

Geodesia Satelital

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Geodesia Satelital
CÓDIGO	
NIVEL	V
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Regular
MODALIDAD	17 semanas
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	4
HORAS SEMANALES	11
HORAS PRESENCIALES	3 (2T -1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	8
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	2
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Geodesia Física
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	José Francisco Valverde Calderón, Jorge Moya Zamora

Descripción del curso:

La Geodesia Satelital es una rama de la Geodesia que trata principalmente con satélites artificiales, cuya utilización resulta más cómoda y precisa que los métodos tradicionales, para el posicionamiento, aplica técnicas tridimensionales y contribuye a la solución de problemas de la Geodesia, tanto geométricos como físicos.

Este curso es de carácter teórico-práctico y comprende la explicación general de los procesos de la mecánica orbital involucrados en el movimiento de los satélites en sus órbitas, el conocimiento de las fuerzas que afectan ese movimiento, tanto a órbitas reales como a teóricas. Se describen los métodos de observación utilizados por la geodesia moderna para el establecimiento y mantenimiento del marco de referencia terrestre y celeste.

En el componente práctico del curso se realizan sesiones prácticas de gabinete en las cuales se utilizan herramientas de software especializadas para el cálculo de los parámetros de la orbitas de los satélites, transformación entre sistemas de coordenadas celestes y sistemas de tiempo.

El curso pretende que el estudiantado adquiera la fundamentación matemática rigurosa que le permita entender la importancia de los sistemas de posicionamiento satelital, las tecnologías GNSS, el potencial gravitacional y la geodesia física como elementos fundamentales de los datos espaciales, de tal manera que pueda liderar proyectos geodésicos de investigación, ingenieriles o aplicados, en las entidades públicas y privadas.

Objetivo general:

Desarrollar los fundamentos teóricos para el estudio de las órbitas de los satélites artificiales utilizados en Geodesia para el posicionamiento global y navegación, además de su relación con el establecimiento y mantenimiento del marco de referencia terrestre y celeste.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Realizar los procesos de cálculo, corrección y predicción de las órbitas de los satélites artificiales, de forma tal que sea posible conocer la posición exacta del satélite en todo momento, aspecto fundamental para el posicionamiento global y navegación.
2. Comprender la física del movimiento de los satélites artificiales utilizados en geodesia, mediante su relación con los conceptos físicos como lo son fuerza, aceleración y velocidad angular, para aplicaciones prácticas en casos requeridos.
3. Aplicar la tecnología GNSS y las diferentes técnicas utilizadas en ella, con el fin de lograr altas exactitudes en la ejecución de proyectos de ingeniería y de investigación, mediante la identificación de las variables fundamentales que intervienen en su desarrollo.
4. Utilizar modelos matemáticos que permitan realizar las correcciones de los datos geodésicos satelitales para obtener resultados más exactos en el posicionamiento estático y en la navegación.
5. Utilizar observaciones satelitales, para el desarrollo de proyectos de ingeniería e investigación, mediante la aplicación de las tecnologías modernas como VLBI, LLR, SLR y DORIS que permitan la captura de datos y productos para la comunidad científica relacionados con el Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS), Sistema Internacional de Referencia Celeste (ICRS), y los parámetros de rotación de la Tierra (EOP).

Contenido temático:

- 1. Sistemas y marcos geodésicos de referencia**
 - 1.1. Antecedentes históricos: Astronomía Geodésica
 - 1.2. Sistemas geodésicos clásicos de referencia
 - 1.3. Concepto moderno de sistema de referencia, marco de referencia y datum geodésico
 - 1.4. Importancia y aplicación de los marcos de referencia geodésicos en otras ciencias
 - 1.5. Sistema de referencia celeste (ICRS) y el marco de referencia celeste (ICRF)
 - 1.6. Sistema de referencia terrestre (ITRS) y el marco de referencia terrestre (ITRF)
 - 1.7. Parámetros de Orientación de la Tierra (EOP)
 - 1.7.1. Precesión
 - 1.7.2. Nutación
 - 1.7.3. Movimiento de Polo
 - 1.8. Convenciones del IERS
 - 1.9. Servicios científicos de la Asociación Internacional de Geodesia para el establecimiento y mantenimiento del ITRF y el ICRF
 - 1.9.1. International GNSS Service (IGS)
 - 1.9.2. International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS)
 - 1.9.3. International Laser Ranging Service (ILRS)
 - 1.9.4. DORIS
 - 1.10. Densificación del ITRF en el continente americano (SIRGAS)
 - 1.11. Sistemas de tiempo
 - 1.11.1. Importancia del tiempo en los métodos geodésicos
 - 1.11.2. Tiempo sidéreo y tiempo universal
 - 1.11.3. Tiempo atómico: UTC, Tiempo GPS

- 1.11.4. Leap seconds
- 1.12. Transformación del ICRF al ITRF y viceversa
 - 1.12.1. Aplicación en el procesamiento de datos GNSS

2. Órbitas normales

- 2.1. Fundamentos de mecánica celeste
 - 2.1.1. Ley de conservación del momento angular
 - 2.1.2. Problema de dos cuerpos
 - 2.1.3. Leyes de Kepler
 - 2.1.4. Ley de la caída de los cuerpos y la ley de atracción gravitacional
- 2.2. Geometría de la órbita elíptica
 - 2.2.1. Secciones cónicas
 - 2.2.2. Ecuación de movimiento
 - 2.2.3. Ecuación de Kepler
 - 2.2.4. Elementos keplerianos
 - 2.2.5. El vector de estado
- 2.3. La órbita en el espacio
- 2.4. Predicción de las órbitas
 - 2.4.1. Efemérides transmitidas
 - 2.4.2. Conversión del vector de estado a elementos keplerianos
 - 2.4.3. Conversión de elementos keplerianos al vector de estado
 - 2.4.4. Clasificación de las orbitas
 - 2.4.5. Trayectorias terrestres (*Ground tracks*)

3. Órbitas perturbadas

- 3.1. Ecuación del movimiento
- 3.2. La elipse osculante
 - 3.2.1. Representación de la órbita perturbada
 - 3.2.2. Teoría General de Perturbación
 - 3.2.3. Ecuaciones de perturbación de Lagrange
 - 3.2.4. Ecuaciones de perturbación de Gauss
- 3.3. Perturbaciones gravitacionales y no gravitacionales
 - 3.3.1. Perturbaciones provocadas por el campo de gravedad de la Tierra
 - 3.3.1.1. Efecto de la perturbación gravitacional en la órbita
 - 3.3.1.2. Perturbación causada por los coeficientes zonales J_n
 - 3.3.2. Perturbación provocada por el Sol y la Luna
 - 3.3.3. Perturbación provocada por mareas terrestres y oceánicas
 - 3.3.4. Perturbación provocada por la atmosfera (Drag Atmosférico)
 - 3.3.5. Perturbación provocada por la radiación solar (directa e indirecta)
- 3.4. Efemérides precisas
 - 3.4.1. Cálculo por parte del IGS
 - 3.4.2. Necesidad de la integración de las orbitas (procesamiento GNSS)
 - 3.4.3. Métodos analíticos para la integración de órbitas
 - 3.4.4. Métodos numéricos para la integración de órbitas
 - 3.4.5. Aplicaciones

4. Observaciones satelitales

- 4.1. Conceptos fundamentales
 - 4.1.1. La importancia del ajuste geodésico para la Geodesia Satelital
- 4.2. Técnica Doppler
- 4.3. Interferometría de Líneas Bases Muy Largas (VLBI)
 - 4.3.1. Fundamentos

- 4.3.2. Instrumental
- 4.3.3. Aplicaciones
- 4.4. Mediciones Láser a Satélites (SLR) y a la Luna (LLR)
 - 4.4.1. Fundamentos
 - 4.4.2. Instrumental
 - 4.4.3. Aplicaciones
- 4.5. Sistema DORIS
 - 4.5.1. Fundamentos
 - 4.5.2. Instrumental
 - 4.5.3. Aplicaciones
- 4.6. Altimetría satelital
 - 4.6.1. Fundamentos
 - 4.6.2. Instrumental
 - 4.6.3. Misiones Topex/Poseidon y Jason
 - 4.6.4. Aplicaciones

Bibliografía:

Lowrie, W. (2011). A student's guide to Geophysical Equations. Cambridge University Press. New York, United States of America

Meyer, T. (2010). Introduction to geometrical and physical geodesy: foundations of geomatics. Redland, Calif. : ESRI Press

Petit, G., & Luzum, B. (Eds.) (2010). IERS Conventions. Frankfurt am Main, Germany: Verlag des Bundesamtes für kartographie und Geodäsie.

Reischung, P., Griffiths, J., Ray, J., Schimid. R., Collilieux. X., Garayt, B. (2011). IGS08: the IGS realization of ITRF2008, GPS Solutions, 16, 483–494, doi: 10.1007/s10291-011-0248-2

Seeber, Günter (2003) Satellite Geodesy. 2nd Edition. Berlin, New York: De Gruyter. 589 pgs.

Seitz, M. (2014). Comparison of different combination strategies applied for the computation of terrestrial reference frames and geodetic parameter series. In: Kutterer