



**Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de los Lagos**

PROGRAMA DE ESTUDIO

1. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

Nombre de la materia

Microondas y Satélites

Clave de la materia:	Horas de teoría:	Horas de práctica:	Total de Horas:	Valor en créditos:
H0655	50	10	60	6

Tipo de curso:(Marque con una X)

C= curso	<input checked="" type="checkbox"/>	P= practica	<input type="checkbox"/>	CT = curso-taller	<input type="checkbox"/>	M= módulo	<input type="checkbox"/>	C= clínica	<input type="checkbox"/>	S= seminario	<input type="checkbox"/>
----------	-------------------------------------	-------------	--------------------------	-------------------	--------------------------	-----------	--------------------------	------------	--------------------------	--------------	--------------------------

Nivel en que ubica:(Marque con una X)

L=Licenciatura	<input checked="" type="checkbox"/>	P=Posgrado	<input type="checkbox"/>
----------------	-------------------------------------	------------	--------------------------

Prerrequisitos formales (Materias previas establecidas en el Plan de Estudios)	Prerrequisitos recomendados (Materias sugeridas en la ruta académica aprobada)
Campo electromagnético y ondas, Circuitos eléctricos	Conceptos de cálculo diferencial e Integral, Cálculo de Varias variables

Departamento:

DCET

Carrera:

Ingeniería en Electrónica y Computación, Ingeniería en Mecatrónica

Área de formación:

Área de formación básica común obligatoria.	<input type="checkbox"/>	Área de formación básica particular obligatoria.	<input type="checkbox"/>	Área de formación básica particular selectiva.	<input type="checkbox"/>	Área de formación especializante selectiva.	<input type="checkbox"/>	Área de formación optativa abierta.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
---	--------------------------	--	--------------------------	--	--------------------------	---	--------------------------	-------------------------------------	--------------------------	-------------------------------------

Historial de revisiones:

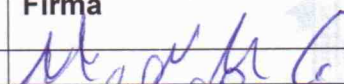

Acción: Revisión, Elaboración	Fecha:	Responsable
Diseño	20 de Enero de 2011	Dr. Fco. Gerardo Peña Lecona
Evaluación	29 de enero 2013	Roger Chiu Zarate

Academia:

Electrónica

Aval de la Academia:

29 de Enero de 2013

Nombre	Cargo	Firma
Dr. Miguel Mora González	Presidente	
Dr. Francisco Javier Casillas Rodríguez	Secretario	

2. PRESENTACIÓN

Con este curso se pretende tener una cobertura amplia de las comunicaciones por satélite, manteniendo la profundidad suficiente para sentar las bases para estudios más avanzados. Las matemáticas se utilizan como una herramienta descriptiva y para obtener los resultados numéricos. Para la primera parte se incluye información sobre INTELSAT y satélites de órbita polares, incluida la medioambiental, de búsqueda y rescate. Se abarcan los aspectos físicos entre otros temas como la órbita síncrona con el Sol. Se incluyen temas sobre antenas planas y arreglos de discos, incluyendo arreglos reflectores y la matriz de conmutación. Se incluye detalles adicionales sobre la banda C de recepción de señales de televisión. Se incluyen temas actuales tales como la televisión de alta definición (HDTV) y el sistema de comunicaciones móviles por satélites Iridium, que está ahora en funcionamiento.

3. OBJETIVO GENERAL

El alumno adquirirá conocimientos básicos en la tecnología de comunicaciones basadas en microondas y satélites, así como los aspectos físicos y matemáticos que permiten la aplicación de esta tecnología. Asimismo, el alumno será capaz de identificar los elementos que conforman los sistemas de comunicaciones basadas en microondas y satélites además de conocer las bandas empleadas y sus aplicaciones. Finalmente, el curso proporcionará al alumno un panorama actual acerca de los sistemas satelitales y las comunicaciones por microondas.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) El alumno tendrá una visión general acerca de los sistemas satelitales desde sus inicios hasta la época actual, así como acerca de la evolución de las comunicaciones en nuestro país.
- 2) El alumno conocerá los aspectos físicos y matemáticos acerca de la puesta en marcha de los satélites
- 3) El alumno identificará los aspectos relacionados con la órbita geoestacionaria
- 4) El alumno conocerá los problemas relacionados con la propagación de las microondas en la atmósfera
- 5) El alumno aprenderá lo que es la polarización de las ondas electromagnéticas
- 6) El alumno aprenderá los tipos de antenas y guías de onda aplicadas a las comunicaciones por microondas
- 7) El alumno conocerá los aspectos terrestres y espaciales que conforman el sistema de comunicación satelital
- 8) El alumno conocerá los tipos de señales tanto analógicas como digitales, así como los aspectos involucrados en las comunicaciones por microondas y satélites
- 9) El alumno aprenderá los aspectos relacionados con la televisión satelital así como de los servicios móviles y especializados

5. CONTENIDO

Temas y Subtemas

Capítulo 1. Visión general de los sistemas de satélites (2 horas)

- 1.1 Introducción
- 1.2 Servicios de asignaciones de frecuencia para satélite
- 1.3 INTELSAT
- 1.4 Domsats de Estados Unidos de Norteamérica
- 1.5 Satélites de órbita polar
- 1.6 Sistema Argos
- 1.7 Cospas-Sarsat

Capítulo 2. Órbitas y métodos de puesta en marcha de satélites (4 horas)

- 2.1 Introducción
- 2.2 Primera Ley de Kepler
- 2.3 Segunda Ley de Kepler
- 2.4 Tercera Ley de Kepler
- 2.5 Definiciones de términos para satélites orbital de la tierra
- 2.6 Elementos orbitales
- 2.7 Apogeo y Perigeo
- 2.8 Perturbaciones orbitales
 - 2.8.1 Efectos de la no esfericidad de la tierra
 - 2.8.2 Arrastre atmosférico
- 2.9 Órbitas inclinadas
 - 2.9.1 Calendarios
 - 2.9.2 Tiempo universal
 - 2.9.3 Calendario Juliano
 - 2.9.4 Tiempo sideral
 - 2.9.5 El plano orbital
 - 2.9.6 El sistema de coordenadas ecuatoriales geocéntrica
 - 2.9.7 Estación terrestre con referencia IJK
 - 2.9.8 El sistema de coordenadas de horizonte topocéntrico
 - 2.9.10 El punto subsatelital
 - 2.9.11 Predicción de la posición del satélite
 - 2.9.12 Tiempo Medio Local Solar (LMST) y órbitas Síncronas Solares (SSO)
 - 2.9.13 Tiempo estándar

Capítulo 3. Órbitas geoestacionarias (2 horas)

- 3.1 Introducción
- 3.2 Ajuste angular de la antena
- 3.3 Antena de montura polar
- 3.4 Límites de visibilidad
- 3.5 Órbita geoestacionaria cercana
- 3.6 Eclipse terrestre del satélite

- 3.7 Interrupción de tránsito solar
- 3.8 Lanzamiento orbital

Capítulo 4. La propagación de la onda de radio (2 horas)

- 4.1 Introducción
- 4.2 Pérdidas atmosféricas
- 4.3 Efectos de la ionosfera
- 4.4 Atenuación por la lluvia
- 4.5 Otras deficiencias de la propagación

Capítulo 5. Polarización (2 horas)

- 5.1 Introducción
- 5.2 Polarización de la antena
- 5.3 Polarización de la señal satelital
- 5.4 Discriminación de la polarización cruzada
- 5.5 Depolarización ionosférica
- 5.6 Depolarización por lluvia
- 5.7 Depolarización por nieve

Capítulo 6. Antenas (6 horas)

- 6.1 Introducción
- 6.2 Teorema de reciprocidad para antenas
- 6.3 Sistemas coordenados
- 6.4 Los campos de radiación
- 6.5 Densidad de flujo de potencia
- 6.6 El radiador isotrópico y ganancia de antena
- 6.7 Patrón de radiación
- 6.8 Ángulo sólido del haz y directividad
- 6.9 Apertura efectiva
- 6.10 Dipolo de media onda
- 6.11 Apertura de las antenas
- 6.12 Antenas de corneta
 - 6.12.1 Antenas de corneta cónica
 - 6.12.2 Antenas de corneta piramidal
- 6.13 El reflector parabólico
- 6.14 Desviación de la alimentación
- 6.15 Antenas de doble reflector
 - 6.15.1 Antena Cassegrain
 - 6.15.2 Antena Gregoriana
- 6.16 Sistemas en forma de reflexión
- 6.17 Arreglos
- 6.18 Antenas planares
- 6.19 Arreglos planares
- 6.20 Arreglos reflectores
- 6.21 Arreglos de conmutación

Capítulo 7. El segmento espacial (4 horas)

- 7.1 Introducción
- 7.2 La fuente de poder
- 7.3 Control de altitud
 - 7.3.1 Estabilización encadenada de satélites
 - 7.3.2 Estabilización del momento angular
- 7.4 Mantenimiento de la estación
- 7.5 Control térmico
- 7.6 Subsistema de Rastreo, Telemetría y Comandos (Tracking Telemetry and Commands TT&C)
- 7.7 Transponders
 - 7.7.1 Receptor de banda ancha
 - 7.7.2 El demultiplexor de entrada
 - 7.7.3 El amplificador de potencia
- 7.8 El subsistema de la antena
- 7.9 Morelos y SATMEX
- 7.10 Satélites Anik
- 7.11 Aeronaves avanzadas Tiros-N

Capítulo 8 El segmento de Tierra (3 horas)

- 8.1 Introducción
- 8.2 Sistemas de TV Caseras Solo-Recepción
 - 8.2.1 Unidad externa
 - 8.2.2 Unidad interna para TV analógica (FM)
- 8.3 Sistema maestro de antena para TV
- 8.4 Sistema comunitario de antena para TV
- 8.5 Estaciones terrestres de Transmisión-Recepción

Capítulo 9. Señales analógicas (3 horas)

- 9.1 Introducción
- 9.2 El canal telefónico
- 9.3 Telefonía de banda única
- 9.4 Telefonía FDM
- 9.5 Televisión a color
- 9.6 Modulación en frecuencia
 - 9.6.1 Limitadores
 - 9.6.2 Ancho de banda
 - 9.6.3 Detector de ruido FM y procesamiento de ganancia
 - 9.6.4 Razón señal a ruido
 - 9.6.5 Pre-énfasis y de-énfasis
 - 9.6.7 S/N y ancho de banda para telefonía FDM/FM
 - 9.6.8 Razón señal a ruido para TV/FM

Capítulo 10. Señales digitales (3 horas)

- 10.1 Introducción
- 10.2 Señales de banda base digital

- 10.3 Modulación por codificación de pulsos (PCM)
- 10.4 Multiplexado por división temporal (TDM)
- 10.5 Requerimientos de ancho de banda
- 10.6 Sistemas de portadora digital
 - 10.6.1 Modulación por desplazamiento de fase binario (PSK)
 - 10.6.2 Cuadratura de la modulación por desplazamiento de fase
 - 10.6.3 Tasa de transmisión y ancho de banda para modulación PSK
- 10.7 Circuitos para recuperación de portadora
- 10.8 Recuperación del tiempo de bit

Capítulo 11. Codificación de control de error (3 horas)

- 11.1 Introducción
- 11.2 Códigos lineales de bloque
- 11.3 Códigos cíclicos
 - 11.3.1 Códigos de Hamming
 - 11.3.2 Códigos BCH
 - 11.3.3 Códigos Reed-Solomon
- 11.4 Códigos por convolución
- 11.5 Interleaving
- 11.6 Códigos concatenados
- 11.7 Parámetros de acoplamiento afectados por la codificación
- 11.8 Ganancia de codificación
- 11.9 Decodificación de decisión dura y de decisión blanda
- 11.10 Capacidad de Shannon
- 11.11 Códigos turbo y códigos LDPC
- 11.12 Requerimiento automático de repetición

Capítulo 12. Acoplamiento espacial (5 horas)

- 12.1 Introducción
- 12.2 Potencia equivalente isotrópica radiada
- 12.3 Pérdidas de transmisión
 - 12.3.1 Transmisión de espacio libre
 - 12.3.2 Pérdidas del alimentador
 - 12.3.3 Pérdidas por desalineación de las antenas
 - 12.3.4 Pérdidas atmosféricas e ionosféricas fijas
- 12.4 Ecuación de la potencia de enlace
- 12.5 Ruido del sistema
 - 12.5.1 Ruido de la antena
 - 12.5.2 Ruido por temperatura del amplificador
 - 12.5.3 Amplificadores en cascada
 - 12.5.4 Factor de ruido
 - 12.5.5 Ruido por temperatura de redes de absorción
 - 12.5.6 Ruido por temperatura del sistema en general
- 12.6 Razón de portadora a ruido
- 12.7 El Uplink
 - 12.7.1 Densidad de flujo de saturación

- 12.7.2 Backoff de entrada
- 12.7.3 Estación terrestre HPA
- 12.8 Downlink
 - 12.8.1 Back-off de salida
 - 12.8.2 Salida del satélite TWTA
- 12.9 Efectos de la lluvia
 - 12.9.1 Margen de atenuación por lluvia ascendente
 - 12.9.2 Margen de atenuación por lluvia descendente
- 12.10 Razón C/N combinada ascendente y descendente
- 12.11 Ruido de intermodulación
- 12.12 Enlaces intersatelitales

Capítulo 13. Interferencia (4 horas)

- 13.1 Introducción
- 13.2 Interferencia entre circuitos satelitales (modos B1 y B2)
 - 13.2.1 Desconexión
 - 13.2.2 Conexión
 - 13.2.3 Combinación C/I debido a la interferencia en ambas conexión y desconexión
 - 13.2.4 Función de ganancia de la antena
 - 13.2.5 Interferencia pasa-banda
 - 13.2.6 Características de transferencia del receptor
 - 13.2.7 Objetivos de interferencia específica
 - 13.2.8 Razón de protección
- 13.3 Energía dispersa
- 13.4 Coordinación
 - 13.4.1 Niveles de interferencia
 - 13.4.2 Ganancia de transmisión
 - 13.4.3 Rizo resultante del ruido térmico
 - 13.4.4 Criterio de coordinación
 - 13.4.5 Densidad espectral de la potencia del ruido

Capítulo 14. Acceso satelital (6 horas)

- 14.1 Introducción
- 14.2 Acceso simple
- 14.3 FDMA preasignado
- 14.4 FDMA asignado por demanda
- 14.5 Sistema de espada
- 14.6 Operación de amplificación para banda limitada y potencia limitada TWT
 - 14.6.1 Análisis de desconexión FDMA
- 14.7 TDMA
 - 14.7.1 Bus de referencia
 - 14.7.2 Preámbulo y postámbulo
 - 14.7.3 Recuperación de la portadora
 - 14.7.4 Sincronización de red
 - 14.7.5 Detección de palabra única

- 14.7.6 Tráfico de datos
- 14.7.7 Eficiencia del marco y capacidad del canal
- 14.7.8 TDMA preasignado
- 14.7.9 TDMA asignado por demanda
- 14.7.10 Interpolación y predicción del discurso
- 14.7.11 Análisis de desconexión para transmisiones digitales
- 14.7.12 Comparación de los requerimientos de encendido para FDMA y

TDMA

- 14.8 Procesamiento de señal en tablero para operación FDMA/TDM
- 14.9 Conmutación satelital TDMA
- 14.10 Acceso múltiple por división de código
 - 14.10.1 Espectro ensanchado por secuencia directa
 - 14.10.2 La señal código $c(t)$
 - 14.10.3 Rastreo y adquisición
 - 14.10.4 Ensanchamiento y estrechamiento del espectro
 - 14.10.5 Colocación de CDMA

Capítulo 15. Redes satelitales (5 horas)

- 15.1 Introducción
- 15.2 Ancho de banda
- 15.3 Fundamentos de redes
- 15.4 Modo de transferencia asíncrono (ATM)
 - 15.4.1 Capas ATM
 - 15.4.2 Redes e interfases ATM
 - 15.4.3 Celda y encabezado de ATM
 - 15.4.4 Conmutación ATM
 - 15.4.5 Circuitos virtuales permanentes y de conmutación
 - 15.4.6 Ancho de banda ATM
 - 15.4.7 Calidad de servicio
- 15.5 ATM sobre satélite
- 15.6 El Internet
- 15.7 Capas de internet
- 15.8 Enlace TCP
- 15.9 Enlaces satelitales y TCP
- 15.10 Realce del TCP con canales satelitales usando mecanismos estándar (RFC-2488)
- 15.11 Petición de comentarios
- 15.12 División de conexiones TCP
- 15.13 Canales asimétricos
- 15.14 Sistemas propuestos

Capítulo 16. Sistema de televisión satelital DBS (Direct Broadcast Satellite) (3 horas)

- 16.1 Introducción
- 16.2 Espaciamiento orbital
- 16.3 Taza de potencia y número de transponders

- 16.4 Frecuencias y polarización
- 16.5 Capacidad del transponder
- 16.6 Tazas de bits para televisión digital
- 16.7 Estándares de compresión MPEG
- 16.8 Corrección de errores hacia adelante
- 16.9 La unidad de recepción casera externa (ODU)
- 16.10 La unidad de recepción casera interna (IDU)
- 16.11 Análisis de desconexión
- 16.12 Conexión
- 16.13 Televisión de alta definición (HDTV)
 - 16.13.1 Displays HDTV
- 16.14 Ancho de banda de video

Capítulo 17. Servicios de satélite móvil y especializados (3 horas)

- 17.1 Introducción
- 17.2 Servicios de satélite móvil
- 17.3 VSAT
- 17.4 Radarsat
- 17.5 Sistemas satelitales de posicionamiento global (GPS)
- 17.6 Orbcomm
- 17.7 Iridium

6. TAREAS, ACCIONES Y/O PRÁCTICAS DE LABORATORIO

I. Se realizarán las prácticas de laboratorio haciendo uso del sistema de microondas del PASCO scientific WA-9314B siguientes:

- 1) Introducción al sistema
- 2) Reflexión de microondas
- 3) Microondas estacionarias
- 4) Refracción de microondas a través de un prisma
- 5) Polarización
- 6) Interferencia por doble rendija
- 7) Espejo de Lloyd con microondas
- 8) Interferómetro Fabry-Perot con microondas
- 9) Interferómetro de Michelson con microondas
- 10) Fibras ópticas
- 11) Ángulo de Brewster
- 12) Difracción de Bragg

II. Se realizarán las prácticas de captura de imágenes satelitales meteorológicas mediante la construcción de una antena y el uso de un software para procesamiento de señales analógicas.

7. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA(Preferentemente ediciones recientes, 5 años)

1	G. Maral and M. Bousquet, Satellite Communications Systems, 5th ed., John Wiley, 2009.
---	--

8. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA (Preferentemente ediciones recientes, 5 años)

1	Dennis Roddy, <i>Satellite Communications</i> , 4th ed., McGraw-Hill, 2006.
2	A.K. Maini and V. Agrawal, <i>Satellite Technology</i> , John Wiley and Sons, 2007.
3	B. Elbert, <i>Introduction to Satellite Communication</i> , 3rd ed., Artech House, 2008.
4	Argos. 2005. www.argosinc.com/documents .
5	Cospas-Sarsat, at http://www.cospas-sarsat.org/
6	Information Services, Department of Communications. Intelsat, at http://www.intelsat.com/
7	Lilly, C. J. 1990. "INTELSAT's New Generation." <i>IEE Review</i> , Vol. 36, No. 3, March.
8	Pritchard, W. L. 1984. "The History and Future of Commercial Satellite Communications." <i>IEEE Commun. Mag.</i> , Vol. 22, No. 5, May, pp. 22–37.
9	Reinhart, E. E. 1990. "Satellite Broadcasting and Distribution in the United States." <i>Telecommun. J.</i> , Vol. 57, No. V1, June, pp. 407–418.
10	Sachdev, D. K., P. Nadkarni, P. Neyret, L. R. Dest, K. Betaharon, and W. J. English. 1990. "INTELSAT V11: A Flexible Spacecraft for the 1990s and Beyond." <i>Proc. IEEE</i> , Vol. 78, No. 7, July, pp. 1057–1074.
11	Scales, W. C., and R. Swanson. 1984. "Air and Sea Rescue via Satellite Systems." <i>IEEE Spectrum</i> , March, pp. 48–52.
12	Bate, R. R., D. D. Mueller, and J. E. White. 1971. <i>Fundamentals of Astrodynamics</i> . Dover, New York.
13	Celestrak, at http://celestrak.com/NORAD/elements/noaa.txt .
14	Thompson, Morris M. (editor-in-chief). 1966. <i>Manual of Photogrammetry</i> , 3d ed., Vol. 1. American Society of Photogrammetry, New York.
15	Brussard, G., and D. V. Rogers. 1990. "Propagation Considerations in Satellite Communication Systems." <i>Proc. IEEE</i> , Vol. 78, No. 7, July, pp. 1275–1282.
16	CCIR Report 263-5. 1982. "Ionospheric Effects upon Earth-Space Propagation." <i>15th Plenary Assembly</i> , Vol. VI, Geneva, pp. 124–146.
17	Miya, K. (ed.). 1981. <i>Satellite Communications Technology</i> . KDD Engineering and Consulting, Japan.
18	Ippolito, L. J. 1986. <i>Radiowave Propagation in Satellite Communications</i> . Van Nostrand Reinhold, New York.
19	Balanis, C. 1982. <i>Antenna Theory Analysis and Design</i> . Harper & Row, New York.
20	Brain, D. J., and A. W. Rudge. 1984. "Electronics and Power." <i>J. of the IEEE</i> , Vol. 30, No. 1, January, pp. 51–56.
21	Brown, R. E. 1998. "RF-MEMS Switches for Reconfigurable Integrated Circuits." <i>IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques</i> , Vol. 46, No. 11, November, pp. 1868–1880.
22	Sachdev, D. K., P. Nadkarni, P. Neyret, L. R. Dest, K. Betaharon, and W. J. English. 1990. "INTELSAT V11: A Flexible Spacecraft for the 1990s and Beyond." <i>Proc. IEEE</i> , Vol. 78, No. 7, July, pp. 1057–1074.
23	Scales, W. C., and R. Swanson. 1984. "Air and Sea Rescue via Satellite Systems." <i>IEEE Spectrum</i> , March, pp. 48–52.

24	Olver, A. D. 1992. "Corrugated Horns." <i>Electron. Commun. Eng. J.</i> , Vol. 4, No. 10, February, pp. 4–10.
25	<i>Microw. Theory and Tech.</i> , Vol. 45, No. 6, June, pp. 963–969 (vertambién www.ece.uci.edu/rfmems/publications/papers-pdf/J005.PDF).

9. CRITERIOS Y MECANISMOS PARA LA ACREDITACION

Evaluaciones parciales, trabajos de investigación y exposiciones de temas

10. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

Unidad de Competencia:	Porcentaje:
Evaluaciones parciales y trabajos de investigación	65%
Examen Departamental	35%