

Posicionamiento GNSS

UNIDAD ACADÉMICA	Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia
NOMBRE DEL CURSO	Posicionamiento GNSS
CÓDIGO	
NIVEL	IV
PERÍODO LECTIVO	II Ciclo
TIPO DE CURSO	Optativo
MODALIDAD	17 semanas
NATURALEZA	Teórico - Práctico
CRÉDITOS	3
HORAS SEMANALES	8
HORAS PRESENCIALES	3 (2T – 1P)
HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	5
HORAS DE ATENCION AL ESTUDIANTE	1
HORAS DOCENTE	3
REQUISITO	Ajuste II
CORREQUISITO	Ninguno
DOCENTE	Jorge Moya Zamora

Descripción del curso:

Este es un curso de naturaleza teórico-práctico en el que se hace una especial profundización de los principales conceptos que permiten el posicionamiento sobre la Tierra a través de los Sistemas Satelitales de Navegación Global (GNSS) y particularmente aplicando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), tanto por su accesibilidad, como por su uso a nivel mundial. Se explican, además, los fundamentos teóricos necesarios para lograr calcular coordenadas geocéntricas de puntos sobre la superficie terrestre por medio la información recopilada por los receptores e información enviada por los satélites. Se contempla, además, una serie de conceptos geodésicos necesarios vinculados principalmente con los sistemas de referencia modernos y sistemas de tiempo los cuales son indispensables para el entendimiento de los conceptos teóricos del funcionamiento del GNSS y del posicionamiento. En el curso se dará un mayor énfasis desde el punto vista teórico a las diferentes observables GNSS y a los modelos matemáticos necesarios para el procesamiento de las observaciones. Se brindan conceptos en la parte del ajuste de redes GNSS y su evaluación, así como los conceptos modernos en los sistemas de corrección diferenciales, posicionamiento PPP y las redes de estaciones GNSS permanentes y particularmente el Sistema Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) como resultado del trabajo que efectúa el Centro Nacional de Procesamiento de Datos GNSS de la ETCG. Se analizan herramientas gratuitas como TEQC y BNC para la evaluación de datos GNSS. El curso se plantea de forma tal que los estudiantes, con la guía del profesor, apliquen las destrezas adquiridas en la carrera y puedan programar sus propias rutinas de cálculo usando como insumo la información consignada en diferentes archivos, además de ser capaces de determinar coordenadas de satélites y receptores primariamente sin necesidad de usar algún software comercial.

En la parte práctica, se usa el programa MatLab como herramienta fundamental para el desarrollo propio de las rutinas necesarias y adaptación de rutinas preexistentes, permitiéndoles a los estudiantes enfrentarse al problema de posicionamiento por medios satelitales y programar los algoritmos matemáticos necesarios para obtener una solución de coordenadas. Por tratarse de un curso que se ubica al final de la malla curricular, se asume que los estudiantes dominan los conceptos teóricos que sustentan el posicionamiento satelital, los diferentes métodos de medición y el procesamiento y ajuste de los datos.

Objetivo general:

Profundizar en los conceptos teóricos básicos de la geodesia espacial, de los algoritmos que permiten el posicionamiento satelital y en los resultados del ajuste de redes GNSS logrando una visión más integral que facilite la comprensión de los modelos matemáticos existentes mediante la programación de rutinas de cálculo basadas en la información de diferentes archivos obteniendo como producto primario el posicionamiento en tierra.

Objetivos específicos:

1. Estudiar los conceptos básicos de los Sistemas Satelitales de Navegación Global reforzando las bases teóricas necesarias para la comprensión de los modelos matemáticos que permiten el posicionamiento satelital.
2. Enseñar los conceptos modernos relacionados con corrección diferencial, influencia de los errores y redes de estaciones permanentes GNSS como base fundamental para un entendimiento necesario en cuanto a las potencialidades que ofrece el sistema GPS como herramienta fundamental de investigación en la geodesia moderna.
3. Verificar mediante la programación una serie de rutinas en lenguaje de MatLab los diferentes modelos matemáticos que permiten el posicionamiento de satelital logrando primeramente una independencia de los programas comerciales.
4. Ayudar en el fortalecimiento de las destrezas en materia de programación de rutinas de cálculo como herramienta indispensable en la formación profesional de los ingenieros en topografía y geodesia.

Contenido temático:**1. Geodesia espacial**

- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Técnicas de medición de la geodesia espacial
 - 1.2.1. Global Navigation Satellite System GNSS
 - 1.2.2. Satellite Laser Ranging SLR
 - 1.2.3. Very Long Baseline Interferometry VLBI
 - 1.2.4. Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite DORIS
- 1.3. Sistema de referencia celeste internacional ICRS
- 1.4. Marco de referencia celeste internacional ICRF
- 1.5. Sistema de referencia terrestre internacional ITRS
- 1.6. Marco de referencia terrestre internacional ITRF
- 1.7. Transformaciones entre los sistemas y marcos geocéntricos de referencia
- 1.8. Organismos internacionales vinculadas con la geodesia
 - 1.8.1. Organización y funcionamiento
 - 1.8.2. Principales productos ofrecidos
- 1.9. Sistemas de tiempo

2. Conceptos básicos sobre órbitas

- 2.1. Generalidades
- 2.2. Movimiento Kepleriano
- 2.3. Tipos de efemérides

- 3. Introducción al GNSS**
 - 3.1. Principio básico del funcionamiento GPS
 - 3.2. Constitución del sistema GPS
 - 3.3. Segmentos del sistema GPS
- 4. Estructura de la señal**
 - 4.1. Fundamentos propagación de ondas
 - 4.2. Espectro electromagnético
 - 4.3. Variaciones de la señal
 - 4.4. Composición de la señal
 - 4.5. Procesamiento de la señal
- 5. Observables GPS**
 - 5.1. Ecuación de pseudodistancias por código
 - 5.2. Ecuación de pseudodistancias por fase
 - 5.3. Combinación de datos
 - 5.4. Formato RINEX de observación
 - 5.5. Formato RINEX de navegación
 - 5.6. Chequeo de archivos rinex
- 6. Fuentes de error en mediciones GNSS**
 - 6.1. Tipos de errores
 - 6.2. Errores en satélites y órbitas
 - 6.3. Errores atmosféricos
 - 6.4. Errores en el receptor
 - 6.5. Indicadores de precisión
 - 6.6. Influencia causada por la ionósfera
 - 6.7. Influencia causada por la tropósfera
- 7. Métodos de observación y posicionamiento**
 - 7.1. Métodos de observación
 - 7.1.1. Según observables
 - 7.1.2. Según movimiento del receptor
 - 7.2. Posicionamiento Preciso de Punto (PPP)
 - 7.2.1. Principio
 - 7.2.2. Ventajas y desventajas
 - 7.2.3. Servicios en línea para PPP
- 8. Modelos matemáticos para el posicionamiento**
 - 8.1. Combinaciones de la fase
 - 8.1.1. Diferencias simples
 - 8.1.2. Diferencias dobles
 - 8.1.3. Diferencias triples
 - 8.2. Determinación de ambigüedades
- 9. Correcciones diferencias**
 - 9.1. Cinemático en tiempo real RTK
 - 9.2. Formatos de transmisión de datos
 - 9.3. Protocolo NTRIP
 - 9.4. Sistemas de correcciones diferencias
 - 9.5. DGNSS, SBAS

10. Ajuste de redes GNSS

10.1. Parámetros para la evaluación de redes GNSS

11. Redes de estaciones GNSS permanentes

11.1. Redes de estaciones GNSS permanentes internacionales

11.2. Procesamiento de la red SIRGAS-CON

11.3. La red de estaciones GNSS SIRGAS de Costa Rica

Bibliografía:

Berné, J. L., A. B. Anquella y N. Garrido (2014). GNSS. GPS: fundamentos y aplicaciones en geomática. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 420 pp.

Gleason, S. y D. G. Egziabher (2009). GNSS Applications and Methods. British Library Cataloguing in Publication Data. EE. UU. 528 pp.

Grafarend, E., F. W. Krumm y V. Schwarze. Editors (2003). Geodesy The Challenge of the Third Millennium. Springer Verlag. Berlín, Alemania. 469 pp.

Greval, M., L. Weill y A. Andrews (2001). Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration. Editorial Wiley. EE.UU. 409 pp.

Hofmann-Wellenhof, B., H. Lichtenegger y E. Wasle (2008). GNSS Global Navigation Satellite Systems. GPS, GLONASS, Galileo and more. Springer Wein New York. EE. UU. 546 pp.

Leik, A., L. Rapoport y D. Tatarnikov (2015). GPS Satellite Surveying. Editorial Wiley. 4ta edición. New Jersey, EE.UU. 836 pp.

M. Hooijberg (2008). Geometrical Geodesy. Springer New York. EE. UU. 437 pp.

Misra, P. y P. Enge (2013). Global Positioning System Signals, Measurements and Performance. Ganga-Jamuna Press. EE. UU. 567 pp.

Núñez-García del Pozo, A., J. L. Valbuena y J. Velasco (1992). GPS: La nueva era de la topografía. Ediciones de las Ciencias Sociales. Madrid, España. 236 pp.

Plag, H. P. y M. Pearlman (2009). Global Geodetic Observing System Meeting the Requirements of a Global Society on a Changing Planet in 2020. Springer. New York, EE. UU. 367 pp.

Prasad, R. y M. Ruggieri (2005). Applied Satellite Navigation Using GPS, GALILEO, and Augmentation Systems. British Library Cataloguing in Publication Data. EE.UU. 389 pp.

Seeber, G. (2003). Satellite Geodesy. 2nd completely revised and extended edition. Walter De Gruyter. New York. EE. UU. 612 pp.

Torge, W. (2001). Geodesy. 3ra. Edición. Walter De Gruyter. New York. EE. UU. 427 pp.

W. M. Kaula (2000). Theory of Satellite Geodesy Applications of Satellite to Geodesy. Dover Publications. Inc. New York. EE. UU. 124 pp.

Xu, G. (2007). GPS Theory, Algorithms and Applications. Springer Verlag. Berlin, Alemania. 340 pp.

Xu, G. (2008). Orbits. Springer Verlag. Berlin, Alemania. 242 pp