



Universidad de Guadalajara

Ingeniería en Electrónica y Computación

1. INFORMACIÓN DEL CURSO

Denominación: Microondas y Satélites	Tipo: CT Curso Taller	Nivel: Superior
Área de formación: (básica común obligatoria, selectiva, optativa, especializante, etc.) Especializante Selectiva TELECOMUNICACIONES	Modalidad: <input type="checkbox"/> Mixta <input type="checkbox"/> En línea Mixta	Prerrequisitos: Ninguno
Horas: _Teoría; <u>48</u> Práctica; <u>16</u> Totales:64	Créditos: 7	CNR:
Elaboró: Ing. César Alfredo Gómez Quintero		Fecha de actualización o elaboración: 26 de abril de 2017

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.

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
-

ENRIQUE DÍAZ DE LEÓN 1144 COL. PASEOS DE LA MONTAÑA, LAGOS DE MORENO, JALISCO.
Tel. y Fax: + 52 (474) 742 36 78 y 742 43 14
www.lagos.udg.mx



4. 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 parasatélite
- 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 coordinados

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 reflección

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 defase
 - 10.6.3 Taza 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 conexiones 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
- TDMA 14.7.12 Comparación de los requerimientos de encendido para FDMA y TDM
- 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 deconmutación
 - 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 Tasas 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

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

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

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

- | | |
|----|---|
| 1 | Dennis Roddy, Satellite Communications, 4th ed., McGraw-Hill, 2006. |
| 2 | A.K. Maini and V. Agrawal, Satellite Technology, John Wiley and Sons, 2007. |
| 3 | B. Elbert, Introduction to Satellite Communication, 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 (ver también www.ece.uci.edu/rfmems/publications/papers-pdf/J005.PDF).

7. CRITERIOS Y MECANISMOS PARA LA ACREDITACION

Evaluaciones parciales, trabajos de investigación y exposiciones de temas

8. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

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