

2

Asignatura: **ASTRONOMÍA GEODÉSICA**
TIPO MODELÍSTICO - EXPERIMENTAL

Créditos asignados: 10

Objetivo de la asignatura:

Tomando en cuenta las nuevas técnicas de posicionamiento satelital, el objetivo de la astronomía geodésica es complementar el posicionamiento para el estudio del campo de gravedad terrestre, ya que provee una herramienta básica para evaluar la desviación de la vertical o sea la inclinación del geode con respecto a un elipsoide de referencia seleccionado, así como conceptos básicos de la medida del tiempo, los distintos sistemas de referencia y los fundamentos del movimiento kepleriano.

Metodología de la Enseñanza

El curso comprende una carga teórica de 5 horas semanales y de 2 horas de práctico. Se prevé una dedicación del educando de 3 horas semanales aparte de las curriculares.

El contenido de las clases prácticas se desarrollará en dos áreas:

- Ejercicios de cálculo para establecer la íntima relación del lenguaje y los algoritmos que necesariamente deben establecerse entre la base práctica y la teoría.
- Práctica de campo para familiarizar al estudiante con el manejo del instrumental y aplicar los métodos de determinaciones desarrollados en el curso teórico, contrastando los resultados de las observaciones con los cálculos teóricos.

Temario

CURSO TEÓRICO

- Relación entre la Astronomía y la Geodesia** - La medida de Eratóstenes. Concepto de Curvatura y Radio de Curvatura. Coordenadas Geográficas: Astronómicas y Geodésicas. Desviación Relativa de la Vertical. Ecuación de Laplace. Geodesia por Satélites: Triangulación estelar; Aspecto radioeléctrico (transit); Sistema GPS; Interferometría (VLBI); Aspecto dinámico.
- Descripción geocéntrica y topocéntrica de los fenómenos Astronómicos** Astros con desplazamientos propios: Sol, Luna, Planetas. Representaciones. Aplicaciones. Posiciones Especiales. Formulas de resolución. Coordenadas rectangulares: Geocéntricas, Topocéntricas y Heliocéntricas. Transformaciones. Posiciones estelares. Posiciones del Sol, Luna y Planetas. Posiciones de los Satélites Artificiales. Coordenadas Diferenciales. Variación de las coordenadas celestes locales en función del Tiempo Sideral. Ejemplos de aplicación. Reducción de las observaciones al Meridiano.
- Tiempo astronómico: problema de la medida del tiempo. Tiempo Solar** - Tiempo Sidéreo. Irregularidades que lo afectan. Unidades de tiempo: verdadero y medio. Ecuación del tiempo. Ecuación de los Equinoccios. Años solares: Sideral, Trópico y Anomalístico. Intervalos de tiempo y sus transformaciones. Tiempo civil. Tiempo universal. Hora legal. Datos que formulan las Efemérides y Anuarios. Aplicaciones
- Nuevas escalas de tiempo Astronómico** - Concepto de escalas de tiempo. Principio fundamental. Escalas compatibles. Introducción del concepto de tiempo como función de las posiciones observadas. El efecto de la variación de la unidad del tiempo sobre el movimiento de los cuerpos celestes. Aceleración ficticia. Variaciones del movimiento de rotación terrestre. Reloj patrón. Movimiento de traslación de la Tierra. Tiempo de efemérides. Determinación del ΔT . Meridiano de efemérides. Longitudes geográficas efeméricas. Tiempos universales: TU0, TU1 y TU2. Tiempo Dinámico Terrestre (TDT); Tiempo Atómico Internacional y Tiempo Dinámico Baricéntrico. Segundo Internacional (SI). Tiempo Universal Coordinado (TUC). Relaciones y transformaciones.
- Posiciones estelares: variaciones que la afectan. Correcciones. Planteamiento general del problema** - Carácter de las correcciones. Circunstanciales: Refracción Astronómica; Depresión del Horizonte. No circunstanciales: Precesión; Nutación; Aberración Anual; Paralaje Anual; Movimientos Propios; Aberración Diurna.

A- Análisis teórico de los fenómenos que afectan a las posiciones estelares.

- Fenómenos que afectan las direcciones de los planos fundamentales de referencia (ecuador celeste y eclíptica); irregularidades:

- a) seculares: precesión
 - b) periódicas: nutación; precesión general (lunisolar y planetaria); nutación lunisolar; término principal de la nutación.
- 2) Fenómenos provocados por el desplazamiento relativo:
- a) por la traslación de la Tierra alrededor del Sol (paralaje anual; aberración anual)
 - b) por la rotación de la Tierra (paralaje diurna y aberración diurna)
 - c) por el movimiento propio de las estrellas en la Galaxia.

Posiciones estelares. Posiciones aparentes verdaderas y medias - Reducción de las posiciones. Reducciones al año; reducción al día. Fórmulas rigurosas y aproximadas. Números de Bessel y números independientes. Catálogos estelares, anuarios y efemérides. Problemas de reducción: directo y recíproco.

3) Correcciones de carácter circunstancial: Refracción astronómica y Depresión del horizonte.

Análisis Teórico - Teoría de la refracción: 1a. aproximación. Ley de Gladstone y Gale. 2a. aproximación. Fórmula de Laplace. Refracción accidental. Refracción horizontal. Tablas. Correcciones por temperatura y presión. Refracción terrestre. Depresión del horizonte. Espejismos. Aplicaciones.

B- Posiciones del Sol, la Luna, Planetas y Satélites. Correcciones Correspondientes

Coordenadas tabulares del Sol, la Luna y los Planetas. Reducción de las mismas para el lugar e instante de observación. Correcciones por paralaje diurna y aberración. Constantes de paralaje ecuatorial horizontal del Sol y de la Luna. Factores de paralaje. Correcciones por semidiámetro aparente y refracción. Aplicaciones.

6. **Instrumentos: descripción y teoría instrumental** - Equipo instrumental destinado a una operación astronómica.

- 1) Equipo astronómico propiamente dicho - Instrumentos universales; teodolitos; instrumentos de pasos; anteojo meridiano; telescopio cenital. Ajustes de los instrumentos. Influencia de los errores instrumentales y su eliminación. Métodos de observación.
- 2) Instrumentos para la medición del tiempo - Relojes astronómicos de observatorio: relojes de péndulo; relojes moleculares; relojes de cuarzo; cronómetros. Estado absoluto y marcha horaria. Cronógrafos de planillas y de bandas. Registro de los instantes de observaciones.

7. **Instrumentos: transmisión y difusión del tiempo** - Recepción y conservación de la hora. Bureau Internacional de la Hora. Boletín Horario. Horas semi-definitivas y definitivas. Señales horarias. Particularidades de los registros: retardos. Métodos de las coincidencias acústicas. Errores instrumentales: su determinación y eliminación. Constantes instrumentales. Preparación de las observaciones. Fórmulas de reducción: de Mayer-Bessel. Aplicaciones.

8. **Determinaciones de las coordenadas geográficas** - Operaciones preliminares.

- 1) Determinación de la corrección del reloj. Selección de los métodos correspondientes. Pasos por el vertical primario. Errores de las observaciones.
- 2) Orientación del instrumento en acimut. a) Acimut de una dirección terrestre. b) Acimut a tiempo conocido en el instante del paso por el almícantarada de 60° de altura. c) Idem en los instantes de las máximas elongaciones. d) Observaciones con el Sol. Programas de las observaciones. e) Registros meridianos. Reducción al meridiano.

9. **Determinaciones de las coordenadas geográficas** - Determinaciones aisladas.

- 1) Determinación de la latitud por registros meridianos, por alturas circunmeridianas, por alturas extra meridianas a tiempo conocido. Programa de las observaciones. Reducción de las mismas.
- 2) Determinación de la longitud geográfica por registros de tiempos. Comparación de los tiempos locales. Señales radio-horarias. Programa de las observaciones y reducción de las mismas.
- 3) Determinación de la latitud geográfica por el método de Horrebow-Talcott. Precisión de los resultados.

10. **Determinaciones de las coordenadas geográficas** - Determinaciones simultáneas.

- 1) Por el método de las rectas de altura.
- 2) Por el método de Gauss.

11. **Variaciones de las coordenadas geográficas** - Desplazamientos de los polos geográficos. Teoría de Euler y Chandler. Poloides. Coordenadas instantáneas y medias. Servicio Internacional de Latitudes. Programas correspondientes. Estaciones de observación.

CURSO PRÁCTICO

Comprende tres partes:

I) Cálculos; II) Manejo y uso del equipo instrumental y práctica; III) Determinaciones astronómicas de las coordenadas geográficas del punto de estación. Estas tres partes comprenden:

I) **Cálculos** - Corresponden a los distintos ejemplos seleccionados y que implican: a) manejo y uso de las efemérides y catálogos estelares; b) reducción de las posiciones estelares. c) circunstancias locales de los fenómenos astronómicos y correcciones correspondientes; d) cálculos necesarios para la preparación de las observaciones, así como la reducción de las mismas, a los efectos de la correcta interpretación.

II) **Práctica instrumental y de los Métodos de observación** - Esta labor implica: a) manejo y uso de los instrumentos disponibles en el Instituto de Agrimensura a saber: Teodolitos Wild T2 y T3; Kern DKM2; Astrolabio de prisma; Prisma de Roeloff; Cronómetros de Marina de batido sidéreo y medio; Cronógrafo de 4 plumillas Favag; receptores de señales horarias; etc. b) Prácticas de recepción y registro de la hora. c) Práctica de los distintos métodos de observaciones astronómicas concretándose como operaciones preliminares las siguientes:

1) Determinación de las constantes instrumentales.
 2) Determinación de la corrección del reloj.
 3) Orientación del instrumento en acimut. Determinación del acimut de una dirección terrestre.
 Para las determinaciones con prisma objetivo (adaptable al Wild T3) deberán efectuarse las correspondientes verificaciones:

- 1) Nivelación.
- 2) Orientación.
- 3) Autocolimación.
- 4) Iluminación

III) **Determinación de las Coordenadas Geográficas: Latitud y Longitud** - Se efectuarán de acuerdo a uno de los métodos estudiados en el Teórico:

- 1) Determinación de la corrección del reloj y de la Latitud por el Método de Gauss;
- 2) Determinación de las coordenadas geográficas por el Método de las Rectas de Altura.

CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

Son recomendados conocimientos básicos en:

1. Calculo diferencial. Desarrollos en series. Calculo integral.
2. Calculo matricial
3. Trigonometría esférica
4. Óptica geométrica
5. Mecánica newtoniana. Problema de los dos cuerpos

BIBLIOGRAFIA

1. Traite de Geodesie - Tardie et Laclavere - Tomo 11 - "Astronomie de Position" Edit. Gauthier-Villars Libraire du Bureau du Longitudes. Paris 1951
2. Spherical Astronomy - W.M. Smart Edit. Cambridge - At the University Press 1962, London. N W 1
3. Astronomie Generale - Andre Danjon - Edit. J y R. Sennac - Paris IX 1952/1953
4. Spherical Astronomy. E. Woolard-G. Clemence - Edit. Academic Press. N York and London. 1966 - ISBN-65-26416
5. Geodesy - Bomford - Edit. Oxford at the Clarendon Press. 1962
6. Nociones de Geodesia - Mascheroni - Edit. Alsina. Buenos Aires 1952
7. Astronomía - F. Martín Asín - Edit. Paraninfo. Madrid 1979 - ISBN-84-283-1028-9
8. Determinations Astronomiques en Campagne - Michel Duhamel - Edit. Institut Geographique National. Paris 1973
9. Spherical Astronomy. Robin M Green. - Cambridge University Press 1993 - ISBN 0-521-31779-7

Apuntes confeccionados:

- I) "Curso de Astronomía de Posición" Primera parte (Temas del Programa (1), (2) y (4); esta parte está confeccionada en forma esquemática y son recomendables como Guía Teórica abarcando unas doce planillas).

- II) "Objeto de la Astronomía de Posición" Relación entre la Astronomía y la Geodesia. Año 1976. Ediciones de la División Publicaciones de la Universidad de la República. Prof. Gladys Vergara.
- III) "Tiempo" Aspecto teórico del problema. Año 1976. Ediciones de la División Publicaciones de la Universidad de la República. Prof. Gladys Vergara.
- IV) "Correcciones Circunstanciales" Teoría de la Refracción Astronómica. Depresión del Horizonte. Aberración Diurna. Prf. Gladys Vergara
- V) "Curso de Astronomía Geodésica" Aun en elaboración, se publicará en la Oficinas de Publicaciones del CEI. Prof. Gladys Vergara - Rafael Tornini

ANEXO

Materia donde se ubica esta asignatura: GEODESIA

CRONOGRAMA TENTATIVO

| Semana | Teórico | Práctico |
|--------|---------|----------|
| 1 | 1 | |
| 2 | 2 | |
| 3 | 3 | |
| 4 | 3 | |
| 5 | 4 | |
| 6 | 4 | |
| 7 | 5 | |
| 8 | 5 | |
| 9 | 6 | II |
| 10 | 7 | II |
| 11 | 8 | II |
| 12 | 8 | III |
| 13 | 9 | III |
| 14 | 10 | III |
| 15 | 11 | |

Modalidad del Curso y Procedimiento de Evaluación

Teoría y Ejercicios

Su Carga horaria semanal se dividirá en clases teóricas y clases prácticas en el tiempo necesario a la temática en estudio. Las clases prácticas se dividen en:

1. Cálculo - prácticos de ejercicios.
2. Prácticas de Campo - Determinaciones.

Aprobación del Curso

- 1) Asistencia
 - a) Teórico: Libre
 - b) Prácticos de ejercicios: 80%
 - c) Práctico de campo: 100%
- 2) Entrega de trabajos
 - a) Ejercicios de cálculo: 80%
 - b) Informe y aprobación de práctico de campo: 100%
- 3) Dos pruebas parciales serán obligatorias, requiriéndose un puntaje mínimo promedio del 25% para la aprobación del curso.

Las dos pruebas consistirán de una parte de cálculo y de un cuestionario sobre los aspectos teóricos.

1ra. prueba parcial - abarcará los temas 1, 2, 3 y 4 del temario respectivo.

2da. prueba parcial - abarcará los temas 5, 8, 9, 10 y 11 del temario respectivo.

Aprobación de la Asignatura

Exoneración - si el puntaje promedio de las pruebas parciales obligatorias es superior al 60%, se exonerará del examen.

Examen - si el puntaje promedio de las pruebas parciales se encuentra entre el 25% y el 60%, el estudiante deberá rendir un examen que constará de:

- 1) Una prueba escrita eliminatoria de cálculo.
- 2) Una prueba oral sobre los temas del programa

Repetición del Curso

Deberá repetirse el curso en caso de no obtenerse la ganancia del mismo conforme al apartado anterior referente a Ganancia del Curso.

Aprobado por Res. del Consejo el 24.9.01 -Exp. 060110-000594-01