



a- Título del seminario propuesto y fundamentación de su interés

Ionosfera y medio Sol - Tierra

A lo largo de la última década, con objetivos primariamente geodésicos, una gran cantidad de estaciones GPS permanentes fueron instaladas en todo el mundo. Paralelamente, bajo la sombrilla de la Asociación Internacional de Geodesia, se fue consolidando la organización del International GPS Service (IGS), con el objetivo primordial de coordinar la operación de esa red y las investigaciones que se realizan usando sus observaciones. Tempranamente, muchos científicos en todo el mundo advirtieron la posibilidad de utilizar estas observaciones para extraer información sobre el contenido electrónico de la ionosfera y estudiar su variabilidad espacial y temporal. Los resultados alcanzados fueron tan promisorios que en 1998 el IGS creó el Ionospheric Working Group (IWG) con la misión específica de promover y coordinar dichas investigaciones.

Nuestro grupo ha abordado el estudio del tema a mediados de los noventa, alcanzando resultados exitosos plasmados en tres tesis doctorales y en trabajos presentados en congresos de la especialidad y publicados en revistas de circulación internacional. Sin embargo, nuestra especialidad es la Geodesia y no la física del medio Sol-Tierra, lo cual nos pone limitaciones a la hora de interpretar los resultados que obtenemos a partir de las observaciones GPS y de perfeccionar los modelos físicos que utilizamos para su procesamiento. Lo mismo ocurre con la mayoría de los otros grupos que participan en el IWG del IGS, de manera que la interacción entre geodestas, geofísicos y físicos especializados en aeronomía es hoy considerada la clave para dar el gran paso hacia la mejora de los modelos utilizados para procesar los datos GPS y aprovechar mejor la información ionosférica que ellos pueden brindar.

Con esa meta a la vista hemos iniciado, hace ya dos años, acercamientos con otros científicos especializados en la física de la ionosfera y del medio Sol-Tierra, en quienes encontramos un interés complementario al nuestro. El principal objetivo del seminario que aquí se propone es el de desarrollar un lenguaje común y establecer el background imprescindible para potenciar la interacción entre científicos formados en distintas disciplinas que convergen al estudio de un medio tan complicado como el que configura la ionosfera terrestre inmersa en el campo geomagnético y sometida al flujo de la radiación y del viento solar. Este objetivo es compartido por los miembros de los distintos grupos que intervendrán en el seminario y estamos convencidos de poder propiciar un debate fructífero del que puedan beneficiarse también otros graduados de esta y otras facultades.

b- Duración, carga horaria, fecha de iniciación y modalidad de evaluación

Segundo semestre con una carga horaria de ciento dos horas, a razón de seis horas semanales (incluyendo teoría y práctica a cargo de cada profesor). La aprobación y evaluación del seminario se ajustará al reglamentación N° 19: Seminario de grado (Expte: 1100-244, 2004).

c- El seminario está abierto a egresados de otras disciplinas?

El Seminario está abierto a a graduados en Geofísica, Astronomía, Física e Ingeniería.

d- Condiciones de admisión de los alumnos especificando correlatividades



Ser graduado en algunas de las disciplinas mencionadas en el punto c y está abierto a todo interesado que satisfaga las condiciones de admisibilidad.

e- Programa y bibliografía (en caso de tratarse de un seminario que contenga en su programa temas impartidos en cursos de grado, deberá indicarse el porcentaje de superposición)

Objetivos:

- Comprender la relación entre la radiación solar, el viento solar, el campo magnético terrestre y la atmósfera terrestre.
- Conocer y manejar índices para caracterizar períodos de tranquilidad o perturbación.
- Conocer las técnicas de observación más usuales que permiten determinar las variables ionosféricas, incluyendo el Sistema de Posicionamiento Global GPS.
- Conocer los modelos ionosféricos más difundidos.
- Conocer el comportamiento medio de la ionosfera durante períodos tranquilos y perturbados.

Programa resumido:

1. El sol

Composición, estructura vertical, temperatura, campo magnético, radiación, corona en expansión, viento solar, CME (eyección de masa coronal) y fulguraciones, campo magnético interplanetario
Índices de actividad solar.

2. La tierra

Estructura vertical, campo magnético interno, origen y reversiones, observatorios geomagnéticos.

3. La magnetosfera tranquila

Interacción del campo magnético terrestre y el viento solar, regiones magnetosféricas y corrientes.

4. La atmósfera neutra

Composición, estructura vertical, vientos y mareas, fotoionización de la atmósfera, Ley de Chapman de producción de iones, recombinación y transporte vertical, estructura vertical de la ionosfera, movimientos de cargas, movimientos horizontales y verticales.

5. Viento solar

Viento solar calmo, variaciones geomagnéticas tranquilas, viento solar rápido, compresión magnetosférica, tormentas y subtormentas magnetosféricas, índices de actividad geomagnética.

6. La atmósfera ionizada

Técnicas de observación, ionosondas, rotación Faraday, etc., variables ionosféricas, la ionosfera a latitudes medias, regiones aurorales, la ionosfera a bajas latitudes, perturbaciones, bubbles, spread F, los modelos ionosféricos más difundidos, el International Reference Ionosphere (IRI).

7. El sistema GPS



La constelación GPS, el segmento de control, estructura de las señales, receptores y observables, la señal ionosférica.

8. GPS y la Ionosfera

El modelo de capa delgada, contenido electrónico oblicuo (STEC) y vertical (VTEC), modelos globales, comportamiento en días tranquilos y durante tormentas, determinaciones directas de VTEC, la misión TOPEX/Poseidon (T/P), comparación entre GPS, IRI, Bent y T/P, modelos regionales y locales, estimación de la distribución vertical de electrones, modelos tridimensionales.

Bibliografía:

- Brunini, C. A., 1998. **Global Ionospheric model from GPS measurements**. Tesis del Doctorado en Astronomía, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, La Plata, 191 pp.
- Brunini, C. y A. Kleusberg, 1996. **Mapas globales de retardo ionosférico vertical a partir de observaciones GPS**. Proceedings of International Earth Science Meeting, Santiago, Chile, pp. 106-121.
- Brunini, C., A. Meza y M. Gende, 1999. **Utilización de mediciones GPS para el análisis de la ionosfera. Aplicaciones geodésicas y geofísicas**. En Contribuciones a la Geodesia en la Argentina de fines del siglo XX. Homenaje a Oscar Parachu, UNR Editora, ISBN 950-673-201-9, pp. 187-213.
- Brunini, C., Meza, A., Azpilicueta F., Díaz A. y Van Zele, M. A.; **A New Ionosphere Monitoring Technology Based on GPS**, Astrophysics and Space Science, Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0951-8, (290) 3-4, 415-429, 2004.
- Brunini, C.; M. A. VanZele; A. Meza y M. Gende; **Quiet and perturbed ionospheric representation according the electron content from GPS signals**, JGR (Space Physics), Published by American Geophysical Union, Washington, USA, J. Geophys. Res. Vol. 108 No. A2 10.1029/2002JA009346, 2002.
- Damon T.D. and F.R.Hartranft, 1970. **Ionospheric electron density profile model**. Tech. Mem. 70-3, Tech. Support Cent., Aerosp. Environ. Support Cent.
- Ezquer R. G., N. O. de Adler y T. Heredia, 1992. **Determinación de los efectos ionosféricos sobre señales transionosféricas en la Argentina. Predicciones de la Ionosfera Internacional de Referencia (IRI-86)**. GEOACTA. Vol. 19, pp. 1-10.
- Ezquer R. G., N. O. de Adler, S. M. Radicella, M. Mosert and J. R. Manzano, 1992. **Total electron content obtained from ionogram data alone**. Radio Science, Vol. 27, No. 3, pp. 429-434.
- Ezquer R.G., Brunini C., Meza A., Azpilicueta F., Mosert M. y Radicella S.M.; **VTEC behaviour in the American sector during high solar activity**, Advances in Space Research (ASR), Elsevier's Publications, Amsterdam, Netherlands, (33) 6,855-86, 2004.
- Ezquer R.G., Brunini C., Mosert M., Meza A., Oviedo V., Kiorcheff E. y Radicella S.M.; **GPS - VTEC measurements and IRI predictions in the American sector**, Advances in Space Research (ASR), Elsevier's Publications, Amsterdam, Netherlands, (34) 9, 2035-2043, 2004.
- Ezquer R.G., R. del V. Oviedo and Camilo A. Jadur, 1996. **Ionospheric predictions for South American latitudes**. Radio Science, vol. 31, N°2, pp. 381 -388
- Ezquer, R. G. and N. O. de Adler, 1989. **Electron content over Tucumán**. Journal of Geophysical Research, Vol. 94, No. A7, pp. 9029-9032.
- Flattery T.W. and A.C. Ramsay, 1976. **Derivation of total electron content for realtime applications**. In Effect of the Ionosphere on Space Systems and Communications, edited by J.Goodman, pp. 336-344



- Gende M., E. Mohino, C. Brunini, S. M. Radicella, M. Herraiz; **Biases correction for coordinates derived from GPS single point positioning**, Annals of Geophysics, * trabajo en prensa.
- Gende M., S.M.Radicella, B.Nava and C. Brunini; **Ionospheric Effect in Instantaneous Positioning**. Pag 1-7, Institute of Navigation, Alexandria,2003.
- Hargreaves, J.K., 1992. **The solar-terrestrial environment**, in Cambridge atmospheric and space science series, Cambridge University Press, 414 pp.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtengger, H., Collins, J., 1992. **Global Positioning System. Theory and practice**. Springer-Verlag. 3326 pp.
- Ivanov – Kholodny, G. S. and Mikhailov, A. V., 1986. **The prediction of ionospheric conditions**. Reidel Publishing Company, 211 pp.
- Leick, A., 1995. **GPS Satellite Surveying** (2nd ed). Jhon Wiley and Sons, New York, 560 pp.
- Meza, A., C. A. Brunini, A. Klueusberg; **Global behaviour of the ionosphere electron density using GPS observations**, Advance in Space Research (ASR), Elsevier's Publications, Amsterdam, Netherlands, JASR 4993(ASR), (30) 2, pp 401-407,
- Meza, A., C. A. Brunini, W. Bosch, M.A VanZeLe; **Comparing Vertical Total Electron Content from GPS, Bent and IRI models with TOPEX-POSEIDON**, Advances in Space Research (ASR), Elsevier's Publications, Amsterdam, Netherlands, JASR 5007 (ASR), (30)2 307-312, 2002.
- Meza, A., C. Brunini y A. Kleusberg, 2000. **Global ionospheric models in three dimensions from GPS measurements. Numerical simulation**. Geofísica Internacional, Vol. 39, pp. 23-48.
- Meza, A.; Díaz, A.; Brunini, C. and VanZeLe, A.; **Systematic behavior of semiempirical global ionospheric models in quiet geomagnetic conditions**; Radio Science, Published by American Geophysical Union, Washington, USA, (37) 3, pp.9.1 a 9.11., 2002.
- Meza, A.; M. A. Van Zele; R. Cabassi y C. Brunini, **Vertical Total electron content at subauroral and mid-south latitude, during geomagnetic storms.**; Journal of Atmospheric and Solar terrestrial Physics (JASTP), Pergamon, Elsevier Science , (67)4,315-323, 2005.
- Mohino E., M. Gende, C. Brunini, M. Herraiz y S. M. Radicella; **Comparing three ionospheric models over Europe**, Actas de la 4^a Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica, Figueira da Foz, 2004.
- Mosert de González, M and S.M.Radicella, 1995. **Study of ionospheric variability at fixed heights using data from South America**. Adv. in Space Res, Vol.15, N 2, p.(2)61-(2)65, REINO UNIDO.
- Schaer, S; 1999; **Mapping and predicting the Earth's ionosphere using the Global Positioning System**. PhD Thesis of Bern University, 205 pp.
- Tascione T.F., H.W.Kroehl, R.Creiger, J.W.Freeman, Jr. R.A.Wolf, R.W.Spiro, R.V.Hilmer, J.W.Shade and B.A.Hausman, 1988. **New ionospheric and magnetospheric specification models**. Radio Science, 23, pp. 211-222.
- VanZandt, T.E., 1967; **The neutral atmosphere and the quiet ionosphere**. In Physics of Geomagnetic Phenomena, ed. S. Matsushita and W. H. Campbell, Academic Press Inc, 600 pp.

Superposición con otras materias de grado:

Se estima una superposición de aproximadamente 15% con los contenidos impartidos en la materia de grado Geomagnetismo y Aeronomía, perteneciente a la carrera de Geofísica que se dicta en esta Facultad.