

Introduzione	6
1. Sistemi di comunicazione satellitare	9
1.1 Configurazione di un sistema di comunicazione via satellite	9
1.2 Orbita del satellite	10
1.2.1 Tipi di orbite	11
1.2.2 Il satellite geostazionario	13
1.3 Regolamentazioni delle radiocomunicazioni	15
1.4 Servizi fondamentali di telecomunicazione da satellite	15
1.5 Suddivisione dello spettro	15
2. Radiopropagazione nella tratta satellite-Terra	17
2.1 Introduzione	17
2.2 Parametri di antenna	18
2.2.1 Apertura del fascio	20
2.2.2 Polarizzazione	21
2.2.3 Potenza irradiata	22
2.3 Caratterizzazione del rumore	23
2.3.1 Temperatura di rumore e cifra di rumore	23
2.3.2 Temperatura di rumore del sistema	25
2.3.3 Rapporti C/N e G/T	26
2.4 Effetti dell'atmosfera sulla radiopropagazione e modelli ITU	27
2.4.1 Attenuazione da ossigeno e vapore acqueo	27
2.4.2 Attenuazione dovuta a nubi, nebbia e neve	29
2.4.3 Attenuazione da pioggia	30
2.4.4 Scintillazione	32
2.4.5 Attenuazione supplementare totale	33

3. Sistema ricevente AlphaSat	34
3.1 Il satellite AlphaSat	34
3.2 Specifiche del sistema satellitare AlphaSat TDP5	36
3.3 Dimensionamento del canale in banda Q	37
3.3.1 Specifiche di sistema	37
3.3.2 Link Budget	39
3.3.3 Grafici dei risultati	41
3.3.4 Mappe di attenuazione e potenza ricevuta da un'antenna isotropica	43
3.4 Schema a blocchi del ricevitore ISCTI in banda Q	47
3.5 Caratterizzazione dei componenti	50
3.5.1 Antenna	50
3.5.2 Gruppo Isolatore - Filtro a RF	58
3.5.3 Gruppo Amplificatore a basso rumore (LNA)	60
3.5.4 Prima conversione	65
3.5.5 Seconda conversione	68
3.5.6 Stadio di amplificazione ad IF2	74
3.5.7 Satellite Beacon Receiver (SBR)	76
3.6 Caratterizzazione della catena RF-IF2	77
3.6.1 Cifra di rumore	77
3.6.2 Misure del guadagno e del parametro C/N	78
3.7 Simulazione del canale trasmissivo	82
4. Radiometro a 90 GHz	83
4.1 Introduzione al Telerilevamento	83
4.2 Radiometria a microonde	84
4.3 Temperatura di brillantezza e teoria del trasferimento radiativo	86
4.4 Determinazione dei parametri atmosferici mediante radiometria da terra	88
4.5 Configurazioni radiometriche	90
4.6 Descrizione del radiometro a 90 GHz	99
4.7 Caratterizzazione dei componenti RF	101
4.7.1 Selettore di polarizzazione ortogonale (Orthomode)	102
4.7.2 Rete selettiva RF	106
4.7.3 Carico caldo	110
4.7.4 Gruppo mixer con isolatori	113
4.7.5 Oscillatore locale diodo Gunn	116

Appendice:	117
<i>A.1 Metodo del fattore “Y” nella misura della cifra di rumore</i>	117
<i>A.2 Misura in zona di campo vicino</i>	121
<i>A.3 Paper at COST Action IC0802</i>	123
Conclusioni	133
Bibliografia	134
Ringraziamenti	136
Contenuto del CD-ROM allegato	137
Modello di simulazione del collegamento spaziale in listato MatLab®	138
Allegato: Copia elettronica su CD-ROM di misure, grafici e listato	

Bibliografia

- [1] **G. Maral and M. Bousquet**, *Satellite Communications Systems* 5th Ed., Wiley & Sons Ltd (Chichester, UK), 2009.
- [2] **G. Brussaard and P.A. Watson**, *Atmospheric modelling and millimetre wave propagation*, Chapman & Hall, London (UK), 1995.
- [3] **F. S. Marzano and C. Riva**, "Evidence of long-term correlation between clear-air scintillation and attenuation in microwave and millimeter-wave satellite links", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 47, pp. 1749-1757, 1999.
- [4] **ITU-Radiocommunication**, "Recommendations P.618-9, P.676-7, P.840-3", Geneva (CH), 2007.
- [5] **A. Paraboni, C. Riva, C. Capsoni, G. Codispoti, L. Zuliani, V. Speziale, S. Falzini, A. Martellucci, and E. Colzi**, "Propagation and radar measurements performed in Spino d'Adda and the Italian planning for the AlphaSat TDP5 scientific experiment", *3rd European Conf. on Antennas and Propagation EuCAP2009*, Berlin 23-27, March 2009, pp. 911 - 915, 2009.
- [6] **I. Ghidini**, *Sistemi di comunicazioni satellitari*, Ed. Aracne
- [7] **A. Bernardini**, *Lezioni del corso di Sistemi di comunicazione satellitare*, Ed. Ingegneria 2000
- [8] **ESA**, "AlphaSat TDP5 Scientific Experiment Link Budget Analysis", Project report, 2008.
- [9] **C. Riva and F.S. Marzano**, "Computing probability of total path attenuation in a given receiving site from ITU-R recommendations", Internal report, Sapienza Università di Roma, 2010.
- [10] **Hewlett-Packard**, "Applications and Operation of the 8970A Noise Figure Meter", 5952-8254.
- [11] **S. Pisa, and E. Piuze**, "Notes on Microwave measurements", Internal report, Sapienza Università di Roma, 2011.
- [12] **R. C. Hansen and L. L. Bailin**, "A new method of near field analysis" *IRE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-7. pp. S4584467, Dec. 1959.
- [13] **T. Saad**, *Microwave Engineers' Handbook*, vol. 1° e 2°, 1972.
- [14] **E. R. Westwater**, "Ground-based microwave remote sensing of meteorological variables", in *Atmospheric remote sensing by microwave radiometry*, M.A. Janssen Ed., Wiley, New York (NY, USA), 1993.
- [15] **E. R. Westwater and O.N. Strand**, "Statistical information content of radiation measurements used in indirect sensing", *J. Atm. Sci.*, vol. 25, pp. 750-758, 1968.
- [16] **F. S. Marzano and C. Riva**, "Evidence of long-term correlation between clear-air scintillation and attenuation in microwave and millimeter-wave satellite links", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 47, pp. 1749-1757, 1999.
- [17] **F. S. Marzano, E. Fionda and P. Ciotti**, "Simulation of radiometric and attenuation measurements along earth-satellite links in the 10- to 50- GHz band through horizontally-finite convective raincells", *Radio Science*, vol. 34, pp. 841-858, 1999.

- [18] **G. d'Auria, F.S. Marzano, N. Pierdicca, R. Pinna Nossai, P. Basili and P. Ciotti**, "Remotely sensing cloud properties from microwave radiometric observations by using a modeled cloud data base", *Radio Science*, vol. 33, pp. 369-392, 1998.
- [19] **Wu S.C.**, "Optimum frequencies of a passive microwave radiometer for tropospheric path-length correction", *IEEE Transaction Antennas Propag.*, vol. AP-27, (1979), pp. 233-239 e vol. 27, (1978), pp. 1788-1795.
- [20] **P. Basili, P. Ciotti and F. Fionda**, "Comparison of Algorithms for the Retrieval of Water Vapour, Cloud Liquid and Atmospheric Attenuation by Microwave Radiometry", *Proc. Of PIERS'94*, Noordwijk, The Netherlands, 11-15 July 1994, pp. 1P3.4/1-1P3.4/4
- [21] **G. Galati, A. Gilardini**, *Tecniche e strumenti per il telerilevamento ambientale* Monografie scientifiche – Scienza della terra, 2001
- [22] **F. T. Ulaby, R. K. Moore and A. K. Fung**, "Microwave Remote Sensing", Ch. 6 in vol.1, Artech House, Norwood, Ma, 1981.
- [23] **R. H. Dicke**, "The Measurement of Thermal Radiation at Microwave Frequencies", *Rev. Sci. Instr.*, vol. 17, pp. 268-275, 1946.
- [24] **T. V. Seling**, "The Application of Automatic Gain Control to Microwave Radiometer", *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. AP-12, pp. 636-639, 1964.
- [25] **J. P. Hach**, "A very Sensitive Airborne Microwave Radiometer Using Two Reference Temperatures", *IEEE Trans. Micro, Theory and Tech.*, vol. MTT-21, pp. 629-636, 1968.