedimientos y sistemas para la autoprotección del radar. Conceptos básicos.

Unidad 9: Riesgos Potenciales Y Normas De Seguridad

Riesgos debidos a: elevadas tensiones, campos magnetostáticos de alta intensidad, radiaciones no ionizantes, rayos X y componentes radiactivos.

Unidad 10: La Información Técnica En Los Equipos Complejos

Interpretación de manuales de radar en inglés. Partes que lo integran. Normas de procedimiento. Glosario de términos de radar. Cuestionario Progresivo de Autoevaluación.

Unidad 11: Radar Meteorológico

Ecos meteorológicos. Información que contienen. Ecuación de radar meteorológico. Medición de la reflectividad. Unidad dBZ. Correlación con los diferentes eventos meteorológicos. Radar doppler pulsado. Mediciones de viento y turbulencia. Barridos de antena RHI y CAPPI. Presentaciones de reflectividad y vientos. Sistemas de digitalización, algoritmos y software de procesamiento. Características de los sistemas de radar meteorológicos.

Unidad 12: Otros Tipos De Radar Y Aplicaciones



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

Algunos usos del radar: Control de tránsito aéreo. Defensa. Arqueología y aplicaciones forenses. Navegación. Astronomía. Prevención de colisiones. Control de armas. Satélites. Medición de velocidad, etc. Radar secundario: Principio de operación. Aplicaciones al Control de Tránsito Aéreo.

Estrategias Metodológicas:

- Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)

1. Diagnóstico

Sistemas de RADAR es una asignatura que reúne varias características particulares que la colocan en una posición de alto valor dentro de la carrera de Ingeniería Electrónica, en lo que respecta a la aplicación de los conocimientos adquiridos por el alumno a lo largo de su carrera como así también al perfil que este desea dar a la misma, a saber:

- Es, de acuerdo con la Ord. CS 1077/05, una Asignatura Electiva del último nivel de la carrera, condición que la adecúa a los requerimientos de la orientación particular que el alumno desea imprimir a su carrera.
- Es una asignatura en la que el alumno utiliza y desarrolla los conceptos aprendidos en muchas de las materias cursadas con anterioridad durante la carrera de Ingeniería Electrónica en niveles anteriores.
- Los alumnos que la cursan están dando sus últimos pasos en la Universidad luego de un proceso de formación universitaria, con una sólida formación en ciencias básicas y aplicadas específicas de la carrera de Ingeniería Electrónica.

Por ello su dictado debe ser encarado, no tan solo como una asignatura formativa para enseñarle al alumno los conceptos y aplicaciones de los sistemas modernos de RADAR, sino además y muy especialmente, como un elemento movilizador para los estudiantes, que les permita:

- Lograr una sólida formación en los conceptos básicos de la asignatura y del uso de los Sistemas de RADAR en los distintos campos de aplicación en que se le encuentra, y de la evolución tecnológica que tiene lugar en forma continua, de modo de transformar éstos en un poderoso estímulo para avanzar en el estudio cada vez más profundo de este tipo de Sistemas.
- Encontrar aplicación a los conceptos adquiridos en las asignaturas anteriores de la carrera y su posterior desarrollo en el marco de la evolución tecnológica, alentando al alumno en participar en la misma como una manera de desarrollo profesional y personal.
- Lograr que esta formación, expuesta en los tópicos anteriores, le permita al alumno su propia auto-evaluación respecto al nivel de su conocimiento sobre el tema, como así también su auto formación en lo que respecta a la profundización de conocimientos.

Este debe ser uno de los principales retos que enfrente la cátedra.

Por otra parte, la Ord. CS 1077/05 establece el perfil del Ingeniero Tecnológico de acuerdo con el párrafo siguiente:

“Es un profesional capacitado para desarrollar sistemas de ingeniería y paralelamente aplicar la tecnología existente, comprometido con el medio, lo que le permite ser promotor del cambio, con capacidad de innovación, al servicio de un conocimiento productivo, generando empleos y posibilitando el desarrollo social.”



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

La misma Ordenanza particulariza para el caso del Ingeniero Electrónico Tecnológico:

“Es un profesional formado y capacitado para afrontar con solvencia el planeamiento, desarrollo, dirección y control de sistemas electrónicos.

Por su preparación resulta especialmente apto para integrar la información proveniente de distintos campos disciplinarios concurrentes a un proyecto común. Está capacitado para abordar proyectos de investigación y desarrollo, integrando a tal efecto equipos interdisciplinarios, en cooperación, o asumiendo el liderazgo efectivo en la coordinación técnica y metodológica de los mismos.

Por su sólida formación Físico-Matemática está preparado para generar tecnología, resolviendo problemas inéditos en la industria.

Su formación integral le permite administrar recursos humanos, físicos y de aplicación, que intervienen en el desarrollo de proyectos, que lo habilitan para el desempeño de funciones gerenciales acordes con su especialidad.

La formación recibida le permite desarrollar estrategias de auto aprendizaje, mediante las cuales orientará acciones de actualización continua.

La preparación integral recibidas en materias técnicas y humanísticas lo ubican en una posición relevante en un medio donde la sociedad demandará cada vez más del ingeniero un compromiso y responsabilidad en su quehacer profesional.”

Evidentemente, la asignatura Sistemas de RADAR, al estar en el último nivel de la carrera, y por todo lo enunciado anteriormente, puede colaborar en la formación de muchas de las competencias enunciadas en la citada Ordenanza, infundiendo valores a los estudiantes que en poco tiempo serán Ingenieros: Apego a la lectura de bibliografía, desarrollo de espíritu crítico, manejo de diferentes tecnologías y su aplicación a problemas concretos, presentación de sus trabajos de manera clara y ordenada, práctica profesional basada en la ética, y por sobre todas las cosas una vocación por la actualización profesional permanente, herramienta imprescindible para no perder competitividad en un mercado laboral cada vez más exigente por los avances de la tecnología.

Por todo lo dicho es sumamente necesario estar atentos a la evolución de la tecnología ya que los cambios que se producen en estos niveles deben hacerse llegar al alumno sin que aquellos hayan quedado obsoletos por completo al egresar de estos.

2. Estrategia

Para alcanzar los objetivos propuestos se propone el desarrollo de la actividad áulica en:

- Clases teóricas presenciales en que se desarrollaran los conceptos necesarios sobre el tema, de forma que el alumno obtenga una sólida formación teórica sobre los Sistemas de RADAR, sus parámetros de funcionamiento, tipos de sistemas, sus usos, la explotación de fenómenos físicos particulares y su aplicación a los Sistemas de RADAR, entre otros tópicos. Al final de cada clase se discutirá un cuestionario con preguntas relacionadas a los temas vistos, a manera de evaluación de lo aprendido.
- Clases prácticas orientadas tanto a la resolución de problemas, que abarcarán el desarrollo numérico de lo visto en clases teóricas, como así también a la interpretación de manuales de fabricantes, hojas técnicas, reglamentaciones vigentes y normas impuestas por organismos nacionales o internacionales.
- Visita guiada a algún/os organismos que utilicen y/o desarrollen la tecnología de los Sistemas de RADAR de manera que el alumno tome contacto con los sistemas en funcionamiento “in situ” interpretando los



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

componentes que los forman, su uso específico y los valores de los parámetros que pudieran obtenerse en el lugar y su comparación con los valores vistos en clase, para el tipo de sistema específico de que se trate.

- Realización de un informe a modo de monografía en que los alumnos, agrupados en equipos de no más de cuatro personas, investiguen y desarrollen un tema específico relacionado con la tecnología de RADAR y/o sus avances y usos futuros o avanzados.

Para lograr estas metas, se concluye entonces en la importancia que tendrán los siguientes puntos de modo que coadyuven al éxito de la estrategia anunciada:

- Actividades presenciales o coordinadas por recursos de comunicación y mensajería para intercambio de información actualización y profundización de los contenidos.
- Guía de trabajos prácticos de la asignatura de modo de asegurar que los alumnos reciban la misma casuística de resolución de problemas. La guía será elaborada por el docente a cargo de la asignatura.
- Acceso a Manuales de fabricantes, hojas técnicas, reglamentaciones vigentes y normas impuestas por organismos nacionales y/o internacionales.
- Acceso a información sobre nuevas tecnologías y avances en el campo de los Sistemas de RADAR, especialmente en Internet.

- Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)

La Cátedra publica una guía completa de problemas a resolver.

La Cátedra tiene a disposición de los alumnos información técnica de utilidad sobre distintos sub-sistemas a estudiar.

La asignatura cuenta con un grupo de estudio en internet para el intercambio de información, novedades y publicación de documentos de interés.

Evaluación:

Modalidad

1. Firma de Trabajos prácticos:

La evaluación debe ser la consecuencia de medir una serie de factores pero, necesariamente, ésta acción debe focalizarse en determinados momentos en los que debemos reunir los elementos que permitan verificar las competencias desarrolladas y tomar conclusiones válidas.

Para firmar los Trabajos Prácticos de la asignatura, el alumno debe demostrar haber adquirido los conocimientos disciplinares requeridos, haber internalizado los criterios de resolución de problemas, haber adquirido el dominio necesario en el conocimiento de los parámetros que gobiernan los sistemas en estudio y llevar a la práctica los contenidos específicos de la materia. Este reaseguro por parte del docente es chequeado en tres hitos:

- Primer Parcial al promediar el cuatrimestre.
- Segundo Parcial al fin del cuatrimestre.
- Resolución correcta de al menos el 80% de los ejercicios obligatorios de la Guía de TP de la asignatura.



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

2. Criterios de Corrección

a) Exámenes parciales

Conformación

Los exámenes parciales duran 3 horas reloj y están conformados por dos secciones:

- Sección Teórica: Temas vistos en la teoría, a desarrollar de manera concreta y con la mayor profundidad posible, y/o casos teóricos sencillos de aplicación para responder de manera conceptual en los que se espera observar la utilización de los conceptos teóricos en el planteo de un diseño simple o en el análisis de una situación determinada.

A esta altura de la carrera pueden o no ser problemas relativamente complejos de Ingeniería pero si pueden constar en la resolución de algún sub módulo. Esto les puede dar una buena aproximación al trabajo de Ingeniería con los elementos disponibles a esta altura de la carrera.

Podrá, eventualmente, basarse el alguna información obtenida en alguna visita a algún organismo que utilice/desarrolle algún Sistema de RADAR “in situ”.

Objetivo: Corroborar que los conceptos necesarios para resolver problemas basados en los temas que componen el programa de la materia han sido suficientemente asimilados por el alumno.

- ▲ Problemas de aplicación basados en casos de aplicación concretos para resolverlos con las herramientas teóricas y los conocimientos recibidos en el cuatrimestre.

Los temas se elaboran como problemas basados en la teoría vista en clase, a los problemas desarrollados en la guía de problemas y/o en casos de aplicación de estos. Podrá, eventualmente, basarse el alguna información obtenida en alguna visita a algún organismo que utilice/desarrolle algún Sistema de RADAR “in situ”.

Objetivos: Verificar la capacidad del alumno de aplicar los contenidos vistos durante el cuatrimestre en la resolución de un problema simple. Cuantificar la aplicación correcta y efectiva de los conocimientos adquiridos. Determinar el grado de valor propio puesto en la resolución.

Condiciones: Los alumnos pueden consultar durante el examen práctico, solamente tablas o gráficos de modo de obtener valores numéricos de utilidad en la resolución numérica de un problema.

No se permite consultar problemas de aplicación, ni ejemplos resueltos, ni libros, ni apuntes teóricos, ya que esta es la esencia del trabajo a presentar.

b) Informes y Monografías

- El Informe o Monografía se considerará aprobado cuando el informe presentado contenga toda la información requerida, en tiempo y en forma, indicando las fuentes de información utilizadas, cálculos resueltos si hicieran falta, y conclusiones que el alumno obtuviera luego de haber recopilado la información.

Requisitos de regularidad



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

Los establecidos por el Reglamento de Estudios de la Universidad Tecnológica Nacional

Requisitos de aprobación

Para aprobar la asignatura quienes no logren la promoción durante la cursada, deberán rendir un examen final escrito teórico práctico.

Articulación Horizontal y vertical con otras materias:

Articulación Horizontal

Se realizan reuniones específicas con los Directores de Cátedra de las asignaturas del Último Nivel del Departamento de Electrónica, para analizar la aplicación en Sistemas de RADAR de problemas que incluyan contenidos de las restantes asignaturas.

Articulación Vertical

Se realizarán al menos una reunión de Área al año. Objetivos:

- Coordinar la interrelación de los contenidos de las diferentes asignaturas.
- Trabajo conjunto en la elaboración de un hilo conductor para los contenidos de las diferentes materias del área que responda a los requerimientos que el mercado laboral exige a un Ingeniero, en el área de Comunicaciones.
- Trabajo conjunto permanente en la actualización de los contenidos de acuerdo a los constantes avances de la tecnología.

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

<u>Unidad Temática</u>	<u>Duración en hs cátedra</u>
Fundamentos del RADAR	5
Coordenadas del Blanco	6
Antenas y Ecuación del RADAR	5
Generación y Transmisión de Señales	5
Propagación de las Señales	5
Recepción de Señales en Contexto de Ruido	5
Procesamientos de Señal en RADAR	6
RADAR y Guerra Electrónica	5
Riesgos Potenciales y Normas de Seguridad	5
La Información Técnica en los Equipos Complejos	5



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

RADAR Meteorológico	6
Otros Tipos de RADAR y Aplicaciones	6

Bibliografía:

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Skolnik . M. (2001) Introduction To Radar Systems . 3rd Edition - 2001 - (U.S.A) - McGraw Hill Book Co. Inc. Est.

Skolnik . M. (2008) Radar Handbook . U.S.A - Edit. Mc Graw – Hill Compañías.

Curlander, J y Donough, R. (1991) Synthetic Aperture Radar (Systems and signal processing) – 1st Edition New York (U.S.A .) - John Wiley & Sons

Barton, D y Cook, Ch (1991) Radar Evaluation Handbook Charles E. Cook. (U.S.A.)Artech House 1st Edition

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Sergey y Barton, D. (1998) Radar Technology Encyclopedia - 1st Edition - David Barton & Sergey London, England - Artech House, Inc.

Bassem R Mahafza, Ph.D (2000) Radar Systems Analysis and Design Using MATLAB - 1st Edition – Alabama (U.S.A.) Chapman and Hall/CRC Press

Long, M. (1992) Airborne Early Warning System Concepts - U.S.A.

Barton, D. (2004) Radar System Analysis David K. Barton st Edition . USA: Prentice Hall Inc. Edit.

Tomasi, W (1996) Sistemas De Comunicaciones Electrónicas. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A 2^o Edición

Golden, A. (2002) Radar Electronic Warfare. USA: AIAA Education Series Air Force Institute of Technology

Nathanson, F. (1991) Radar Design Principles 1st Edition. New York: McGraw- Hill Editors

Brookner, E. (1987) Radares de Barrido Electrónico. Revista Investigación y Ciencia (Scientific American) N° 103

Correlativas:

Para cursar:

Cursada: Medidas Electrónicas II



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

Técnicas Digitales II

Aprobada: Sistemas de Comunicaciones

Electrónica Aplicada II

Para rendir:

Aprobada: Medidas Electrónicas II