

Programa resumido:

1. Atmosfera neutra. Composición. Mecanismos del cambio del clima. Emisiones de gases en el efecto Invernadero. Refractividad de los constituyentes en la atmósfera.
2. Higrometría: Definición y Nociones básicas. Diferentes métodos para medir la humedad. Discusión acerca del instrumental electrónico empleado (propagación de los errores cometidos).
3. Procesamiento geodésico del observable GPS: Técnica GPS. Generalidades de los sistemas GNSS. Principio de posicionamiento. Diferentes tipos de observables. Modelos de corrección para la obtención de posiciones geodésicas en alta precisión.
4. Implementación de un software de procesamiento científico BERNESE para la determinación del retardo troposférico. Configuración de una red para la obtención del retardo. Diferentes funciones de mapeo zenital. Gradientes Troposféricos.
5. Determinación de la componente húmeda del retardo troposférico zenital (del inglés ZWD). Modelos Hidrostáticos para el cálculo del retardo troposférico. Análisis del factor de conversión de ZWD a la presión de vapor de agua integrado (del inglés IPWV). Discusión de la Temperatura troposférica media (T_m).
6. Técnicas de Radio Ocultación con GPS. Generalidades de la radiocultación. Técnicas de "recuperación o inversión" de parámetros atmosféricos.
7. Otras técnicas de determinación del IPWV y parámetros vinculados. Con base en tierra: radiosondadores y radiómetros de vapor de agua; técnicas espaciales: satélites GOES, IARS y NOAA-18 entre otros.
8. Uso y Aplicaciones del IPWV. Redes con aplicación meteorológica a tiempo cuasi-real basadas en determinaciones GPS. Estudios tomográficos.

Bibliografía:

- Ao, C. O., T. K. Meehan, G. A. Hajj, A. J. Mannucci, and G. Beyerle (2003), Lower troposphere refractivity bias in GPS occultation retrievals, *J. Geophys. Res.*, 108(D18), 4577, doi:10.1029/2002JD003216.
- Barry G. R. and Chorley R. J., 2004 *Atmosphere, Weather and Climate*, Routledge Taylor & Francis Group, London and New York.
- Bender, M., G. Dick, J. Wickert, M. Ramatschi, M. Ge, G. Gendt, M. Rothacher, A. Raabe, and G. Tetzlaff (2009), Estimates of the information provided by GPS slant data observed in Germany regarding tomographic applications, *J. Geophys. Res.*, 114, D06303, doi:10.1029/2008JD011008.
- Bender M. and Raabe A. (2007) Preconditions to ground based GPS water vapour tomography. *Ann. Geophys.*, 25, 1727–1734
- Bevis, M., S. Businger, T. A. Herring, C. Rocken, R. A. Anthes, R. H. Ware 1992 GPS meteorology: Remote sensing of atmospheric water vapor using the Global Positioning System, *J. Geophys. Res.*, 97, 15787-15801.
- Brasseur G. P. and Solomon Susan, 2005. *Aeronomy of the Middle Atmosphere. Chemistry and Physics of the Stratosphere and Mesosphere*, Springer.

- Brock F.V. and Richardson S.J. (2001) *Meteorological Measurements Systems*. Oxford University Press ISBN 978-0-19-513451-3.
- Dach R., Hugentobler U., Friedez P., Meindl M. (eds), 2007. *Bernese GPS Software Version 5.0*, Astronomical Institute, University of Berne
- Duan, J., M. Bevis, P. Fang, Y. Bock, S. Chiswell, S. Businger, C. Rocken, F. Solheim, T. Van Hove, R. Ware, S. McClusky, T. A. Herring, and R. W. King, 1996 *GPS Meteorology: Direct Estimation of the Absolute Value of Precipitable Water*, *J. Appl. Meteorol.*, 35, 830-838.
- Elgered G. Davis J.L., Herring T.A., Shapiro I.I., 1991. *Geodesy by radio Interferometry: water vapor radiometry for estimations of the wet delay*. *J. of Geophys. Res.* V 96, Nro B4, 6541-6555.
- ERESMAA, R. and JÄRVINEN, H. (2006), *An observation operator for ground-based GPS slant delays*. *Tellus A*, 58: 131–140. doi: 10.1111/j.1600-0870.2006.00154.x
- Fernández L.I., Meza A.M., Natali M.P. *Determinación del contenido de vapor de agua integrado (IPWV) a partir de mediciones GPS en Argentina*, *GEOACTA*, Vol 34, 36-58, 2008, ISSN 0326-7237.
- Fernández, L., Salio, P., Natali, P. And Meza, A.; *Estimation of the precipitable water vapor from GPS measurements in Argentina: validation and qualitative analysis of the results*, *Advances in Space Research (ASR)*, Elsevier's Publications, Amsterdam, Netherlands, Vol 47 (7) pp. 879-894, 2010.
- Fjeldbo, G., Kliore, A. J., & Eshleman, V. R. (1971) *The Neutral Atmosphere of Venus as Studied with the Mariner V Radio Occultation Experiments* *Astronomical Journal*, Vol. 76, p. 123
- Gendt, G., Dick, G., Reigber, C., Tomassini, M., Liu, Y., and Ramatschi, M.: *Near real time GPS water vapor monitoring for numerical weather prediction in Germany*, *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, 82, 361–370, 2004.
- Gorbunov, M. E. (2002), *Canonical transform method for processing radio occultation data in the lower troposphere*, *Radio Sci.*, 37(5), 1076, doi:10.1029/2000RS002592.
- Guerova, G., E. Brockmann, J. Quiby, F. Schubiger, C. Matzler (2003): *Validation of NWP Mesoscale Models with Swiss GPS Network AGNES*, *Journal of Applied Meteorology*, Vol. 42, No. 1, pp. 141-150.
- Hajj G.A., Kursinski E.R., Romans L.J., Bertiger W.I., Leroy S.S. (2002) *A technical description of atmospheric sounding by GPS occultation*, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, Volume 64, Issue 4, March 2002, Pages 451-469.
- Hall, A. and Manabe, S.: *The role of water vapor feedback in unperturbed climate variability and global warming*, *J. Climate*, 12, 2327–2346, 1999.
- Heise S., Wickert J., Beyerle G., Schmidt, Reigber Ch. (2006) *Global monitoring of tropospheric water vapor with GPS radio occultation aboard CHAMP*. *Advances in Space Research* 37 (2006) 2222–2227
- Hirahara K. (2000) *Local GPS tropospheric tomography*. *Earth Planets Space*, 52, 935–939
- HONG, Z. GUO P., LIU M., HUANG Ch. (2006) *One-dimensional Variational Retrieval of Refractivity Profiles by GPS Occultation* *Chinese Astronomy and Astrophysics* 30 Pp. 330-341
- KUO Y.-H., WEE T.-K., SOKOLOVSKIY S., ROCKEN C., SCHREINER W., HUNT D. and ANTHES R.A. (2004) *Inversion and Error Estimation of GPS Radio Occultation Data*. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol. 82, No. 1B, pp. 507--531, 2004 507
- Kursinski E.R., Hajj G.A., Hardy K. R., Romans L.J. and Schoefield J.T. (1995) *Observing tropospheric water vapor by radio occultation using the Global Positioning System* *Geophys. Res. Lett.* V. 22, N°17, Pp. 2365-2368.
- Kursinski E.R., Hajj G.A., Schoefield J.T., Linfield R.P. and Hardy K. R. (1997) *Observing Earth's atmosphere with radio occultation measurements using the Global Positioning System*. *J. Geoph. Res.* V. 102, N° D19, Pp. 23429-23465.
- MEINDL M., SCHAER S., HUGENTOBLER U. and BEUTLER G. (2004) *Tropospheric Gradient Estimation at CODE: Results from Global Solutions* *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol. 82, No. 1B, pp. 331--338, 2004 331
- Meza A., Fernández L., Brunini C., Gende M., Müller M., Aráoz L. (2005) *Monitoring the variability of the ionosphere and troposphere over Argentina*, *Geophysical Research Abstracts* Volumen 7, 2005, ISBN 1029-7006
- Saha Kshudiram, 2008 *The Earth's Atmosphere. Its Physics and Dynamics*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

- Schmidt T., Wickert J., Marquardt C., Beyerle G., Reigber C., Galas R., König R. (2004) GPS radio occultation with CHAMP: an innovative remote sensing method of the atmosphere *Advances in Space Research* 33 (2004) 1036–1040
- Sokolovskiy, S. (2003) Effect of superrefraction on inversions of radio occultation signals in the lower troposphere, *Radio Sci.*, 38(3), 1058, doi:10.1029/2002RS002728.
- Sokolovskiy, S. (2001) Tracking tropospheric radio occultation signals from low Earth orbit, *Radio Sci.*, 36(3), 483-498.
- Sokolovskiy, S. (2001) Modeling and Inverting radio occultation in the moist troposphere, *Radio Sci.*, 36(3), 441-458.
- Trenberth, K. E. (Ed.), 1992 *Climate System Modeling*, Cambridge University Press.
- Vespe F., Benedetto C., Pacione R. (2004) The use of refractivity retrieved by radio occultation technique for the derivation of atmospheric water vapor content. *Physics and Chemistry of the Earth* 29 (2004) 257–265
- Ware, R., D. Fulker, S. Stein, D. Anderson, S. Avery, R. Clark, K. Droegemeier, J. Kuettnner, J. Minster, and S. Sorooshian, SuomiNet: A Real-Time National GPS Network for Atmospheric Research and Education, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81, 677-694, 2000.
- Zdunkowski W. and Bott Andreas, 2003 *Dynamics of the Atmosphere: A Course in Theoretical meteorology*, Cambridge University Press.