

**Asamblea General**

Distr. limitada
14 de mayo de 2002
Español
Original: inglés

**Comisión sobre la Utilización del Espacio
Ultraterrestre con Fines Pacíficos****Centro regionales de formación en ciencia y tecnología
espaciales (afiliados a las Naciones Unidas)****Plan de estudios sobre comunicaciones por satélite****Índice**

	<i>Párrafos</i>	<i>Página</i>
I. Introducción	1-3	2
II. Deliberaciones del grupo de trabajo sobre comunicaciones por satélite	4-13	2
A. Examen del plan de estudios vigente	7-9	3
B. Plan de estudios revisado para el curso sobre comunicaciones por satélite	10-13	4
Cuadros		
I. Módulos para el plan de estudios sobre comunicaciones por satélite		3
II. Desglose del plan de estudios por módulo y tipo de capacitación		4
III. Módulos del curso		5
Anexos		
I. Curriculum for the first three courses		11
II. Recommended teaching material		22
III. Explanatory notes for the curriculum		23



I. Introducción

1. 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.
2. 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.
3. 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.

II. Deliberaciones del grupo de trabajo sobre comunicaciones por satélite

4. La Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, en cooperación con la Agencia Espacial Europea, organizó del 3 al 7 de setiembre de 2001 en Frascati (Italia) la Reunión de expertos de las Naciones Unidas sobre los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales: situación actual y evolución futura. Uno de los principales objetivos de la Reunión fue examinar y actualizar los planes de estudios de los centros regionales en cuatro esferas: teleobservación; meteorología por satélite; comunicaciones por satélite; y ciencia espacial.
5. En el presente informe figuran las deliberaciones del grupo de trabajo sobre comunicaciones por satélite. 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.
6. 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.

A. Examen del plan de estudios vigente

7. 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.

8. 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

9. 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.

B. Plan de estudios revisado para el curso de comunicaciones por satélite

1. Objetivos

10. 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.

2. Estructura del plan de estudios

11. 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.

12. 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%.

3. Equipo e instalaciones

13. 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)

4. 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
- 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

Annex I

Curriculum for the first three courses

Table
Curriculum of the course in satellite communications

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of 45-minute sessions</i>
0	Orientation course (1 week)	
0.1	Introduction to the regional centre	2
0.2	Introduction to activities of the local host institution	2
0.3	Communication skills (oral, written, presentation, group discussion etc.)	24
0.4	Introduction to the host country	6
	Geographic perspectives of the host country	
	Social systems and customs	
	Festivals of the host country	
0.5	Local language—common phrases in the local language	6
	Total	40
1	Communication systems and digital signal processing	
1.1	Classroom lectures—communication systems (3 weeks)	
	Telecommunications overview	
	Distribution, traffic, signalling, switching	6
	Analog and digital communications systems	2
	Long-distance communications	1
	Fibre optics technology and applications	4
	Data networking	10
	Signalling and modulation	
	Local area network (LAN)	
	Wiring plans	
	Data services in public networks	
	Introduction to transmission control protocol/Internet protocol (TCP/IP)	
	Internet	
	Asynchronous transfer mode (ATM)	
	Personal communication services	4
	Integrated services digital network (ISDN)	3
	Packet switching fundamentals	3
	Broadband—an overview	3
	Protocols	3
	Microwave theory and techniques	6
	Transmission line parameters (Z, Y, ABCD, S)	
	Waveguide and coaxial components	
	Applications of microwave technology	

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of 45-minute sessions</i>
	Introduction to computers	6
	Computer architecture	
	Complex instruction set computer (CISC)	
	Reduced instruction set computer (RISC)	
	Parallel processor	
	Input/output (I/O) devices	
	I/O programming	
	I/O controlling	
	Interrupt	
	Direct memory access (DMA)	
	Operating systems	
	Standard operating systems	
	Disc operating system (DOS)	
	UNIX and Linux	
	Windows 95 NT	
	Communication theory and mathematical tools	
	Probability theory and basic statistics	10
	Information theory	6
	Spherical geometry	1
	Linear algebra	4
	MATLAB mathematical tools	8
	Subtotal	80
1.2	Laboratory sessions	
	Computer	4
	MATLAB	8
	Microwave measurements	8
	Analog and digital modems	4
	Fibre optics	8
	Subtotal	32
1.3	Classroom lectures—digital signal processing (2 weeks)	
	Discrete time signals and systems	4
	Discrete time signals: sequences	
	Discrete time systems	
	Linear time-invariant systems	
	Frequency domain representation of sampling	
	Discrete time signals and systems	
	Representation of sequences by Fourier transform	
	Fourier transform theorems	
	Discrete time random signals	
	Sampling of continuous time signals	6
	Periodic sampling	
	Frequency domain representation of sampling	
	Reconstruction of a band limited signal from its samples	
	Discrete time processing of continuous time signals	

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of 45-minute sessions</i>
	Continuous time processing of discrete time signals	
	Changing the sampling rate using discrete time processing	
	Practical considerations	
Z-transform		10
	Properties of region of convergence for Z-transform	
	Inverse Z-transform	
	Z-transform properties	
	Inverse Z-transform using contour integration	
	Complex convolution theorem	
	Parseval's relation	
	Unilateral Z-transform	
Discrete Fourier transform (DFT)		6
	Representation of periodic sequences	
	Discrete Fourier series	
	Properties of discrete Fourier series	
	Fourier transform of periodic signals	
	Sampling of Fourier transform	
	Fourier representation of finite duration sequences	
	Discrete Fourier transform	
	Linear convolution using discrete Fourier transform	
Computation of discrete Fourier transform		8
	Efficient computation of discrete Fourier transforms	
	Goertzel algorithm	
	Decimation-in-time fast Fourier transform (FFT) algorithms	
	Decimation-in-frequency FFT algorithms	
	Implementation of FFT algorithms	
	FFT algorithms for composite N	
	Implementation of DFT using convolution	
	Effects of finite register length in DFT computations	
Structure for discrete time systems		6
	Block diagram representation of linear constant coefficient differential equation	
	Basic structure for infinite impulse response (IIR) systems	
	Basic network structures for finite impulse response (FIR) systems	
	Overview of finite precision numerical effects	
	Effects of coefficient quantization	
	Effects of round-off noise in digital filters	
	Zero input cycles in fixed-point realizations of IIR digital filters	
Filter design techniques		12
	Basic issues in digital filter design	
	IIR filter design	
	Frequency transformation of low-pass IIR filters	
	Design of filters by windowing	
	Optimum approximation of FIR filters	

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of 45-minute sessions</i>
	FIR equi-ripple approximation	
	Wavelet transform	2
	Examples of DSP-based subsystems for satellite communications	4
	Subtotal	58
1.4	Laboratory exercises/tutorial	
	MATLAB-based exercises	10
	Design of FIR and IIR filters	
	Implementation of DFT/FFT	
	Examples of DSP-based communication subsystems	
	Familiarization with and implementation of evaluation board	12
	FIR and IIR filters	
	Demodulator algorithm	
	Viterbi coding	
	FFT and discrete cosine transform (DCT)	
	Subtotal	22
	Total ^a	192
2	Satellite communication systems (6 weeks)	
2.1	Classroom lectures	
	Introduction to satellite communications	4
	Evolution of satellite communications	
	Elements of satellite communications	
	Types of satellite orbits	
	Geosynchronous satellite communications	
	Satellite communications services	
	Satellite orbits	4
	Launch vehicles and launching of satellites	4
	Satellite communications links	4
	Frequency bands for satellite communications	2
	Propagation effects on satellite communication links	2
	Satellite communication techniques	28
	Multiplexing techniques	4
	Modulation techniques	6
	Multiple access techniques	6
	Code division multiple access (CDMA)	2
	Coding theory and error correction techniques	4
	IP over satellite	4
	Satellite configurations	2
	Space environment	2
	Satellite bus subsystems	12
	Mechanical structure	2
	Attitude and orbit control system (AOCS)	2
	Propulsion subsystem	2
	Electrical power subsystem	2
	Telemetry, tracking and command (TT and C)	2

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of 45-minute sessions</i>
	Thermal subsystem	2
	Communication transponder	2
	Communication transponder subsystems	6
	Antenna and feed	2
	Receiver and transmitter	2
	I/O multiplexer	2
	Advanced communication transponder on-board processing	4
	Integration and testing of communication transponders	2
	Integration and testing of satellites	2
	In-orbit check out of communication payloads	2
	Reliability and space qualifications	2
	Reliability of satellite communication payloads	2
	EMI, EMC and RFI	2
	Electrostatic discharge hazards in satellite communications electronics	2
	Life of a satellite	2
	Satellite communications (video computer-based teaching (CBT) and tutorials)	28
	Subtotal	120
2.2	Experiments/demonstrations	
	Familiarization with measuring instruments	4
	Determination of satellite look angles and optimization of Earth station antennas	4
	Azimuth and elevation angles	
	X-Y angles	
	Optimization of sense of polarization	
	Measurement of satellite link parameters	8
	Total C/kT and down-link C/kT	
	Antenna gain to system noise temperature ratio (G/T) and effective isotropic radiated power (EIRP)	
	Bit error rate (BER) versus C/kT	
	Familiarization with and measurement of satellite transponder characteristics (communication simulator)	4
	Familiarization with and operation of single channel per carrier (SCPC), spread spectrum multiple access (SSMA) and time division multiple access (TDMA) equipment	12
	Testing of communication transponder subsystems	16
	Multiplexer	
	Receiver	
	Power amplifier	
	Antenna and feed	
	Subtotal	48
2.3	Visits to laboratories and other facilities of the host institution	24
	Communication payload research and development laboratories	
	Communications techniques laboratories	
	Payload fabrication facility	

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of 45-minute sessions</i>
	Environmental test facility	
	Communication system laboratories	
	Remote sensing laboratories	
	Subtotal	24
	Total ^a	192
3	Earth station technology (3 weeks)	
3.1	Classroom lectures	
	Satellite communications Earth station—an overview	2
	Technology of Earth station subsystems	22
	Antenna reflector and mount for large, medium and small Earth stations	
	Feed system for large, medium and small Earth stations	
	Antenna tracking system	
	Low-noise amplifier (LNA)	
	Solid-state power amplifier	
	High-power amplifier (HPA)	
	Frequency converter	
	Modulator and demodulator	
	Encoder and decoder	
	Test-loop translator	
	Electrical power supply system	
	Foresight and rearward link	
	Earth station design considerations	5
	Earth station standards	
	EIRP and G/T	
	Antenna size and gain	
	Radiation pattern and antenna coverage	
	Redundancy and reliability	
	Environmental specifications	
	VSAT/mobile/briefcase/hand-held terminals	
	Check out of Earth stations	8
	Antenna measurements (farfield, nearfield, anechoic chamber)	
	LNA and G/T	
	HPA and EIRP	
	Frequency converter	
	Test-loop translator	
	Reliability of Earth stations	1
	Operations and maintenance of fixed and transportable Earth stations	2
	Fabrication techniques	6
	Mechanical fabrication techniques	
	Electronics fabrication techniques	
	Microwave integrated circuits (MIC)	
	Subtotal	46

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of 45-minute sessions</i>
3.2	Local visits	24
	Department of Telecommunications (DOT) Earth station	
	Department of Electronics (DOE) Software Technology Park	
	Antenna test facility (host institution)	
	MIC facility (host institution)	
	Electronics fabrication facility (host institution)	
	Mechanical fabrication facility (host institution)	
	Subtotal	24
3.3	Experiments/demonstrations	
	Familiarization with Earth station subsystems	4
	Testing of Earth station subsystems	24
	Testing of feed system	
	Testing of HPA	
	Testing of LNA	
	Testing of frequency converter	
	Testing of antenna tracking system (manual and auto mode)	
	Subtotal	28
	Total ^a	98
4	Broadcasting using communication satellites (3 weeks)	
4.1	Classroom lectures	
	Broadcasting system standards	6
	Frequency modulation television (FMTV)	
	High-definition television (HDTV)	
	Digital video broadcasting (DVB)	
	Moving Picture Experts Group (MPEG)	
	Digital television (video presentation)	6
	Satellite links for TV broadcasting (analog and digital)	2
	Frequency bands for satellite broadcasting and national/international regulations	2
	Satellite TV and access systems	6
	Cable TV	
	Direct broadcasting satellite/direct-to-home (DBS/DTH)	
	Conditional access	
	Network management	
	Satellite news gathering (SNG) for radio and TV	2
	Radio networking	2
	Digital audio broadcasting	2
	Outdoor broadcasting van	2
	TV studio and its operations	2
	TV coverage of sports	2
	Multicasting	2

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of 45-minute sessions</i>
	Videoconferencing via satellite	2
	Multimedia (video presentation)	2
	Video on demand	2
	Subtotal	42
4.2	Laboratory experiments/demonstrations	48
	Familiarization with video baseband systems	
	Measurement of video signal-to-noise (S/N) ratio versus carrier-to-noise (C/N) ratio and video threshold	
	Measurement of TV audio S/N	
	Measurement of S/N versus FM deviation	
	Measurement of TV signal parameters using waveform monitor, vectorscope and automated test equipment	
	SCPC/multiple channels per carrier (MCPC) digital TV	
	Determination of transponder operating points for:	
	Single carrier per transponder	
	Multicarrier per transponder	
	Familiarization with radio networking terminals	
	Demonstration of operations of SNG terminals	
	Setting up a TV direct reception system	
	Digital sound and data broadcasting (DSDB) system	
	Multimedia broadcasting/multicasting	
	Subtotal	48
4.3	Local visits	12
	TV broadcasting station of Doordarshan	
	Radio networking system of All India Radio (AIR)	
	TV studio of the Development and Educational Communication Unit (DECU)	
	Subtotal	12
	Total ^a	102
5	Applications and trends in satellite communications (3 weeks)	
5.1	Classroom lectures	
	Satellite communications services	26
	Rural/remote area communications	2
	VSAT network	8
	Time division multiplexing (TDM)-TDMA	
	SCPC-demand assignment multiple access (DAMA)	
	Remote terminals	
	Hub	
	Network management	
	Meteorological data reception systems (National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Indian National Satellite System (INSAT))	2
	News and meteorological data dissemination system	2
	Data collection system	2
	Disaster management using satellite communications	2

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of 45-minute sessions</i>
	Search and rescue system	2
	International	
	Regional (INSAT)	
	Cyclone warning dissemination system	2
	Telemedicine	2
	Time and frequency transmission system	2
	Mobile and personal communication services (IMT-2000, 4G etc.)	8
	Strategic satellite communication systems	4
	Satellite navigation system	6
	Satellite-based Internet system	2
	Multimedia broadband satellite system	2
	Video CBT and tutorials	14
	Subtotal	62
5.2	Laboratory experiments/demonstrations	
	NOAA very high resolution radiometer (VHRR) data reception	
	News and meteorological data dissemination system	
	Search-and-rescue beacon	
	Operations of Global Positioning System (GPS) receiver and INSAT reporting system	
	VSAT terminal and network	
	Data and sound broadcasting system	
	Subtotal	28
5.3	Local visit	
	Press Trust of India (PTI)	
	India Mobile Department (IMD)	
	Airport	
	National Informatics Centre Network (NICNET)	
	Subtotal	16
	Total ^a	106
6	Operational communications satellite systems (1 week)	
6.1	Classroom lectures	
	Overview of operational communications satellite systems	8
	FSS	
	MSS	
	BSS	
	Broadband multimedia system	
	Operational communications satellite systems	18
	International Telecommunication Union and other standardization organizations (ISO, APT, ETSI)	2
	International regulations	2
	Total ^a	30

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of 45-minute sessions</i>
7	Network planning/management/operational issues of satellite communications systems (1 week)	
7.1	Classroom lectures	
	Technical considerations for network planning	2
	Planning for space segment	2
	Traffic requirements	
	Options for satellite transponder (coverage, power, bandwidth, bent-pipe/regenerative)	
	Cross-pol isolation and collocated satellites	
	Choice of orbits (geosynchronous Earth orbit (GEO), MEO, LEO)	
	Planning for ground segment	2
	Trade-off between space segment and ground segment	
	HPA power and transmit antenna size	
	Off-axis radiation pattern	
	LNA noise temperature and receive	
	Antenna size	
	Cost	
	Network operations and control	2
	Management of communication satellite operations	4
	Normal operations	
	Operations of satellite control Earth station (tele-command, telemetry, tracking and ranging)	
	Orbit determinations, station keeping and fuel management	
	Sun outage and eclipse operations	
	Loss of lock	
	Intra-system/inter-system interference coordination	4
	Space law	2
	Financial aspects of satellite communications	2
	Total ^a	20
8	Satellite communications for development, education and training (2 weeks)	
8.1	Classroom lectures	
	Satellite communications for development education and training—an overview	4
	Indian experience with the Satellite Instructional Television Experiment (SITE), Kveda Communications Project (KCP), Training and Development Communications Channel (TDCC), Jhabua Development Communications Project (JDCP) and University Grant Commission (UGC)	6
	Hardware	
	Software	
	Social research	
	Local broadcasting (TV, radio, cable network)	2
	Planning for satellite communications for development	4
	Research and evaluation	
	Program production for development communications	

<i>Module/ submodule</i>	<i>Topic</i>	<i>Number of 45-minute sessions</i>
	Hardware	
	Cost	
	Satellite technology for development, education and training	8
	Receive system	
	Transmit system	
	Talk-back system	
	DAMA control	
	Value-added services	
	Return video	
	Data broadcasting	
	Internet broadcasting	
	Multimedia broadcasting	
	Two-way videoconferencing	
	Operational, technological and legal issues in transborder channels for development	2
	Teleconferencing experiences of users for rural development	4
	Disaster management	2
	Subtotal	32
8.2	Demonstrations	20
	Demonstration of talk-back systems (JDCP and TDCC)	
	Direct reception system (analog and digital)	
	Two-way video conference (Spacenet)	
8.3	Field visits	24
	Total ^a	76
9	Pilot project (10 weeks)	
	Project definition	
	Needs of the participant's country	
	Topic of interest of the participant	
	The work leading towards the one-year project	
	Suggested topics for the project	
	Earth station subsystems	
	Systems analysis for communications satellites	
	Spacecraft design	
	Antenna footprint design	
	Communication systems design	
	Network planning and relevant software development	
	Applications of TV and radio for development communications	
	Economics of satellite communications	
	Domestic system definition	
	Policy research	

^aTotals do not include tests and examinations or library work (see also chap. II.A, table 2).

Annex II

Recommended teaching material

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

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

Ha, T. T. Digital satellite communications, 2. ed. New York, McGraw Hill, 1990.

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

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

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

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

Luise, M. and S. Pupolin. Broadband wireless communications. Berlin and New York, Springer-Verlag, 1998.

Manolakis, P. Digital signal processing. 2. ed. New Delhi, Prentice Hall, 1996.

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

Mitra, S. K. Digital signal processing: a computer-based approach. New 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. New York, Van Nostrand Reinhold, 1993.

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

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

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

Roddy, D. Satellite communications. 2. ed. New Delhi, McGraw Hill International, 1996.

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

Senior, J. M. Optical fiber communications. 2. ed. New Delhi, Prentice Hall, 1992.

Annex III

Explanatory notes for the curriculum

AIR	All India Radio
AOCS	attitude and orbit control system
APT	Asia Pacific Telecommunity
ATM	asynchronous transfer mode
BER	bit error rate
BSS	broadcast satellite service
CBT	computer-based teaching
CDMA	code division multiple access
CISC	complex instruction set computer
C/kT	carrier-to-receiver noise density
C/N	carrier-to-noise (ratio)
DAMA	demand assignment multiple access
DBS	direct broadcasting satellite
DCT	discrete cosine transform
DECU	Development and Educational Communication Unit
DFT	discrete Fourier transform
DMA	direct memory access
DOE	Department of Electronics
DOS	disk operating system
DOT	Department of Telecommunications
DSDB	digital sound and data broadcasting
DSP	digital signal processing
DTH	direct-to-home
DVB	digital video broadcasting
EIRP	effective isotropic radiated power
EMC	electromagnetic compatibility
EMI	electromagnetic interference
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FFT	fast Fourier transform
FIR	finite impulse response

FM	frequency modulation
FMTV	frequency modulation television
FSS	fixed satellite service
GEO	geosynchronous Earth orbit
GPS	Global Positioning System
G/T	antenna gain to system noise temperature ratio
HDTV	high-definition television
HPA	high-power amplifier
IIR	infinite impulse response
IMD	India Meteorological Department
IMT	International Mobile Telecommunication
INSAT	Indian National Satellite System
I/O	input/output
IP	Internet protocol
ISDN	integrated services digital network
ISO	International Organization for Standardization
ITU	International Telecommunication Union
JDCP	Jhabua Development Communications Project
KCP	Kheda Communications Project
LAN	local area network
LEO	low-Earth orbit
LNA	low-noise amplifier
MBS	multimedia broadcast service
MCPC	multiple channels per carrier
MEO	medium-Earth orbit
MIC	microwave integrated circuit
MPEG	Moving Picture Experts Group
MSS	mobile satellite service
NICNET	National Informatics Centre Network
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OBP	on-board processing
PTI	Press Trust of India
RFI	radio frequency interference

RISC	reduced instruction set computer
SCPC	single channel per carrier
SITE	Satellite Instructional Television Experiment
S/N	signal-to-noise (ratio)
SNG	satellite news gathering
SSMA	spread spectrum multiple access
TCP/IP	transmission control protocol/Internet protocol
TDCC	Training and Development Communication Channel
TDM	time division multiplexing
TDMA	time division multiple access
TT and C	Telemetry, Tracking and Command
TVRO	television receive-only system
UGC	University Grant Commission
VHRR	very high resolution radiometer
VSAT	very small aperture terminal
