Programa del Curso de Post-Grado
"Radar Meteorológico: Principios, Técnicas y Aplicaciones"

Profesor a cargo: Dr. Giorgio M. Caranti
Profesor de practicos: Dr. Raul A. Comes
Carga horaria 60hs teóricos y 60 hs de prácticos.

1. Conceptos Electromagnéticos Útiles para Aplicaciones de Radar.
1.1. Revisión de las Ecuaciones de Maxwell y Potenciales.
1.2. Representación Integral para el Scattering de una Partícula Dieléctrica.
1.3. Scattering de Rayleigh por una Esfera Dieléctrica.
1.4. Scattering Biestático y Sección Eficaz de Radar.
1.5. Secciones eficaces de Absorción y Extinción.
1.6. Ecuación de Clausius-Mosotti y fórmula de mezcla de Maxwell-Garnet.
1.7. Ley de Faraday y Corrimiento Doppler no Relativista.
1.8. Esferas Dieléctricas en Movimiento: Suma Coherente e Incoherente.
1.9. Esferas Dieléctricas en Movimiento bajo Incidencia de Ondas Planas.
1.10. Scattering Directo por una lámina de esferas dieléctricas.

2. **Matriz de Scattering.**
2.1. Convenciones de Alineamiento de Scattering Directo y Retrógrado.
2.2. Teorema de Reciprocidad.
2.3. Matriz de Scattering para Esferas y Esferoides bajo la Aproximación de Rayleigh–Gans.
2.4. Solución de Mie.
2.5. Coeficientes de Mie en potencias de $k_0\, a$: Aproximación de Baja Frecuencia.
2.6. Métodos Numéricos de Scattering para Partículas no Esféricas.

3. Ondas, Antena y Polarización del Radar.
3.1. Estado de Polarización de una Onda Plana.
3.2. Conceptos Básicos de Radiación y Recepción de Antenas.
3.3. Antenas de Polarización Dual: Base de Polarización Lineal.
3.4. Ecuación del Rango de Radar para una Partícula Aislada: Base de Polarización Lineal.
3.5. Cambio de Base de Polarización: De Base Lineal a Base Circular.
3.6. Ecuación del Rango de Radar: Base Circular.
3.7. Forma Bilineal de la Ecuación de Voltaje.
3.8. Síntesis de Polarización y Polarizaciones Características.
3.9. Ondas Parcialmente Polarizadas: Matriz de Coherencia y Vector de Stokes.
3.10. Matriz de Mueller Promediada en el Ensemble.
3.11. Matrices de Mueller y de Covariancia Promediadas en el Tiempo.
3.12. Algunas Implicaciones de las Simetrías en el Scattering.
3.13. Matriz de Covariancia en Base Circular.
3.14. Relación entre Observables Lineales y Circulares.

4. Propagación de Ondas con Polarización Dual a Través de la Precipitación.
4.1. Propagación de Onda Coherente.
4.2. Solución de Oguchi.
4.3. Ecuación del Rango de Radar con Matriz de Transmisión: Base de Polarización Lineal.
4.4. Ecuación del Rango de Radar con Matriz de Transmisión: Base de Polarización Circular.
4.5. Matriz de Covariancia de Transmisión Modificada.

4.6. Relación entre Observables Lineales y Circulares en Presencia de Efectos de Propagación.
4.7. Mediciones en Base “Híbrida”.

5. **Teoría de Señal Doppler y Estimación Espectral.**
5.1. Revisión de Señales y Sistemas.
5.2. Señal Recibida Proveniente de la Precipitación.
5.3. Potencia media de la señal Recibida.
5.4. Mediciones de la Matriz de Coherencia.
5.5. Autocorrelación de la Señal Recibida.
5.6. Función Coherencia Espaciada en Tiempo y Espaciada en Frecuencia.
5.7. Muestreo de la señal Recibida.
5.8. Ruido en Sistemas de Radar.
5.9. Propiedades Estadísticas de la Señal Recibida.
5.10. Estimación de la Potencia Media.
5.11. Espectro Doppler (o Densidad Espectral de Potencia) y Estimación de la Velocidad Media Doppler.
5.12. Ejemplo de Estadística de señal Recibida y Estimación Espectral.

6. Sistemas de Radares con Polarización Dual y Algoritmos de Procesamiento de Señal.
6.1. Aspectos Generales de los Sistemas.
6.2. Características de Prestación de las Antenas.
6.3. Calibración del Radar.
6.4. Estimación de la Matriz de Covariancia.
6.5. Variancia de las Estimaciones de los Elementos de la Matriz de Covariancia.
6.6. Estimación de la fase Específica Diferencial (K_{dp}).

7. Bases Polarimétricas para Caracterizar la Precipitación.
7.1. Lluvia
7.2. Precipitación Convectiva.
7.3. Precipitación Estratiforme.
7.4. Estimación de la Atenuación y de la Atenuación diferencial in Lluvia Usando Φ_{dp}.
7.5. Clasificación de los Hidrometeoros.

8. Estimación de la Tasa de Precipitación por medio del Radar.
8.1. Algoritmos de Estimación de la Tasa de Precipitación con Base Físicamente Paramétrica.
8.2. Algoritmos de Contenido de Agua de Lluvia con Base Físicamente Paramétrica.
8.3. Estructura de Error y Temas Prácticos relativos a los Algoritmos de Tasa de Precipitación Usando Z_h, Z_{dr} y K_{dp}.
8.4. Procedimientos Estadísticos para la Estimación de la Tasa de Precipitación.
8.5. Estimación con Radar de la Tasa de Precipitación Basada en Redes Neurales.
8.6. Aspectos Generales sobre la Estimación de la Tasa de Precipitación.

9. Radar Satelital
9.1 Particularidades de los radares orbitales. Complementaridad de los instrumentos. Aplicaciones.
9.2 Radar orbital monoestatico y biestatico. Radar de gran ancho de banda. Consideraciones estadisticas, Ruido.
9.3 Consideraciones de diseño. Tipos de antenas.
9.4 Radar de apertura sintetica.

Bibliografía

- **“Polarimetric Weather Doppler Radar: Principles and Applications”** por V. N. Bringi, V. Chandrasekar. Cambridge University Press. 2001.
- **“Doppler Radar & Weather Observations”** Por Richard J. Doviak, Dusan S. Zrnic. Academic Press. 1993.
- **“Weather Radar: Principles and Advanced Applications (Physics of Earth and Space Environments”** Por Peter Meischner (Editor). Springer–Verlag Berlin Heidelberg. 2004.
- **“Radar Handbook”** por M. Skolnik, 1990.
- **“Radar Signal Processing”** Mark Richards, (McGraw-Hill Electronic Engineering), 2005.
- Publicaciones de revistas especializadas con referato y congresos recientes.

Modalidad de evaluación: El examen sera estrictamente individual y contará con parte escrita y oral.