

CENTROS REGIONALES DE FORMACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPACIALES
(AFILIADOS A LAS NACIONES UNIDAS)

Comunicaciones por satélite

Plan de estudios



Naciones Unidas

CENTROS REGIONALES DE FORMACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPACIALES
(AFILIADOS A LAS NACIONES UNIDAS)

Comunicaciones por satélite

Plan de estudios

Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre
Oficina de las Naciones Unidas en Viena



Naciones Unidas, 2003

Prefacio

Los sistemas de comunicaciones por satélite han sufrido un cambio radical en los últimos años, ya que se ha producido una transición de una tecnología dominada por gobiernos y satélites geoestacionarios a una tecnología de sistemas de satélites de la órbita terrestre baja y la órbita terrestre mediana explotados por empresas de propiedad pública. Los nuevos sistemas utilizan haces de antenas múltiples que forman en la superficie de la Tierra células similares a las utilizadas por los sistemas de telefonía celular terrestres y son capaces de transportar diversos tipos de tráfico, desde el de voz hasta el de Internet.

Los satélites de comunicaciones son estaciones de radioenlace en el espacio. Cumplen esencialmente la misma función que las torres de microondas que pueden verse a los costados de las autopistas. Los satélites reciben señales de radio transmitidas desde la superficie, las amplifican y las retransmiten a la superficie. Dado que los satélites están situados a gran altitud, pueden “ver” gran parte de la Tierra. Esto les da su principal ventaja en materia de comunicaciones; la capacidad de cubrir superficies amplias.

Los sistemas de satélites de comunicaciones se componen de varios segmentos diferentes, a saber, un segmento espacial, un segmento de control terrestre, y equipo de infraestructura terrestre. El segmento espacial contiene satélites que actúan a modo de nodos en el espacio, enviando la señal de comunicación de un terminal terrestre a un punto de destino final o intermedio en la superficie de la Tierra. El segmento de control terrestre es el encargado de vigilar el buen estado y condición de cada satélite así como de mantener a los satélites en sus correspondientes ubicaciones en el espacio. El equipo de infraestructura controla el aspecto de enlace de todo el sistema de comunicaciones, registrando la duración de una sesión de comunicación a los efectos de la facturación y asignando canales de comunicaciones a los diversos usuarios.

Índice

	<i>Página</i>
Prefacio	iii
Notas explicativas	v
Introducción	1
Establecimiento de los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales	2
Reunión de expertos de las Naciones Unidas sobre los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales: situación actual y evolución futura .	3
Plan de estudios sobre comunicaciones por satélite	4
Examen del plan de estudios vigente	4
Plan de estudios revisado para el curso sobre comunicaciones por satélite	6
 Anexos	
I. Programa de estudio de los tres primeros cursos	13
II. Materiales de enseñanza recomendados	25

Notas explicativas

ABR	amplificador de bajo ruido
AIR	All India Radio
AMDC	acceso múltiple por división de código
AMDT	acceso múltiple por división en el tiempo
AMEE	acceso múltiple por ensanchamiento de espectro
APT	Telecomunidad de Asia y el Pacífico
BER	factor de error binario
CEM	compatibilidad electromagnética
CISC	computadora con juego de instrucciones complejo
C/kT	densidad de ruido de portadora a receptor
C/N	(relación) portadora a ruido
DAMA	acceso múltiple con designación por demanda
DBS	satélite de transmisión directa
DCT	transformación discreta en coseno
DECU	Dependencia de Comunicación Educativa y para el Desarrollo
DFT	transformada discreta de Fourier
DMA	acceso directo a la memoria
DOE	Departamento de Electrónica
DOS	sistema operativo de disco
DOT	Departamento de Telecomunicaciones
DSDB	difusión de sonido y datos digitales
DSP	procesamiento de las señales digitales
DTH	recepción directa por los usuarios
DVB	radiodifusión de señales digitales de vídeo
EBC	enseñanza basada en computadora
EMI	interferencia electromagnética
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación
FFT	transformación de Fourier rápida
FIR	respuesta impulsiva finita
GEO	órbita terrestre geosíncrona
GPS	sistema mundial de determinación de la posición
G/T	relación ganancia/temperatura de ruido del sistema de una antena
HDTV	televisión de alta definición
HPA	amplificador de gran potencia
IIR	respuesta impulsiva infinita
IMD	Departamento de Meteorología de la India
IMT	telecomunicaciones móviles internacionales
INSAT	Sistema Nacional de Satélites de la India

I/O	entrada/salida
IP	protocolo Internet
ISO	Organización Internacional de Normalización
JDCP	proyecto sobre comunicaciones para el desarrollo de Jhabua
KCP	proyecto sobre comunicaciones de Kheda
LEO	órbita terrestre baja
MCPP	múltiples canales por portadora
MEO	órbita terrestre mediana
MF	modulación de frecuencia
MIC	circuito integrado para microondas
MPEG	Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento
MTA	modo de transmisión asíncrono
NICNET	Red de Centros Nacionales de Informática
NOAA	Organismo Nacional para el Estudio de los Océanos y la Atmósfera
OBP	procesamiento a bordo
PIRE	potencia isotópica radiada equivalente
PTI	Fondo fiduciario para la prensa de la India
RAL	red de área local
RDSI	red digital de servicios integrados
RFI	interferencia radioeléctrica
RISC	computadora de conjunto de instrucciones reducido
SCAO	sistema de corrección de actitud y de órbita
SFS	servicio fijo por satélite
SITE	experimento de enseñanza por televisión vía satélite
SMS	servicio móvil por satélite
S/N	(relación) señal/ruido
SNG	captación de noticias por satélite
SRM	servicio de radiodifusión multimedia
SRS	servicio de radiodifusión por satélite
TCP/IP	protocolo de control de transmisión/protocolo Internet
TDCC	Canal de Comunicaciones para la Capacitación y el Desarrollo
TDM	multiplexación en tiempo repartido
TRM	telemetría, rastreo y mando
TVMF	televisión con modulación de frecuencia
TVRU	sistema de televisión con recepción únicamente
UGC	Comisión de Becas Universitarias
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
USCP	un solo canal por portadora
VHRR	radiómetro de muy alta resolución
VSAT	terminal de muy pequeña apertura

Introducción

La formación en ciencia y tecnología espaciales es una actividad que puede desarrollarse a los niveles elemental, secundario y universitario. Las naciones presentes en el espacio han introducido elementos de ciencia y tecnología espaciales en los planes de estudio vigentes a esos niveles. Tal innovación no ha tenido lugar en muchos países en desarrollo, en parte porque no se valoran lo suficiente las ventajas de esa ciencia y tecnología, y en parte por no haber progresado aún satisfactoriamente los medios y recursos destinados a la enseñanza de la ciencia y la tecnología en las instituciones docentes. La formación en ciencia y tecnología espaciales ha adquirido un carácter intensamente interactivo en los países desarrollados; la World Wide Web y otras tecnologías de la información se han convertido en útiles instrumentos de programas de enseñanza a todos los niveles.

La incorporación de elementos de ciencia y tecnología espaciales en los planes de estudio de ciencias a nivel universitario puede servir a una doble finalidad en los países desarrollados y los países en desarrollo. Puede permitir a todos ellos aprovecharse de las ventajas que brindan las nuevas tecnologías, ventajas que, en muchos casos, son frutos indirectos de la ciencia y tecnología espaciales. Puede dar nuevo impulso al sistema educativo, introducir las concepciones de la alta tecnología en forma no esotérica y contribuir a la creación de capacidad nacional en el ámbito científico y tecnológico en general. A este respecto, Lewis Pyenson subrayó en su reciente obra titulada *Servants of Nature*¹ que:

“La descentralización geográfica y la innovación interdisciplinaria se han convertido en consignas de la ciencia de tradición académica. El procesamiento electrónico de la información hace hasta cierto punto innecesaria la presencia de un científico o especialista en un antiguo centro de enseñanza. Las universidades se han adaptado por doquier a las nuevas circunstancias socioeconómicas ampliando sus planes de estudio. Siempre han respondido de la misma manera, aunque nunca tan rápidamente como desearían sus críticos. La innovación mesurada y deliberada es uno de los pesados fardos que soporta el mundo académico. Es también una gran virtud. Los campos del conocimiento nacientes sólo se convierten en nuevas disciplinas científicas una vez que han encontrado un lugar seguro en las universidades. A ellas tornamos la mirada en espera de una opinión docta sobre las últimas innovaciones. Las nuevas ideas científicas surgen en contextos variados, pero sólo se convierten en patrimonio común de la humanidad cuando son procesadas por una institución de enseñanza superior como la universidad moderna.”

Tanto en los países en desarrollo como en los países desarrollados, la enseñanza de las ciencias a nivel universitario plantea múltiples dificultades, aunque éstas son de mayor magnitud en los países en desarrollo. El problema general con que tropieza la enseñanza de las ciencias es que los estudiantes no pueden contemplar ni percibir los fenómenos que se explican, lo que suele traducirse en incapacidad para aprender principios básicos y comprender las relaciones existentes entre dos o más conceptos y su importancia práctica para las dificultades de la vida real. A esos problemas se añade la falta de capacidad en los aspectos conexos de las matemáticas así como lo concerniente a estrategias de solución de problemas. Hay también dificultades lingüísticas en los países en que la enseñanza de las ciencias se efectúa en una

lengua distinta de la nacional. Los países desarrollados han superado, a lo largo de los años, la mayor parte de los problemas básicos, salvo tal vez un problema psicológico, concretamente el de que los estudiantes vean en la ciencia una materia difícil. En cambio, en los países en desarrollo subsisten aún problemas fundamentales agravados por el hecho de que no hay suficiente personal docente académica y profesionalmente bien capacitado.

Establecimiento de los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales

La Asamblea General hizo suya, en su resolución 45/72 del 11 de diciembre de 1990, la recomendación del Grupo de Trabajo Plenario de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos, en la forma aprobada por la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, de que las Naciones Unidas tomaran la iniciativa, con el apoyo activo de sus organismos especializados y otras organizaciones internacionales, de establecer centros regionales de capacitación en ciencia y tecnología espaciales en instituciones educativas nacionales o regionales que ya existan en los países en desarrollo (A/AC.105/456, anexo II, inciso n) del párr. 4).

La Asamblea General hizo también suya, en el párrafo 30 de su resolución 50/27 del 6 de diciembre de 1995, la recomendación de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos para que esos centros se establecieran lo antes posible sobre la base de su afiliación a las Naciones Unidas, la cual proporcionaría a los centros el reconocimiento necesario y aumentaría las posibilidades de atraer donantes y establecer relaciones académicas con instituciones nacionales e internacionales relacionadas con el espacio.

Se han creado centros regionales en la India, para la región de Asia y el Pacífico, en Marruecos y Nigeria, para la región de África, en el Brasil y México, para la región de América Latina y el Caribe, y en Jordania, para la región de Asia Occidental bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas de aplicaciones de la tecnología espacial, ejecutado por la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre (A/AC.105/749). El objetivo de esos centros es acrecentar la capacidad de los Estados Miembros, a nivel regional e internacional, en las diferentes disciplinas de la ciencia y la tecnología espaciales que tengan posibilidades de promover su desarrollo, científico, económico y social. Cada uno de los centros imparte programas de enseñanza de posgrado, investigación y aplicaciones que prestan atención especial a la teleobservación, las comunicaciones por satélite, la meteorología por satélite y la ciencia espacial para docentes universitarios así como para científicos dedicados a la investigación y las aplicaciones. En todos los centros se imparten cursos de nueve meses a nivel de posgrado (de teleobservación, comunicaciones por satélite, aplicaciones meteorológicas de los satélites, y ciencias del espacio y la atmósfera) basados en los planes de estudio modelo resultantes de la Reunión de expertos Naciones Unidas/España sobre la elaboración de planes de estudio para los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales, celebrada en Granada (España) en 1995. Desde ese mismo año estos planes de estudio (A/AC.105/649 y <http://www.oosa.unvienna.org/SAP/centres/centres.htm>) son objeto de disertaciones y exámenes en reuniones regionales e internacionales con fines de formación.

La Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (UNISPACE III), celebrada en Viena en julio de 1999, recomendó que se estableciera colaboración entre los centros regionales y otras organizaciones nacionales, regionales e internacionales con el fin de potenciar los elementos componentes de sus respectivos planes de estudio². En su resolución 54/68 del 6 de diciembre de 1999, la Asamblea General hizo suya la resolución de UNISPACE III titulada “El milenio espacial: la Declaración de Viena sobre el Espacio y el Desarrollo Humano”, en la que se recomendaban medidas encaminadas a asegurar mecanismos de financiación sostenible de los centros regionales³.

Reunión de expertos de las Naciones Unidas sobre los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales: situación actual y evolución futura

La Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de la Secretaría organizó, en cooperación con la Agencia Espacial Europea (ESA), la Reunión de expertos de las Naciones Unidas sobre los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales: situación actual y evolución futura, que se celebró del 3 al 7 de septiembre de 2001 en Frascati (Italia). Fue anfitrión de la misma el Instituto Europeo de Investigaciones Espaciales de la ESA en Frascati.

La citada reunión examinó la situación en lo relativo al establecimiento y actividades de los centros regionales con miras a acrecentar la cooperación entre ellos. Su principal objetivo fue pasar revista y actualizar los planes de estudio a nivel universitario y en los distintos ámbitos culturales sobre cuatro disciplinas: teleobservación, meteorología por satélite, comunicaciones por satélite y ciencia del espacio. La reunión tuvo en cuenta que la formación varía apreciablemente de un país a otro e incluso entre las instituciones de un mismo país, lo que da lugar a divergencias entre los planes de estudio de la ciencia y la tecnología espaciales en lo que respecta al contenido de los cursos y las modalidades de presentación. La reunión hizo observar que el modelo de plan de estudio (A/AC.105/649) había contribuido a resolver esos problemas.

La reunión constituyó cinco grupos de trabajo encargados de los siguientes temas concretos y del respectivo plan de formación: a) cuestiones de gestión de los centros; b) teleobservación; c) meteorología por satélite; d) comunicaciones por satélite; y e) ciencia del espacio. Los grupos de trabajo aprovecharon para su labor los conocimientos y competencia de los participantes, teniendo en cuenta a la vez los resultados de los anteriores cursos de nueve meses a nivel de posgrado, en particular los organizados desde 1996 en el Centro de Formación en Ciencia y Tecnología Espaciales para Asia y el Pacífico y, desde 1998, en el Centro Regional Africano de Ciencia y Tecnología Espaciales, institución francófona, y en el Centro Regional Africano de Formación en Ciencia y Tecnología Espaciales, institución anglófona.

La reunión, sirviéndose de sus grupos de trabajo, actualizó los cuatro planes de estudio y elaboró programas de cursos que se distinguen de la mayoría de los que existen en la literatura sobre la materia y en la World Wide Web. Sus fundamentos son la física, las matemáticas y la ingeniería tal como se enseñan en numerosas universidades de todo el mundo. No están concebidos a la medida de ningún proyecto o misión espaciales concretos que puedan haber sido o ser ejecutados por una institución determinada.

Plan de estudios sobre comunicaciones por satélite

En el presente capítulo figuran las deliberaciones del grupo de trabajo sobre comunicaciones por satélite establecido con ocasión de la celebración de la Reunión de expertos de las Naciones Unidas sobre los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales: situación actual y evolución futura. El grupo de trabajo examinó los planes de estudios de los cursos que se habían celebrado en el Centro de Formación en Ciencia y Tecnología Espaciales para Asia y el Pacífico (anexo I) y elaboró un esbozo amplio de los temas que debían formar parte del plan de estudios sobre comunicaciones por satélite.

El grupo estimó que los detalles de cada uno de los temas, así como la determinación de su alcance, debían correr por cuenta de cada centro regional. Mediante la enseñanza y la investigación especializadas, cada centro regional debía ayudar a los Estados miembros participantes a adquirir una mayor capacidad de desarrollo y transmisión de conocimientos en materia de comunicaciones por satélite. Esa labor debía realizarse con miras a mejorar las capacidades autóctonas nacionales y regionales relativas a la utilización de la tecnología de las comunicaciones por satélite para el desarrollo sostenible.

Examen del plan de estudios vigente

El grupo de trabajo examinó el plan de estudios que se había utilizado para los cursos de posgrado en comunicaciones por satélite primero, segundo y tercero, celebrados en el Centro de Formación en Ciencia y Tecnología Espaciales para el Asia y el Pacífico del 1º de enero de 1997 al 30 de septiembre de 1998, del 1º de julio de 1999 al 31 de marzo de 2000, y del 1º de agosto de 2001 al 30 de abril de 2002, respectivamente. La duración de los cursos había sido de 39 semanas consistentes en 35 semanas de trabajo de curso, incluidas 10 semanas para la preparación de un proyecto piloto, y 4 semanas de visitas a diversas instalaciones de comunicaciones por satélite. Una vez terminado el curso, los participantes ejecutaban proyectos piloto de un año de duración en sus países de origen.

En el cuadro 1 figuran los módulos para los tres cursos.

Cuadro 1

Módulos para el plan de estudios sobre comunicaciones por satélite

<i>Módulo</i>	<i>Temas</i>	<i>Duración en semanas</i>
0	Curso de orientación	1
1	Sistemas de comunicaciones y procesamiento de señales digitales	5
2	Sistemas de comunicaciones por satélite	6
3	Tecnología de la estación terrestre	3
4	Radiodifusión mediante la utilización de satélites de comunicaciones	3
5	Aplicaciones y tendencias de las comunicaciones por satélite	3
6	Sistemas de satélites de comunicaciones operacionales	1
7	Cuestiones relativas a la planificación de redes, la gestión y la explotación de sistemas de comunicaciones por satélite	1
8	Comunicaciones por satélite para el desarrollo, la educación y la capacitación	2
9	Proyectos piloto	10
Duración total		35

Los cursos tuvieron lugar durante cinco días a la semana y consistieron en ocho sesiones de 45 minutos por día. En el cuadro 2 figura un desglose por módulo y tipo de capacitación.

Cuadro 2

Desglose del plan de estudios por módulo y tipo de capacitación

<i>Tipo de capacitación</i>	<i>Módulo</i>								
	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Clases magistrales	40	138	120	46	42	62	30	20	32
Ejercicios prácticos		54	48	28	48	28			20
Visitas			24	24	12	16			24
Biblioteca			24	12	8	4	10	20	4
Exámenes y pruebas en clase		8	24	10	10	10			
Total	40	200	240	120	120	120	40	40	80

Nota: Los números indican sesiones de 45 minutos.

Plan de estudios revisado para el curso de comunicaciones por satélite

Objetivos

Los objetivos concretos del curso son los siguientes:

- a) Desarrollar la pericia de profesores universitarios, investigadores, profesionales de las telecomunicaciones, personal gubernamental y otros en la esfera de las comunicaciones por satélite y sus aplicaciones en las esferas de radiodifusión, telecomunicaciones, atención de la salud, educación, gestión de actividades en casos de desastre, etc.;
- b) Prestar asistencia en la preparación de proyectos de comunicaciones por satélite, definiendo la política pertinente y estableciendo sistemas de comunicaciones;
- c) Desarrollar capacidad para la utilización de sistemas operacionales e integrar los progresos de la tecnología de las comunicaciones en las actividades diarias;
- d) Prestar asistencia en la promoción de la cooperación intrarregional e interregional para la utilización de la tecnología de las comunicaciones y la ampliación de su alcance;
- e) Promover e intensificar la toma de conciencia acerca de los beneficios de las tecnologías de las comunicaciones por satélite para mejorar la calidad de vida.

Estructura del plan de estudios

Las comunicaciones por satélite son el medio más eficaz para entablar contacto con el mundo entero y aunar a las naciones en lo que se describe como la “aldea mundial”. Es contra este telón de fondo que el curso debe aportar a participantes de países en desarrollo la capacidad de reconocer plenamente el potencial de la tecnología.

El curso se compondrá de 11 módulos (incluido un módulo de orientación), cada uno de los cuales abarcará esferas concretas de las comunicaciones por satélite (teoría, tecnología y aplicaciones). La duración del curso será de nueve meses, consistentes en 35 semanas de cursos y cuatro semanas de visitas a establecimientos de comunicaciones por satélite, seguidos por un año de trabajo en un proyecto piloto en el país de origen del participante. En el cuadro 3 se indican los temas abarcados en los módulos y la duración de los mismos.

Cuadro 3
Módulos del curso

<i>Módulo N°</i>	<i>Temas</i>	<i>Número de semanas</i>
0	Curso de orientación	1
1	Sistemas de comunicaciones y procesamiento de señales digitales	5
2	Sistemas de comunicaciones por satélite	5
3	Tecnología de la estación terrestre	3
4	Transmisión, multiplexado y acceso múltiple	2
5	Radiodifusión mediante satélites de telecomunicaciones	2
6	Aplicaciones y tendencias de las comunicaciones por satélite	3
7	Sistemas de satélites de telecomunicaciones operacionales	1
8	Cuestiones relativas a la planificación de redes, la gestión y la explotación de sistemas de comunicaciones por satélite	1
9	Comunicaciones por satélite para el desarrollo, la educación y la capacitación	2
10	Proyectos piloto	10
Duración total		35

Las clases magistrales constituirán un 40% del total de clases y los ejercicios prácticos un 60%.

Equipo e instalaciones

Las necesidades mínimas de equipo e instalaciones son las siguientes:

- Computadoras personales multimedia de alto rendimiento
- Programa informático MATLAB
- Analizador de espectro
- Generador de señales
- Analizador de la red
- Contador eléctrico
- Frecuencímetro
- Sistema en línea de transmisión por microondas
- Banco óptico
- Transpondedor o simulador de satélite

Estación terrestre con funciones transmisoras y receptoras (es decir, el requisito mínimo sería una terminal de muy pequeña apertura (VSAT))

Traductor de buque de prueba

Aparato de prueba de factor de error binario

Sistema de recepción de televisión solamente (RTUS)

Plan de estudios revisado

Módulo 0: Curso de orientación

0.1 Introducción al curso

0.2 Introducción a actividades y datos específicos del centro regional

0.3 Aptitudes de comunicación (orales, escritas, disertación, debate de grupo)

0.4 Introducción al medio local (idioma, perspectiva geográfica, sistema social, etc.)

Módulo 1: Sistemas de comunicaciones

1.1 Principios relativos a las comunicaciones y al establecimiento de redes

1.1.1 Clases magistrales

Panorama general de las telecomunicaciones

Principios de la teoría de la información

Principios de modulación y codificación

Teoría y técnicas de microondas

Comunicaciones ópticas

Principios relativos al establecimiento de redes y a los protocolos

1.1.2 Sesiones de laboratorio

Simulaciones de MATLAB y experimentos con equipo informático

1.2 Procesamiento de señales digitales

1.2.1 Clases magistrales

Sistemas y señales de tiempo discretos

Muestreo de señales de tiempo continuas

Transformada Z

Transformada discreta de Fourier

Estructura para sistemas de tiempo discretos

Técnicas de diseño de filtros

Ejemplos de subsistemas basados en el procesamiento de señales digitales para comunicaciones por satélite

1.2.2 Ejercicios de laboratorio dirigidos

Ejercicios basados en MATLAB

- Módulo 2: Sistemas de comunicaciones por satélite
- 2.1. Clases magistrales
- Introducción a las comunicaciones por satélite
 - Órbitas satelitales
 - Configuraciones satelitales
 - Vehículos de lanzamiento y lanzamiento de satélites
 - Medio espacial
 - Fiabilidad
 - Subsistemas de plataformas de satélites
 - Carga útil de comunicaciones (transparente y de procesamiento a bordo)
 - Enlaces de comunicaciones por satélite
 - Bandas de frecuencia para comunicaciones por satélite
 - Interferencia electromagnética, compatibilidad electromagnética, interferencia de radiofrecuencia
 - Efectos de propagación en los enlaces de comunicaciones por satélite
- 2.2 Experimentos y demostraciones
- Cálculos de los parámetros de enlace, incluidos modelos de propagación real
 - Demostración mediante simulador de satélite
 - Simulaciones de órbita y huella
- Módulo 3: Tecnología de la estación terrestre
- 3.1 Clases magistrales
- Estación terrestre de comunicaciones por satélite: panorama general
 - Tecnología de los subsistemas de la estación terrestre
 - Consideraciones relativas al diseño y a la construcción de la estación terrestre
 - Normas relativas a la estación terrestre
 - Verificación de las estaciones terrestres
 - Fiabilidad de las estaciones terrestres
 - Operaciones y mantenimiento
- 3.2 Experimentos y demostraciones
- Utilización de terminales de satélites de transmisión/recepción (TX/RX)
- Módulo 4: Transmisión, multiplexado y acceso múltiple
- 4.1 Clases magistrales
- Técnicas de modulación analógica y digital
 - Código de corrección de error sin canal de retorno
 - Multiplexado/desmultiplexado
 - Técnicas de ensanchamiento del espectro
 - Técnicas de acceso múltiple
- 4.2 Experimentos de laboratorio
- Simulaciones de MATLAB
 - Experimentos con equipo informático

Módulo 5: La transmisión mediante satélites de comunicaciones

5.1 Clases magistrales

Normas de los sistemas de transmisión analógica y digital
Televisión digital
Televisión por satélite y sistemas de acceso
Transmisión regulada por el protocolo de Internet (IP)

Aplicaciones seleccionadas, por ejemplo:

Periodismo electrónico por satélite para radio y televisión
Establecimiento de una red de radio
Radiodifusión digital
Camioneta para transmisión desde exteriores
El estudio de televisión y su funcionamiento
Transmisión de acontecimientos deportivos por televisión
Multidifusión
Videoconferencias por satélite
Multimedia (presentación de vídeo)
Televisión a la carta

5.2 Experimentos de laboratorio y demostraciones

Experimentos prácticos con terminales de televisión y de protocolo de Internet

Módulo 6: Aplicaciones y tendencias de las comunicaciones por satélite

6.1 Clases magistrales

Servicios de comunicaciones por satélite

Selección de aplicaciones de comunicaciones por satélite, por ejemplo:

Redes de VSAT
Sistema de recepción de datos meteorológicos
Sistema de difusión de noticias y datos meteorológicos
Sistema de recopilación de datos
Gestión de actividades en casos de desastre mediante la utilización de las comunicaciones por satélite

Sistema de búsqueda y salvamento:

Internacional
Regional

Sistema de difusión de mensajes de aviso

Telemedicina
Sistema de transmisión de frecuencia y tiempo

Servicios de comunicaciones personales y móviles
Sistemas de comunicaciones estratégicas por satélite
Sistema de navegación por satélite
Sistema de Internet por satélite
Sistema de satélites multimediáticos de banda ancha

- 6.2 Experimentos de laboratorio y demostraciones
Experimentos con equipo informático seleccionados utilizando instalaciones existentes y equipo de usuario final y demostraciones de sistemas
- Módulo 7: Sistemas de satélites de telecomunicaciones operacionales
 - 7.1 Clases magistrales
Panorama general de los sistemas de satélites de telecomunicaciones operacionales
 - Servicio fijo por satélite (SFS)
 - Servicio móvil por satélite (SMS)
 - Servicio de radiodifusión por satélite (SRS)
 - Servicio de radiodifusión multimedia (SRM)
 Selección de sistemas de satélites de telecomunicaciones operacionales
Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y otras organizaciones de normalización (Organización Internacional de Normalización (ISO), Telecomunidad de Asia y el Pacífico (APT), Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI))
Reglamentaciones internacionales
- Módulo 8: Planificación de redes/gestión/cuestiones operacionales relativas a los sistemas de comunicaciones por satélite
 - 8.1 Clases magistrales
Consideraciones técnicas para la planificación de redes
Planificación del segmento espacial
Planificación del segmento terrestre
Operaciones y control de la red
Gestión de las operaciones de los satélites de comunicaciones
Coordinación de la interferencia dentro del sistema y entre sistemas
Derecho espacial
Aspectos financieros de las comunicaciones por satélite
- Módulo 9: Comunicaciones por satélite para el desarrollo, la educación y la capacitación
 - 9.1 Clases magistrales
Comunicaciones por satélite para el desarrollo, la educación y la capacitación: panorama general

Experiencia regional con:
 - El equipo informático
 - Los programas informáticos
 - La investigación social
 Transmisiones locales (radio, televisión, red de cable)
Planificación de comunicaciones por satélite para el desarrollo

Tecnología satelital para el desarrollo, la educación y la capacitación
Aspectos operacionales, tecnológicos y jurídicos de los canales
transfronterizos para el desarrollo
Experiencias en materia de teleconferencias de usuarios para el
desarrollo rural
Gestión de actividades en casos de desastre

9.2 Demostraciones con los sistemas existentes

Módulo 10: Proyecto piloto

Definición del proyecto

Necesidades del país del participante
Tema de interés para el participante
Labor preparatoria del proyecto de un año

Temas sugeridos para el proyecto

Subsistemas de estaciones terrestres
Análisis de sistemas para satélites de telecomunicaciones
Diseño de naves espaciales
Diseño de la proyección del haz de antena
Diseño de sistemas de comunicación
Planificación de redes y desarrollo de programas informáticos
pertinentes
Aplicaciones de la radio y la televisión en la esfera de las
comunicaciones para el desarrollo
Economía de las comunicaciones por satélite
Definición de sistema nacional
Investigación de políticas

Notas

- ¹ L. Pyenson y S. Sheets-Pyenson, *Servants of Nature: a History of Scientific Institution, Enterprises and Sensibilities* (Nueva York, W.W. Norton and Company, 1999).
- ² *Informe de la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, Viena, 9 a 30 de julio de 1999* (publicación de las Naciones Unidas, N° de venta S.00.I.3), cap. II, secc. G, párr. 220.
- ³ *Ibíd.*, cap. I, resolución 1, apartado e) ii) del párr. 1. La Declaración puede consultarse también en la página de presentación de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre (<http://www.oosa.unvienna.org>).

Anexo I

Programa de estudios de los tres primeros cursos

Cuadro

Programa de estudios del curso sobre las comunicaciones por satélite

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Número de sesiones de 45 minutos</i>
0	Curso de orientación (1 semana)	
0.1	Introducción al centro regional	2
0.2	Introducción a las actividades de la institución patrocinadora local	2
0.3	Aptitudes de comunicación (orales, escritas, disertación, debate de grupo)	24
0.4	Introducción al país anfitrión	6
	Perspectivas geográficas del país anfitrión	
	Sistemas y costumbres sociales	
	Festivales del país anfitrión	
0.5	Idioma local—frases comunes en el idioma local	6
	Total	40
1	Sistemas de comunicaciones y procesamiento de señales digitales	
1.1	Clases magistrales—sistemas de comunicaciones (3 semanas)	
	Panorama general de las telecomunicaciones	
	Distribución, tráfico, señalización, conmutación	6
	Sistemas de comunicaciones analógicos y digitales	2
	Comunicaciones de larga distancia	1
	La tecnología de fibra óptica y sus aplicaciones	4
	Establecimiento de redes de datos	10
	Señalización y modulación	
	Red de área local (RAL)	
	Planes de tendido de cables	
	Servicios de datos en redes públicas	
	Introducción al protocolo de control de transmisión/protocolo Internet (TCP/IP)	
	Internet	
	Modo de transmisión asíncrono (MTA)	
	Servicios de comunicaciones personales	4
	Red digital de servicios integrados (RDSI)	3
	Nociones fundamentales de la conmutación de paquetes	3
	Banda ancha—panorama general	3
	Protocolos	3
	Teoría y técnicas de microondas	6
	Parámetros de sistema en línea de transmisión (Z, Y, ABCD, S)	
	Componentes guía-ondas y coaxiales	
	Aplicaciones de la tecnología de microondas	

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Número de sesiones de 45 minutos</i>
	Introducción a las computadoras	6
	Estructura de las computadoras	
	Computadora con juego de instrucciones complejo (CISC)	
	Computadora de conjunto de instrucciones reducido (RISC)	
	Procesador paralelo	
	Instrumentos de entrada/salida (I/O)	
	Programación de I/O	
	Control de I/O	
	Interrupción	
	Acceso directo a la memoria (DMA)	
	Sistemas operativos	
	Sistemas operativos habituales	
	Sistema operativo de disco (DOS)	
	UNIX y Linux	
	Windows 95 NT	
	Teoría de la comunicación y herramientas matemáticas	
	Teoría de probabilidades y estadísticas básicas	10
	Teoría de la información	6
	Geometría esférica	1
	Álgebra lineal	4
	Herramientas matemáticas de MATLAB	8
	Total parcial	<hr/> 80
1.2	Sesiones de laboratorio	
	Computadoras	4
	MATLAB	8
	Mediciones de microondas	8
	Módem analógicos y digitales	4
	Fibra óptica	8
	Total parcial	<hr/> 32
1.3	Clases magistrales—procesamiento de señales digitales (2 semanas)	
	Sistemas y señales de tiempo discretos	4
	Señales de tiempo discretas: secuencias	
	Sistemas de tiempo discretos	
	Sistemas lineales e invariantes en el tiempo	
	Representación del muestreo en el dominio de la frecuencia	
	Sistemas y señales de tiempo discretos	
	Representación de secuencias mediante la transformada de Fourier	
	Teoremas de la transformada de Fourier	
	Señales aleatorias de tiempo discretas	
	Muestreo de señales de tiempo continuas	6
	Muestro periódico	
	Representación del muestreo en el dominio de la frecuencia	
	Reconstrucción de una señal limitada a una banda en base a sus muestras	

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Número de sesiones de 45 minutos</i>
	Procesamiento en tiempo discreto de señales de tiempo continuas	
	Procesamiento en tiempo continuo de señales de tiempo discretas	
	Cambio de la tasa de muestreo mediante el procesamiento en tiempo discreto	
	Consideraciones prácticas	
Transformada Z		10
	Propiedades de la región de convergencia de la transformada Z	
	Transformada Z inversa	
	Propiedades de la transformada Z	
	Transformada Z inversa mediante la integración del contorno	
	Teorema de la convolución compleja	
	Relación de Parseval	
	Transformada Z unilateral	
Transformada discreta de Fourier (DFT)		6
	Representación de secuencias periódicas	
	Serie discreta de Fourier	
	Propiedades de la serie discreta de Fourier	
	Transformada de Fourier de señales periódicas	
	Muestreo de la transformada de Fourier	
	Representación de Fourier de secuencias de duración finita	
	Transformada discreta de Fourier	
	Convolución lineal mediante la transformada discreta de Fourier	
Cálculo de la transformada discreta de Fourier		8
	Cálculo eficiente de la transformada discreta de Fourier	
	Algoritmo de Goertzel	
	Algoritmos de decimación en el tiempo de la formación de Fourier rápida (FFT)	
	Algoritmos de decimación en la frecuencia de la FFT	
	Aplicación de los algoritmos de la FFT	
	Algoritmos de la FFT para N compuesto	
	Aplicación de la DFT mediante la convolución	
	Efectos de la longitud de registro finito en los cálculos de la DFT	
Estructura para sistemas de tiempo discretos		6
	Representación con diagramas en bloques de ecuaciones diferenciales lineales de coeficiente constante	
	Estructura básica de los sistemas de respuesta impulsiva finita (IIR)	
	Estructuras básicas en red de los sistemas de respuesta impulsiva infinita (FIR)	
	Panorama general de los efectos numéricos de precisión finitos	
	Efectos de la cuantificación de coeficientes	
	Efectos del ruido de redondeo sobre los filtros digitales	
	Ciclos de entrada igual a cero en las realizaciones de punto fijo de filtros digitales de IIR	

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Número de sesiones de 45 minutos</i>
	Técnicas de diseño de filtros	12
	Cuestiones básicas del diseño de filtros digitales	
	Diseño de filtros de IIR	
	Transformación de frecuencia de los filtros pasa altas de IIR	
	Diseño de filtros mediante ajuste de ventanas	
	Aproximación óptima a los filtros de FIR	
	Aproximación equi-ripple de FIR	
	Transformada wavelet	2
	Ejemplos de subsistemas basados en el procesamiento de señales digitales para comunicaciones por satélite	4
	Total parcial	58
1.4	Ejercicios de laboratorio dirigidos	
	Ejercicios basados en MATLAB	10
	Diseño de filtros de FIR e IIR	
	Aplicación de DFT/FFT	
	Ejemplos de subsistemas basados en el procesamiento de señales digitales para las comunicaciones	
	Familiarización con el panel de evaluación y aplicación del mismo	12
	Filtros de FIR e IIR	
	Algoritmo de desmodulador	
	Codificación de Viterbi	
	FFT y transformación discreta en coseno (DCT)	
	Total parcial	22
	Total ^a	192
2	Sistemas de comunicaciones por satélite (6 semanas)	
2.1	Clases magistrales	
	Introducción a las comunicaciones por satélite	4
	Evolución de las comunicaciones por satélite	
	Elementos de las comunicaciones por satélite	
	Tipos de órbitas satelitales	
	Comunicaciones mediante satélites geosincrónicos	
	Servicios de comunicaciones por satélite	
	Órbitas satelitales	4
	Vehículos de lanzamiento y lanzamiento de satélites	4
	Enlaces de comunicaciones por satélite	4
	Bandas de frecuencia para comunicaciones por satélite	2
	Efectos de propagación en los enlaces de las comunicaciones por satélite	2
	Técnicas de las comunicaciones por satélite	28
	Técnicas de multiplexado	4
	Técnicas de modulación	6
	Técnicas de acceso múltiple	6
	Acceso múltiple por división de código (AMDC)	2
	Teoría de la codificación y técnicas de corrección de errores	4
	Protocolo Internet por satélite	4

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Número de sesiones de 45 minutos</i>
	Configuraciones satelitales	2
	Medio espacial	2
	Subsistemas de plataformas de satélites	12
	Estructura mecánica	2
	Sistema de corrección de actitud y de órbita (SCAO)	2
	Subsistema de propulsión	2
	Subsistema de energía eléctrica	2
	Telemetría, rastreo y mando (TRM)	2
	Subsistema térmico	2
	Transpondedor para comunicaciones	2
	Subsistemas de transpondedores para comunicaciones	6
	Antena y alimentación	2
	Receptor y transmisor	2
	Multiplexado de I/O	2
	Procesamiento a bordo del transpondedor avanzado para comunicaciones	4
	Integración y ensayo de transpondedores para comunicaciones	2
	Integración y ensayo de satélites	2
	Verificación en órbita de cargas útiles para comunicaciones	2
	Fiabilidad y calificaciones espaciales	2
	Fiabilidad de cargas útiles de satélites de comunicaciones	2
	Interferencia electromagnética, compatibilidad electromagnética, interferencia de radiofrecuencia	2
	Peligros de descarga electrostática que entraña la electrónica de los satélites de comunicaciones	2
	Vida útil de los satélites	2
	Comunicaciones por satélite (enseñanza por vídeo basada en computadora (EBC) y enseñanza dirigida)	28
	Total parcial	120
2.2	Experimentos/demostraciones	
	Familiarización con instrumentos de medición	4
	Determinación de los ángulos de mira de los satélites y optimización de las antenas de las estaciones terrestres	4
	Ángulos de azimut y elevación	
	Ángulos X-Y	
	Optimización del sentido de polarización	
	Medición de los parámetros de enlace de los satélites	8
	Total de la densidad de ruido de portadora a receptor (C/kT) y enlace descendente de la C/kT	
	Relación ganancia/temperatura de ruido del sistema de una antena (G/T) y potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE)	
	Factor de error binario (BER) versus C/kT	
	Familiarización con, y medición de, las características de un transpondedor de satélite (simulador para comunicaciones)	4
	Familiarización con, y explotación de, equipo con un solo canal por portadora (USCP), acceso múltiple por ensanchamiento de	12

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Número de sesiones de 45 minutos</i>
	espectro (AMEE) y acceso múltiple por división en el tiempo (AMDT)	
	Ensayo de subsistemas de transpondedores de comunicaciones	16
	Multiplexador	
	Receptor	
	Amplificador de potencia	
	Antena y alimentación	
	Total parcial	48
2.3	Visitas a laboratorios y otras instalaciones de la institución patrocinadora	24
	Laboratorios de investigación y desarrollo de cargas útiles para comunicaciones	
	Laboratorios de técnicas de comunicación	
	Instalaciones para la fabricación de cargas útiles	
	Instalaciones para ensayos ambientales	
	Laboratorios de sistemas de comunicaciones	
	Laboratorios de teleobservación	
	Total parcial	24
	Total ^a	192
3	Tecnología de la estación terrestre (3 semanas)	
3.1	Clases magistrales	
	Estación terrestre de comunicaciones por satélite—panorama general	2
	Tecnología de los subsistemas de la estación terrestre	22
	Reflector y montaje de antena para estaciones terrestres grandes, medianas y pequeñas	
	Sistema de alimentación para estaciones terrestres grandes, medianas y pequeñas	
	Sistema de rastreo con antenas	
	Amplificador de bajo ruido (ABR)	
	Amplificador de potencia de estado sólido	
	Amplificador de gran potencia (HPA)	
	Convertor de frecuencia	
	Modulador y desmodulador	
	Codificador y decodificador	
	Traductor de bucle de prueba	
	Sistema de abastecimiento de energía eléctrica	
	Enlace de previsión y retrovisión	
	Consideraciones relativas al diseño de la estación terrestre	5
	Normas relativas a la estación terrestre	
	PIRE y G/T	
	Tamaño y ganancia de antena	
	Características de radiación y cobertura de antena	
	Redundancia y fiabilidad	
	Especificaciones ambientales	
	Terminales de VSAT/móviles/para maletín/para la palma de la mano	

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Número de sesiones de 45 minutos</i>
	Verificación de las estaciones terrestres	8
	Mediciones de antena (campo lejano, campo cercano, cámara anecoica)	
	ABR y G/T	
	HPA y PIRE	
	Conversor de frecuencia	
	Traductor de bucle de prueba	
	Fiabilidad de las estaciones terrestres	1
	Operaciones y mantenimiento de las estaciones terrestres fijas y transportables	2
	Técnicas de fabricación	6
	Técnicas de fabricación mecánicas	
	Técnicas de fabricación electrónicas	
	Circuitos integrados para microondas (MIC)	
	Total parcial	46
3.2	Visitas en la localidad	24
	Estación terrestre del Departamento de Telecomunicaciones (DOT)	
	Parque Tecnológico de Programas Informáticos del Departamento de Electrónica (DOE)	
	Instalación de ensayo de antena (institución patrocinadora)	
	Instalación de circuito integrado para microondas (institución patrocinadora)	
	Instalación para la fabricación de componentes electrónicos (institución patrocinadora)	
	Instalación para la fabricación de componentes mecánicos (institución patrocinadora)	
	Subtotal	24
3.3	Experimentos y demostraciones	
	Familiarización con los subsistemas de la estación terrestre	4
	Ensayo de los subsistemas de la estación terrestre	24
	Ensayo del circuito de alimentación	
	Ensayo del amplificador de gran potencia (HPA)	
	Ensayo del amplificador de bajo nivel de ruido (ABR)	
	Ensayo del transformador de frecuencia	
	Ensayo del sistema de seguimiento de la antena (modalidades manual y automática)	
	Total parcial	28
	Total ^a	98
4	La transmisión mediante satélites de comunicaciones (3 semanas)	
4.1	Clases magistrales	
	Normas del sistema de transmisión	6
	Televisión con modulación de frecuencia (TVMF)	
	Televisión de alta definición (HDTV)	
	Radiodifusión de señales digitales de vídeo (DVB)	
	Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento (MPEG)	
	Televisión digital (presentación de vídeo)	6

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Número de sesiones de 45 minutos</i>
	Enlaces de satélite para televisión (transmisión analógica y digital)	2
	Bandas de frecuencia para la transmisión por satélite y normas nacionales e internacionales	2
	Televisión por satélite y sistemas de acceso	6
	Televisión por cable	
	Satélite de transmisión directa/recepción directa por los usuarios (DBS/DTH)	
	Acceso condicionado	
	Gestión de la red	
	Periodismo electrónico por satélite para radio y televisión	2
	Establecimiento de una red de radio	2
	Radiodifusión digital	2
	Camioneta para transmisión desde exteriores	2
	El estudio de televisión y su funcionamiento	2
	Transmisión de acontecimientos deportivos por televisión	2
	Multidifusión	2
	Vídeoconferencias por satélite	2
	Multimedia (presentación de vídeo)	2
	Televisión a la carta	2
	Total parcial	42
4.2	Experimentos de laboratorio y demostraciones	48
	Familiarización con sistemas de vídeo de banda de base	
	Medición de la relación señal de vídeo a ruido en función de (S/N) la relación señal de portadora a ruido (C/N) y a umbral de vídeo	
	Medición de la relación señal a ruido del sonido transmitido por televisión	
	Medición de la relación señal a ruido en función de la desviación de modulación de frecuencia	
	Medición de los parámetros de señales de televisión con ayuda de osciloscopio, vectoroscopio y equipo automatizado de ensayo	
	Televisión digital de un solo canal por portadora (USCP) y múltiples canales por portadora (MCP)	
	Determinación de los puntos de funcionamiento del transpondedor en caso de:	
	Un solo canal por transpondedor o	
	Múltiples canales por transpondedor	
	Familiarización con los terminales de la red de radio	
	Demostración del funcionamiento de los terminales de captación de noticias por satélite	
	Establecimiento de un sistema de recepción directa de televisión	
	Sistema de transmisión digital de sonido y datos digitales (DSDB)	
	Radiodifusión multimedia/multidifusión	
	Total parcial	48
4.3	Visitas en la localidad	12
	Emisora de TV de Doordarshan	
	Sistema de la red de radio de All India Radio (AIR)	

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Número de sesiones de 45 minutos</i>
	Estudio de televisión de la Dependencia de Comunicación Educativa y para el Desarrollo (DECU)	
	Total parcial	12
	Total ^a	102
5	Aplicaciones y tendencias de las comunicaciones por satélite (3 semanas)	
5.1	Clases magistrales	
	Servicios de comunicaciones por satélite	26
	Comunicaciones en zonas rurales y remotas	2
	Red de VSAT	8
	Multiplexación en tiempo repartido (TDM)-Acceso múltiple por división en el tiempo (AMDT)	
	Acceso múltiple con designación por demanda (DAMA) con un solo canal por portadora (USCP)	
	Terminales remotos	
	Estación distribuidora	
	Gestión de la red	2
	Sistema de recepción de datos meteorológicos (Organismo Nacional para el Estudio de los Océanos y la Atmósfera (NOAA), Sistema Nacional de Satélites de la India (INSAT))	2
	Sistema de difusión de noticias y datos meteorológicos	2
	Sistema de recopilación de datos	2
	Gestión de actividades en casos de desastre mediante la utilización de las comunicaciones por satélite	2
	Sistema de búsqueda y salvamento	
	International	
	Regional (INSAT)	
	Sistema de difusión de mensajes de aviso de ciclones	2
	Telemedicina	2
	Sistema de transmisión de frecuencia y tiempo	2
	Servicios de comunicaciones personales y móviles (telecomunicaciones móviles internacionales IMT-2000 y 4G, entre otros)	8
	Sistemas de comunicaciones estratégicas por satélite	4
	Sistema de navegación por satélite	6
	Sistema de Internet por satélite	2
	Sistema de satélites multimedia de banda ancha	2
	Enseñanza basada en computadora (EBC) por vídeo y grupos de estudio dirigidos	14
	Total parcial	62
5.2	Experimentos de laboratorio y demostraciones	
	Recepción de datos mediante radiómetro de muy alta resolución (VHRR) del NOAA	
	Sistema de difusión de noticias y datos meteorológicos	
	Radiobaliza de búsqueda y salvamento	
	Operaciones del receptor del sistema mundial de determinación de la posición (GPS) y el sistema de información de INSAT	
	Terminal y red de VSAT	

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Número de sesiones de 45 minutos</i>
	Sistema de difusión de datos y sonido	
	Total parcial	28
5.3	Visitas en la localidad	
	Fondo fiduciario para la prensa de la India (PTI)	
	Departamento de Telefonía móvil de la India (IMD)	
	Aeropuerto	
	Red nacional de centros de informática (NICNET)	
	Total parcial	16
	Total ^a	106
6	Sistemas de satélites de telecomunicaciones operacionales (1 semana)	
6.1	Clases magistrales	
	Panorama general de los sistemas de satélites de telecomunicaciones operacionales	8
	Servicio fijo por satélite (SFS)	
	Servicio móvil por satélite (SMS)	
	Servicio de radiodifusión por satélite (SRS)	
	Sistema multimedia de banda ancha	
	Sistemas de satélites de telecomunicaciones operacionales	18
	Unión Internacional de Telecomunicaciones y otras organizaciones de normalización (ISO, APT, ETSI)	2
	Normas internacionales	2
	Total ^a	30
7	Planificación de redes/gestión/cuestiones operacionales relativas a los sistemas de comunicaciones por satélite (1 semana)	
7.1	Clases magistrales	
	Consideraciones técnicas para la planificación de redes	2
	Planificación del segmento espacial	2
	Requisitos de tránsito	
	Opciones de transpondedor de satélite (cobertura, potencia, ancho de banda, de guíasondas o regenerador de la señal)	
	Aislamiento de polarización cruzada y satélites que ocupan la misma posición	
	Elección de órbitas (órbita terrestre geosíncrona (GEO), mediana (MEO) y baja (LEO))	
	Planificación del segmento terrestre	2
	Compensación recíproca entre el segmento espacial y el segmento terrestre	
	Grado de potencia del amplificador de gran potencia y tamaño de la antena de transmisión	
	Diagrama de radiación fuera de eje	
	Temperatura de ruido del amplificador de bajo nivel de ruido (ABR) y tamaño de la antena de recepción	
	Coste	
	Operaciones y control de la red	2
	Gestión de las operaciones de los satélites de telecomunicaciones	4
	Operaciones normales	

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Número de sesiones de 45 minutos</i>
	Operaciones de control de satélite desde la estación terrestre (Telemando, telemetría, seguimiento y localización)	
	Determinaciones de la órbita, mantenimiento de la estación y gestión de combustible	
	Operaciones en caso de interferencia solar (sun outage) y eclipses	
	Desenganche	
	Coordinación de la interferencia dentro del sistema y entre sistemas	4
	Derecho espacial	2
	Aspectos financieros de las comunicaciones por satélite	2
	Total ^a	20
8	Comunicaciones por satélite para el desarrollo, la educación y la capacitación (2 semanas)	
8.1	Clases magistrales	
	Comunicaciones por satélite para el desarrollo, la educación y la capacitación: panorama general	4
	Experiencia india a propósito del experimento de enseñanza por televisión vía satélite (SITE), el proyecto sobre comunicaciones de Kheda (KCP), el Canal de Comunicaciones para la Capacitación y el Desarrollo (TDCC), el proyecto sobre comunicaciones para el desarrollo de Jhabua (JDCP) y la Comisión de Becas Universitarias (UGC)	6
	El equipo informático	
	Los programas informáticos	
	La investigación social	
	Transmisiones locales (televisión, radio, red de cable)	2
	Planificación de comunicaciones por satélite para el desarrollo	4
	Investigaciones y evaluación	
	Producción de programas en la esfera de la comunicaciones para el desarrollo	
	El equipo informático	
	Coste	
	Tecnología satelital para el desarrollo, la educación y la capacitación	8
	Sistema de recepción	
	Sistema de transmisión	
	Sistema de réplica	
	Control de acceso múltiple con designación por demanda (DAMA)	
	Servicios de valor añadido	
	Señal de vídeo de regreso	
	Transmisión de datos	
	Transmisión de Internet	
	Transmisión multimedia	
	Vídeoconferencia de dos direcciones	
	Aspectos operacionales, tecnológicos y jurídicos de los canales transfronterizos para el desarrollo	2

<i>Módulo/ submódulo</i>	<i>Tema</i>	<i>Número de sesiones de 45 minutos</i>
	Experiencias en materia de teleconferencias de usuarios para el desarrollo rural	4
	Gestión de actividades en casos de desastre	2
	Total parcial	32
8.2	Demonstraciones	20
	Demostraciones con sistemas de réplica (Proyecto sobre comunicaciones para el desarrollo de Jhabua y Canal de Comunicaciones para la Capacitación y el Desarrollo)	
	Sistema de recepción directa (transmisión analógica y digital)	
	Vídeoconferencia de dos direcciones (Spacenet)	
8.3	Visitas sobre el terreno	24
	Total ^a	76
9	Proyecto piloto (10 semanas)	
	Definición del proyecto	
	Necesidades del país del participante	
	Tema de interés para el participante	
	Labor preparatoria del proyecto de un año	
	Temas sugeridos para el proyecto	
	Subsistemas de estaciones terrestres	
	Análisis de sistemas para satélites de comunicaciones	
	Diseño de naves espaciales	
	Diseño de la proyección del haz de antena	
	Diseño de sistemas de comunicación	
	Planificación de redes y desarrollo de programas informáticos pertinentes	
	Aplicaciones de la radio y la televisión en la esfera de las comunicaciones para el desarrollo	
	Economía de las comunicaciones por satélite	
	Definición del sistema nacional	
	Investigación de políticas	

^a Se excluyen del total las horas dedicadas a exámenes y pruebas y las horas de biblioteca (véase también el capítulo II, cuadro 2).

Anexo II

Materiales de enseñanza recomendados

Elbert, B. Introduction to satellite communications, 2ª Edición. Boston, Artech House Publishers, 1999.

Feher, K. Wireless digital communications: modulation and spread spectrum applications. Upper Saddle River, Nueva Jersey, Prentice Hall, 1995.

Ha, T. T. Digital satellite communications, 2ª Edición. Nueva York, McGraw Hill, 1990.

Haykin, S. S. Communications systems. Nueva York, John Wiley, 1978.

Hodge, W. W., Interactive television. Nueva York, McGraw Hill, 1995.

Killen, H. B. Digital communications with fiber optics and satellite applications. Englewood Cliffs, Nueva Jersey, Prentice Hall, 1988.

Lewis, G. E. Communication service via satellite. Oxford, Oxford BSP Professional Books, 1988.

Luise, M. y S. Pupolin. Broadband wireless communications. Berlín y Nueva York, Springer-Verlag, 1998.

Manolakis, P. Digital signal processing, 2ª Edición. Nueva Delhi, Prentice Hall, 1996.

Martin, J. Communication satellite system. Englewood Cliffs, Nueva Jersey, Prentice Hall, 1978.

Mitra, S. K. Digital signal processing: a computer-based approach. Nueva Delhi, Tata-McGraw Hill, 1998.

Nejat Ince, A. Digital satellite communications systems and technologies: military and civil applications. Boston, Kluwer Academic Publishing, 1992.

Pattan, B. Satellite systems: principles and technologies. Nueva York, Van Nostrand Reinhold, 1993.

Pocha, J. J. An introduction to mission design for GEO satellites. Dordrecht, D. Reidel Publishing, 1987.

Pratt, T. y C. W. Bostian. Satellite communications. Nueva York, John Wiley and Sons, 1986.

Richharia, M. Satellite communications systems: design principles. Nueva York, MacMillan Publishers, 1995.

Roddy, D. Satellite communications, 2ª Edición. Nueva Delhi, McGraw Hill International, 1996.

Schramm, W. y D. F. Roberts, editores. The process and effects of mass communication. Urbana, University of Illinois Press, 1971.

Senior, J. M. Optical fiber communications, 2ª Edición. Nueva Delhi, Prentice Hall, 1992.