

**Assemblée générale**Distr.: Limitée
14 mars 2002Français
Original: Anglais**Comité des utilisations pacifiques
de l'espace extra-atmosphérique****Centres régionaux de formation aux sciences et techniques
spatiales (affiliés à l'Organisation des Nations Unies)****Programme d'études concernant les communications par satellite**

Table des matières

	<i>Paragraphes</i>	<i>Page</i>
I. Introduction	1-3	2
II. Délibérations du groupe de travail sur les communications par satellite	4-13	2
A. Examen du programme d'études existant	7-9	3
B. Programme d'études révisé pour les cours de communications par satellite	10-13	4

Tableaux

I. Modules du programme d'études concernant les communications par satellite	3
II. Détail du programme par module et par type de formation	3
III. Modules du cours	5

Annexes

I. Curriculum for the first three courses	11
II. Recommended teaching material	22
III. Explanatory notes for the curriculum	23



I. Introduction

1. Les systèmes de communications par satellite ont connu des mutations radicales ces dernières années, passant d'une technologie dominée par les pouvoirs publics et les satellites géostationnaires à des systèmes de satellites en orbite basse et moyenne exploités par des entreprises privées. Il s'agit de nouveaux systèmes multifaisceaux qui forment à la surface de la Terre des cellules semblables à celles utilisées par les systèmes de téléphonie cellulaire terrestre, et peuvent acheminer divers types de données allant de la voix aux communications par Internet.
2. Les satellites de télécommunications sont des stations hertziennes dans l'espace. Ils servent en gros à la même chose que les tours hertziennes que l'on voit le long des autoroutes. Ces satellites reçoivent des signaux radio transmis depuis la Terre, les amplifient et les renvoient vers le sol. Leur altitude élevée leur permet de "voir" une grande partie de la Terre, ce qui constitue leur principal avantage dans le domaine des communications: ils peuvent couvrir de vastes surfaces sur la planète.
3. Les systèmes de communications par satellite sont formés de plusieurs éléments: un élément spatial, un centre de contrôle et des infrastructures au sol. L'élément spatial comprend les satellites, qui servent de relais dans l'espace pour acheminer un signal de communication en provenance d'un terminal terrestre vers un point de destination, finale ou intermédiaire, à la surface de la Terre. Le centre de contrôle au sol est chargé de surveiller l'état et la situation de chaque satellite ainsi que de le maintenir à sa place. Les infrastructures permettent de contrôler tout ce qui relève du réseau dans le système de communications, d'enregistrer la durée d'une communication à des fins de facturation et d'attribuer des canaux de communication aux divers usagers.

II. Délibérations du groupe de travail sur les communications par satellite

4. Le Bureau des affaires spatiales, en coopération avec l'Agence spatiale européenne, a organisé la Réunion d'experts de l'Organisation des Nations Unies sur les centres régionaux de formation aux sciences et techniques spatiales: situation actuelle et évolution future, qui s'est tenue à Frascati (Italie) du 3 au 7 septembre 2001. Un des principaux objectifs de cette réunion était d'examiner et d'actualiser les programmes d'enseignement des centres régionaux dans les quatre disciplines suivantes: télédétection, météorologie satellitaire, communications par satellite et sciences spatiales.
5. Le présent rapport rend compte des délibérations du groupe de travail sur les communications par satellite. Le groupe de travail a examiné le programme des cours qui avaient été dispensés au Centre de formation aux sciences et techniques spatiales pour l'Asie et le Pacifique (annexe I) et a exposé dans leurs grandes lignes les domaines qui devraient être inscrits au programme d'études concernant les communications par satellite.
6. Le groupe a estimé que chaque centre régional devait préciser les domaines étudiés dans le détail. L'enseignement et la recherche spécialisés devraient permettre à chaque centre régional d'aider les États membres qui participent à son fonctionnement d'acquérir des capacités accrues à créer et à transmettre des

connaissances dans le domaine des communications par satellite, l'objectif étant de renforcer les capacités des pays et des régions à mettre les techniques de communications par satellite au service du développement durable.

A. Examen du programme d'études existant

7. Le groupe de travail a examiné le programme d'études des premier, deuxième et troisième cours de troisième cycle dispensés au Centre de formation aux sciences et techniques spatiales pour l'Asie et le Pacifique (du 1^{er} janvier 1997 au 30 septembre 1998, du 1^{er} juillet 1999 au 31 mars 2000 et du 1^{er} août 2001 au 30 avril 2002, respectivement). La durée des cours était de 39 semaines, comprenant 35 semaines de cours théoriques, dont 10 réservées à l'élaboration d'un projet pilote, et quatre semaines consacrées à la visite de diverses stations de communications par satellite. Au terme de ces cours, les participants ont mené des projets pilotes d'une durée d'une année dans leur pays d'origine.

8. Les modules des trois cours sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1

Modules du programme d'études concernant les communications par satellite

<i>Module</i>	<i>Domaines d'étude</i>	<i>Nombre de semaines</i>
0	Présentation	1
1	Systèmes de communication et traitement des signaux numériques	5
2	Systèmes de télécommunications spatiales	6
3	Techniques appliquées aux stations terriennes	3
4	Radiodiffusion par satellite	3
5	Applications et tendances des télécommunications spatiales	3
6	Systèmes opérationnels de télécommunications spatiales	1
7	Planification, gestion et exploitation des réseaux de télécommunications par satellite	1
8	Télécommunications spatiales appliquées au développement, à l'enseignement et à la formation professionnelle	2
9	Projets pilotes	10
Durée totale		35

9. Huit cours d'une durée de 45 minutes chacun ont été dispensés chaque jour, cinq jours sur sept. Le détail des cours par module et par type de formation est présenté dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2

Détail du programme par module et par type de formation

<i>Type de formation</i>	<i>Module</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>
Cours théoriques	40	138	120	46	42	62	30	20	32
Travaux pratiques		54	48	28	48	28			20
Visites			24	24	12	16			24
Bibliothèque			24	12	8	4	10	20	4
Interrogations et examens sur table		8	24	10	10	10			
Total	40	200	240	120	120	120	40	40	80

Note: Les chiffres indiquent le nombre de cours de 45 minutes.

B. Programme d'études révisé pour les cours de communications par satellite

1. Objectifs

10. Le programme vise à:

a) Renforcer les compétences des professeurs d'université, des chercheurs, des spécialistes des télécommunications, des fonctionnaires et des autres personnes travaillant dans le domaine des télécommunications spatiales et celui de leurs applications à la radiodiffusion, aux télécommunications, aux soins de santé, à l'éducation, à la gestion des catastrophes, etc.;

b) Contribuer à l'élaboration de projets de télécommunications spatiales, à la définition de l'action gouvernementale et à la mise en place de systèmes de communications;

c) Développer les compétences concernant dans l'utilisation de systèmes opérationnels et intégrer aux activités quotidiennes les progrès techniques réalisés dans le domaine des télécommunications;

d) Contribuer à promouvoir, au sein d'une même région et entre les régions, la coopération dans l'utilisation des techniques de télécommunications et dans l'élargissement de leur portée;

e) Mieux faire connaître au public les retombées bénéfiques des télécommunications spatiales sur la qualité de la vie.

2. Structure du programme d'études

11. Les télécommunications spatiales constituent le moyen le plus performant de communiquer avec le monde entier et de rapprocher les pays au sein de ce que l'on appelle le "village planétaire". C'est dans ce contexte qu'il convient de placer le cours, qui est destiné à doter les participants venus de pays en développement des compétences qui leur permettront de prendre conscience de tout le potentiel de cette technologie.

12. Le cours sera divisé en 11 modules (y compris un module de présentation), dont chacun sera consacré à un domaine spécifique des télécommunications spatiales (théorie, technologie et applications). Il durera neuf mois, soit 35 semaines de cours et quatre semaines de visites de centres de télécommunications spatiales, et sera suivi d'une année consacrée aux travaux concernant un projet pilote dans le pays des participants. Les sujets traités par chaque module sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3
Modules du cours

<i>Module</i>	<i>Domaines d'étude</i>	<i>Nombre de semaines</i>
0	Présentation	1
1	Systèmes de communication et traitement des signaux numériques	5
2	Systèmes de télécommunications spatiales	5
3	Techniques appliquées aux stations terriennes	3
4	Émission, multiplexage et accès multiple	2
5	Radiodiffusion par satellite	2
6	Applications et tendances des télécommunications spatiales	3
7	Systèmes opérationnels de télécommunications spatiales	1
8	Planification, gestion et exploitation des réseaux de télécommunications par satellite	1
9	Télécommunications spatiales appliquées au développement, à l'enseignement et à la formation professionnelle	2
10	Projets pilotes	10
Durée totale		35

Le programme comprendra 40 % de cours théoriques et 60 % de travaux pratiques.

3. Installations et matériel

13. Les installations et le matériel minimums requis sont les suivants:

Ordinateurs personnels multimédia performants

Logiciel MATLAB

Analyseur de spectre

Générateur de signaux

Analyseur de réseau

Milliwattmètre

Compteur de fréquence

Système de lignes de transmission de micro-ondes

Banc optique

Répondeur ou simulateur satellite

Station terrienne avec fonctions d'émission et réception (par exemple, il faudrait au minimum une microstation terrienne)

Traducteur de boucle d'essai

Ensemble d'essais de TEB

Réception de télévision uniquement

4. Programme révisé

Module 0: Cours de présentation

0.1 Introduction au cours

- 0.2 Le centre régional: activités et caractères spécifiques
- 0.3 La communication (orale, écrite, exposés, débats en groupe)
- 0.4 L'environnement local (langue, perspective géographique, système social, etc.)

Module 1: Systèmes de communication

1.1 Principes des communications et de la mise en réseau

1.1.1 Cours théoriques

Les télécommunications: généralités
Principes de la théorie de l'information
Principes de la modulation et du codage
Les hyperfréquences: théorie et techniques
Communications optiques
Principes des réseaux et des protocoles

1.1.2 Travaux en laboratoire

MATLAB: simulations et expérimentation du matériel

1.2 Traitement des signaux numériques

1.2.1 Cours théoriques

Signaux et systèmes temporels discrets
Échantillonnage de signaux temporels continus
Transformée en Z
Transformée de Fourier discrète
Calcul de la transformée de Fourier discrète
Structure pour les systèmes temporels discrets
Techniques de conception des filtres
Exemples de sous-systèmes de télécommunications spatiales basés sur le traitement des signaux numériques

1.2.2 Travaux pratiques / dirigés en laboratoire

Exercices sur MATLAB

Module 2: Systèmes de télécommunication spatiale

2.1 Cours théoriques

Introduction aux télécommunications spatiales
Orbites des satellites
Configurations de satellite
Lanceurs et lancement des satellites
Environnement spatial
Fiabilité
Sous-systèmes des plates-formes de satellites
Charge utile (avec et sans traitement à bord)
Liaisons de télécommunications spatiales
Bandes de fréquence pour les télécommunications spatiales
Perturbation électromagnétique (EMI), comptabilité électromagnétique (CEM), brouillage radioélectrique (RFI)

Perturbation des liaisons de communications spatiales

2.2 Expérimentation et démonstration

Calculs des paramètres des liaisons y compris modèles de propagation réelle

Démonstration avec simulateur de satellite

Simulations d'orbite et d'empreinte

Module 3: Techniques appliquées aux stations terriennes

3.1 Cours théoriques

Stations terriennes pour les télécommunications spatiales: généralités

Techniques appliquées aux sous-systèmes de stations terriennes

Éléments à prendre en compte dans la conception et la fabrication d'une station terrienne

Normes applicables aux stations terriennes

Vérification des stations terriennes

Fiabilité des stations terriennes

Exploitation et maintenance

3.2 Expérimentation et démonstration

Sur terminal émetteur-récepteur

Module 4: Émission, multiplexage et accès multiple

4.1 Cours théorique

Techniques de modulation analogique et numérique

Codage de l'autocorrection des erreurs

Multiplexage/démultiplexage

Techniques d'étalement du spectre

Techniques d'accès multiple

4.2 Expérimentation en laboratoire

Simulations sur MATLAB

Expérimentation de matériel

Module 5: Radiodiffusion par satellite

5.1 Cours théoriques

Normes des systèmes analogiques et numériques de radiodiffusion

Télévision numérique

Télévision par satellite et systèmes d'accès

Diffusion audio/vidéo sur Internet

Applications diverses, telles que:

Reportages d'actualités par satellite

Réseaux de radiodiffusion

Radiodiffusion audionumérique

Fourgonnette de régie

Studio de télévision et son exploitation

Couverture télé des événements sportifs

- Multidiffusion
 - Visioconférences par satellite
 - Multimédia (exposés vidéo)
 - Vidéo à la demande
- 5.2 Expérimentation et démonstration en laboratoire
 - Expériences pratiques sur terminaux de télévision et d'Internet
- Module 6: Les télécommunications par satellite: applications et tendances
 - 6.1 Cours théoriques
 - Services de télécommunications par satellite
 - Quelques applications des télécommunications spatiales:
 - Réseaux de VSAT
 - Système de réception des données météorologiques
 - Système de diffusion de l'information journalistique et des données météorologiques
 - Système de collecte des données
 - Gestion des catastrophes par télécommunication spatiale
 - Système de recherche et de sauvetage:
 - Au plan international
 - Au plan régional
 - Système de diffusion des alertes
 - Télémédecine
 - Système d'émission de signaux horaires
 - Services de communications mobiles et personnelles
 - Systèmes stratégiques de télécommunication spatiale
 - Système de navigation par satellite
 - Système Internet par satellite
 - Système multimédia satellitaire à large bande
 - 6.2 Expérimentation et démonstration en laboratoire
 - Quelques expérimentations du matériel sur les installations et l'équipement de l'utilisateur final existants et démonstrations des systèmes
- Module 7: Systèmes de télécommunications spatiales opérationnelles
 - 7.1 Cours théoriques
 - Systèmes opérationnels de télécommunications spatiales
 - Service fixe par satellite (SFS)
 - Service mobile par satellite (SMS)
 - Service de radiodiffusion par satellite (SRS)
 - Service d'émissions multimédia (SEM)
 - Quelques systèmes opérationnels de communications spatiales

Union internationale des télécommunications (UIT) et autres organisations de normalisation (Organisation internationale de normalisation (ISO), Télécommunauté pour l'Asie et le Pacifique (TAP), Institut européen des normes de télécommunications (ETSI))
Réglementations internationales

Module 8: Planification, gestion et exploitation des réseaux de télécommunications spatiales

8.1 Cours théoriques

Planification des réseaux: Considérations techniques
Planification du secteur spatial
Planification du secteur terrestre
Exploitation et surveillance des réseaux
Gestion de l'exploitation des satellites de télécommunications
Coordination des interférences intra/intersystèmes
Droit de l'espace
Aspects financiers de la télécommunication spatiale

Module 9: Les télécommunications spatiales appliquées au développement, à l'éducation et à la formation

9.1 Cours théoriques

Télécommunications spatiales appliquées au développement, à l'éducation et à la formation: Généralités

Expérience régionale acquise dans les domaines suivants:

Le matériel
Le logiciel
La recherche sociale

Radiodiffusion locale (télévision, radio, réseau câblé)
Planification des télécommunications par satellite pour le développement
Technologie satellitaire pour le développement, l'éducation et la formation
Problèmes opérationnels, technologiques et juridiques touchant les chaînes transfrontières pour le développement
Données d'expérience des usagers de visioconférences pour le développement rural
Gestion des catastrophes

9.2 Démonstration avec les systèmes en place

Module 10: Projet pilote

Définition du projet

Besoins du pays du participant
Thème intéressant le participant
Travaux conduisant au projet d'une durée d'une année

Quelques thèmes de projet

Sous-systèmes des stations terriennes

Analyse des systèmes pour les satellites de communications
Conception des engins spatiaux
Conception d'empreintes d'antennes
Conception des systèmes de communication
Planification des réseaux et mise au point des logiciels pertinents
Applications de la télévision et de la radio aux communications
pour le développement
Économie des télécommunications spatiales
Définition d'un système national
Recherches sur les politiques

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
