

**REVISTA
ASTRONOMICA**

FUNDADOR: CARLOS CARDALDA

ORGANO DE LA

ASOCIACION ARGENTINA AMIGOS DE LA ASTRONOMIA

(Personeria Juridica por decreto de mayo 12 de 1937)

SUMARIO

Acta de la Asamblea Ordinaria anual de socios... 1

Medición del tiempo y relojes astronómicos
por el Doctor Sergeis J. Slaucitajs..... 6

Bibliografía - Construcción de telescopios..... 29

Algunos problemas prácticos de la mecánica
celeste 30

ASOCIACION ARGENTINA AMIGOS DE LA ASTRONOMIA

Comisión Directiva Año 1962

Presidente	Sr. Carlos L. Segers
Vicepresidente	Dr. Angel A. Papetti
Secretario	Sr. Augusto E. Osorio
Prosecretaria	Srta. Velia A. Schiavo
Tesorero	Sr. Carlos E. Gondell
Protesorera	Srta. Anyta Olivera
Vocal titular	Sr. Mario Vattuone
" "	" Heriberto A. Viola
" "	" Gregorio Lipkin
Vocal Suplente	" Carlos Antonioli
" "	" Ing. Emilio Falise
" "	" Víctor R. Olano

COMISION REVISORA DE CUENTAS

Sres. Emigdio Di Paolo, José L. Pena y Emilio Stefanelli.

COMISION DENOMINADORA PARA EL AÑO 1961

Sres. Antonio Mannuccia, Fco. Poletti y Angel O. Vasconi.

Señor Asociado:

Ha comenzado la construcción del albergue para uno de los instrumentos adquiridos. Ello ha sido posible gracias a la forma entusiasta con que muchos consocios han respondido al llamado de la Comisión Directiva para reunir fondos.

SI USTED AUN NO LO HA HECHO, ESPERAMOS SU APOYO, pues pronto habra que construir una cúpula más.



Director

Sr. Augusto E. Osorio

Secretario

Ing. Ernesto Marín

Redacción

Srta. Anyta Olivera

Sr. Heriberto A. Viola

Dirigir la correspondencia a la Dirección

No se devuelven los originales

La Dirección no se responsabiliza de las opiniones de los autores
en los artículos publicados

DIRECCIÓN DE LA REVISTA

AVENIDA PATRICIAS ARGENTINAS 550

(Parque Centenario)

T. E. 88 - 3366

BUENOS AIRES

Registro Nacional de la Propiedad Intelectual No. 513.470

Distribución Gratuita a los Señores Asociados

ACTA DE LA ASAMBLEA ORDINARIA ANUAL DE SOCIOS

(30 de Marzo de 1963)

Socios presentes: A. Argüelles, D. Baudracco, J.B. Berrino, A. Calleja, V. Capolongo, M. Coppola, J. Cousido, J.C. Cruzelles, A. Ferdman, E. Gaviola, C.E. Gondell, G. Lapidó, J. Lauletta, A. Mianuccia, G. Mansilla, F.J. Molina, M.A. Muñoz, M. Odriozzola, A. Olivera, L.R. Orliac, A.E. Osorio, E. Palasi, J.L. Pena, F. Poletti, G. Poletti, J. Rabanillo Caballero, S. Romano, C.L. Segers, M.J. Siccardi y L. Silva.

Socios que votaron por correo (Art. 27 de los Estatutos): E.F.B. de Maveira, D.R. Sanfeliá, H. Berra, C. Mignaco, A. Pegoraro, R. Sampietro, M. Tornquist, A. Millé, J.M. del Campo, D. Spinetto, O. Penazzio, E. Minieri, M. Perruelo, H. Otonello, C. Pansera, H.F. Brown, V. Lehmann, A. Papetti, E. Bontempo, A. Maveira, R. Lequerica, C. Gonzalez Beaussier, J. Magera, A.J. Fesquet, A. Borzone, J. Saha-de, E. Leedham, J. Bussolini, F. Durando, A.R. Maveira, C. Anesi, E. Perez, F. Valsecchi, M. Rodriguez Laredo, V.C. de Maveira, W.C. Wermelskirch, H. Viola, J. Mestres, M. Pastor, B. Fisher, F. Moisés, P. Merlini, R. Platero, R. Orofino, L. Pagani, H. Incarnato, G. Lipkin, R. Ascorti, A. Bagnoli, J. Fernandez, L. de Messuti, H. Ducá, F. Curzi, M. Chercoff Justo, E. Ferraz, A. Horne, J. Mobas, J.J. Pazzi, R. Schwartz, D. Sgardellis, M. Garcia Costa, A. Imbelloni, C. Franzetti, J.A. Camponovo, A. Costa, A. Di Gioia, C. Arrese, E. Campitelli, E. Falise, J. T. Sojo, R. Huberman, V. Dufau, V. Baldosera, O. Cánepa, T. Ayliffe, J. Furlani, A. Brancato, O. Bechis, J. Grasso, S. Sumany, J. Sorensen, C. Antonioli, O. Villars, A. Ayo, C. Timpanaro, P. Monjo, R. Volkin,

A. Astudillo, E. Pereyra, A. Anselmi, F. García, H. Martínez, J. Deschamps, J. Marengo, M. Percowics, A. Riselli, A. Adenallan, A. Aldinger, F. Menicucci, E. Touyas, L. Campi, M. Barriuzzo, J. Campos, P. Branca, R. Flores, M. Pottarce, M.S. de Mannuccia, A. Maynet, A. del Gaiso, F. López García, E. Guerra, M. Petricovich, F. Fontanet, A. Vallejo, A. Ruffo, R. Genzano, C. Castiñeiras, J.C. Muzzio, E. Pollak, A. Irungaray, J. Ruzantti, C.M. Machain, G. Pugliese, M. de Luca, R. Gargiulo.

En Buenos Aires, a 30 días del mes de Marzo de 1963, El Presidente Sr. Carlos L. Segers, declara abierta la Asamblea Ordinaria Anual de Socios a las 18 y 30 horas, después de cumplido con exceso el plazo estipulado en el Art. 30 de los Estatutos, con la asistencia de las personas citadas precedentemente para tratar el siguiente Orden del Día:

- 1º - Lectura y aprobación del Acta de la Asamblea anterior.
- 2º - Lectura y aprobación de la Memoria y Balance General, Cuenta de gastos y Recursos e Inventario al 31 de Diciembre de 1962.
- 3º - Elección de miembros para desempeñar los cargos de Secretario, Prosecretario, Vocales, Titulares y Vocal Suplente, por cesación de mandato, en reemplazo del Sr. Augusto E. Osorio, Srta Velia Schiavo, Sres, Heriberto A. Viola, Emilio Falise; y miembros adicionales conforme al nuevo Estatuto, tres Vocales Titulares por términos de tres, dos y un año.
- 4º - Elección de tres miembros para integrar la Comisión Revisora de Cuentas para el año 1963, en reemplazo de los señores Egnidio Di Paolo, José L. Pena y Emilio Stefanelli.
- 5º - Elección de tres miembros para integrar la Comisión Denominadora para el año 1963, en reemplazo de los Sres. Antonio Mannuccia

Francisco Poletti y Angel Vasconi.

6º - Aumento de la cuota social.

7º - Designación de dos socios presentes para que firmen el Acta de esta Asamblea, conjuntamente con el Presidente y Secretario.

El Secretario, Sr. Augusto E. Osorio, lee el Acta de la Asamblea anterior, la que se pone a consideración y resulta aprobada por unanimidad.

Al iniciarse la consideración del punto Nº 2 del Orden del Día, el Sr. Pena sugiere que no se lea el Balance General, Cuenta de Gastos y Recursos e Inventario al 31 de Diciembre de 1962, por cuanto ha estado expuesto en la cartelera del hall de la sede social durante 90 días y además se detalla en el último Boletín (Año 7, Nº 13), publicado por la Asociación.- Esta sugerencia se aprueba por unanimidad y el Sr. Segers procede a leer la Memoria del Ejercicio correspondiente al año 1962. Una vez finalizada la lectura de la misma no se formularon observaciones, aprobándose también por unanimidad.

Para dar cumplimiento al punto Nº 3 del Orden del Día, el Presidente Sr. Segers, de conformidad con la Asamblea designa la Junta Escrutadora, compuesta por los Sres. V. Capolongo, M. Siccardi y A. Arguelles, la que de inmediato procede a verificar las firmas de los socios que votaron por Correo y recibir el voto de los socios presentes para realizar el escrutinio.

Votaron por correo 126 socios y 30 presentes con derecho a voto, sumando un total neto de 156 votos. El escrutinio arrojó las siguientes cifras:

Para Secretario por tres años:

Sr. Augusto E. Osorio	152	votos
Sr. Ambrosio Camponovo	1	"
Dr. Pedro P. Muñoz	1	"
Srta. Velia Schiavo	1	"
En blanco	1	"

Para Pro-secretario por tres años:

Ing. Juan B. Berrino	152	votos
Srta. Velia Schiavo	1	"
En blanco	3	"

Para vocales titulares por tres años:

Sr. Heriberto H. Viola	144	votos
Srta. Velia Schiavo	1	"
En blanco	11	"
Dr. Jorge Sahade	148	"
Sr. José L. Pena	1	"
En blanco	7	"

Para Vocal Titular por dos años:

Prof. Fernando A. Ravioli	153	votos
En blanco	3	"

Para Vocal Titular por un año:

Dr. Pedro P. Muñoz	152	votos
En blanco	4	"

Para Vocal Suplente por tres años:

Sr. Antonio Mannuncia	147	votos
Sr. Enrique Touyaa	1	"
Sr. Ambrasio Camponovo	2	"
Sr. Lino Campi	1	"
En blanco	5	"

Conforme al punto N° 4 del Orden del Día, la Asamblea elige para integrar la Comisión Revisora de Cuentas para el año 1963 a los Sres. José L. Pena, Emilio Stefanelli y Carlos Crouzelles.

Continuando con el item N° 5, La Asamblea designa para integrar la Comisión Denominadora a los Sres. Francisco Poletti, Demóstenes Baudraco y José Cousido, que se desempeñaran durante el año 1963.

Al considerarse el punto N° 6 del Orden del Día, aumento de la cuota social, el Sr. Presidente expone la situación de la Asociación afectada por el aumento de los gastos. El Sr. Pena y varios socios estiman que corresponde un aumento de 75 pesos a la cuota trimestral actual, o sea, llevarla a 150 pesos por trimestre, lo que resulta aprobado por unanimidad.

En cuanto al punto N° 7, El Presidente designa a indicación de varios socios, a los Sres. José Cousido y Alberto Ferdman, para firmar el Acta de esta Asamblea, conjuntamente con el Secretario y Presidente.

El Sr. Pena pide la palabra para destacar la eficiente labor desarrollada por la Comisión Directiva y solicita un voto de aplauso para la misma. La Asamblea lo otorga y el Presidente agradece en nombre de la Comisión Directiva y propio, levantando la sesión a las 20 y 30 horas.

Augusto E. Osorio
SECRETARIO

Carlos L. Segers
PRESIDENTE

MEDICIÓN DEL TIEMPO Y RELOJES ASTRONÓMICOS

Doctor SERGEJS J. SLAUCITAJŠ^x

Cualquier medición de tiempo se basa sobre las determinaciones astronómicas.

Todas las personas necesitan del tiempo, indistintamente, ya sea para los usos comunes de la vida diaria o también, en otros aspectos, por ejemplo: el cronometrista para el control de los relojes, el navegante para determinar la posición del buque, en el desierto oceánico, como así también los astrónomos o físicos para fines puramente científicos todos ellos son beneficiarios de la determinación astronómica del tiempo, que es la única en condiciones de reproducir en todo instante la relación entre el giro de la Tierra alrededor de su propio eje - base clásica de nuestra medida de tiempo - y el tiempo necesario para las actividades de la vida humana.

Así como la unidad de medida de masa es un gramo, de longitud un centímetro cuyo peso o medida se han fijado para siempre perfectamente claros y por consiguiente en cualquier instante son fáciles de reproducir de nuevo, del mismo modo piensa mucha gente que con el tiempo ocurre lo mismo.

Las personas que se ocupan de la determinación del tiempo, saben, sin embargo, que también hoy en día no existe un reloj -guir-

^x Jefe del Departamento de Astrometría Meridiana y Servicio de la Hora en el Observatorio Astronómico y Profesor titular con dedicación exclusiva en la Escuela Superior de Astronomía y Geofísica de la Universidad Nacional de la Plata.

da-tiempo- tal, que una vez conectado con el giro de la Tierra y desde este instante en adelante, muestre siempre el tiempo exacto, uniforme. El hecho de la falta de un reloj con una marcha exacta, rigurosamente uniforme, es la razón de no tener para la tercera unidad de nuestro sistema de medidas, CGS, es decir, para el tiempo, una medida fija y firme, fácil de reproducir, como en el caso de masa y longitud.

Además el tiempo, dado por el giro de la Tierra alrededor de su eje, no coincide con el tiempo adecuado para la vida civil y por eso es necesaria una reducción del tiempo obtenido del giro de la tierra alrededor de su eje, llamado sidéreo, al tiempo civil, que usamos en la vida práctica.

Un giro completo de la Tierra alrededor de su eje propio, se llama día sidéreo. En la vida civil no podemos usar esta unidad como medida del tiempo, ya que la ocupación de la gente está íntimamente relacionada con el curso del Sol. El día sidéreo se reemplaza por el día solar, es decir, por el intervalo de tiempo entre dos pasajes consecutivos del Sol verdadero por la línea Norte-Sur del lugar del observador, llamado meridiano del observador.¹⁾

La Tierra se mueve en el espacio, no solamente realizando el giro alrededor de su eje propio, sino, al cabo de un año, completa una órbita elíptica, trasladándose alrededor del Sol. Con otras palabras, la Tierra se traslada alrededor del Sol sobre una elipse, en uno de cuyos focos se encuentra éste y por eso la Tierra se halla en distintas distancias (más cerca o más lejos) del mismo. Estas diferentes distancias originan distintas velocidades de la Tierra en su órbita. Así, en nuestro hemisferio, en verano la Tierra se mueve más rápidamente en el espacio que en invierno.²⁾

-
- 1) Principio del día solar verdadero, 0^h , es el instante cuando el sol llega al llamado ángulo horario igual a 12^h -media noche verdadera: 0^h del tiempo sidéreo- cuando el ángulo horario del Punto Vernal es igual a 0^h . Pero ésta no es la única diferencia. El ángulo horario del Sol coincide solamente en un momento determinado con el ángulo horario del Punto Vernal, es decir, cuando el Sol se encuentra en este punto. El tiempo sidéreo difiere del tiempo solar verdadero por la llamada ascensión recta del Sol. Para obtener el tiempo sidéreo, tenemos que adicionar al tiempo verdadero solar una magnitud positiva. Ya que la ascensión recta del Sol durante su movimiento anual aparente permanentemente crece, resulta el tiempo solar verdadero siempre atrasado, respecto al tiempo sidéreo. Durante un año la ascensión recta del Sol varía en 24^h , entonces, en un año, el tiempo sidéreo adelanta por el mismo valor, respecto al tiempo verdadero solar. Es decir, el día sidéreo puede comenzar en cualquier momento del día solar, recorriendo durante el año el día solar verdadero.
 - 2) Ya que el plano de la eclíptica está inclinado respecto al plano del ecuador -oblicuidad media de la eclíptica igual aprox. a $23^{\circ}5'$ - sólo por esta razón, la ascensión recta del Sol no ha variado uniformemente y aún suponiendo que la velocidad orbital de la Tierra fuese constante.

El movimiento aparente del Sol sobre la esfera celeste es la

suma de dos movimientos: del movimiento aparente de la esfera celeste y del movimiento propio del Sol. El movimiento propio del Sol es consecuencia de la rotación de la Tierra alrededor de su eje y traslado alrededor del Sol. La rotación de la Tierra alrededor de su eje, en su primer aproximación, la podemos considerar como un movimiento uniforme, pero no así la traslación alrededor del Sol. Por ende, el movimiento aparente del Sol sobre la esfera celeste, que se compone de dos movimientos: uniforme y no uniforme, será irregular y por eso, la duración del día solar verdadero resultará variable.

Esta irregularidad es la causa de la imposibilidad de usar, como unidad básica de tiempo, la duración del día solar verdadero.

Para poder poner en concordancia estas complicadas relaciones de carácter mecánico celeste que ofrece la naturaleza, con la exigencia de ajustar nuestras tareas de vida diaria, los astrónomos han introducido un Sol artificial, es decir, no existente.

Bajo el nombre de "sol medio", que origina el día medio, se entiende un punto ficticio que con una velocidad constante en su movimiento aparente durante el año recorre el ecuador celeste.

La diferencia entre las posiciones del Sol verdadero y el sol medio se llama "Ecuación del tiempo", cuyo valor se puede calcular para cada día del año (está dado en las llamadas Efemérides astronómicas). La diferencia con el tiempo verdadero llegan hasta aproximadamente un cuarto de hora y cuatro veces en el año es igual a cero.³⁾

3) Ecuación de tiempo es la diferencia de ascensiones rectas del Sol verdadero y del sol medio. Entonces, para el cálculo de la ecua-

ción de tiempo, se necesita conocer también la ascensión recta del sol medio. La ascensión recta del Sol verdadero es observable, o dada, por la teoría del movimiento de la órbita terrestre.

La ascensión recta del sol medio se obtiene introduciendo un sol medio ficticio más, llamado "primer sol medio" que se mueve sobre la eclíptica. Se tiene:

Primer sol medio: Se mueve con una velocidad constante sobre la eclíptica y junto con el Sol verdadero pasa por el perihelio, punto donde la Tierra se encuentra más cerca del Sol.

Segundo sol medio: Se mueve con una velocidad constante sobre el ecuador celeste y pasa junto con el primer sol medio por el Punto Vernal.

La ascensión recta del segundo sol medio es igual a la longitud astronómica del primer sol medio ficticio.

Para evitar la circunstancia, si el principio del día solar medio no ha diferido mucho del principio del día solar verdadero, el primer sol medio ficticio debe pasar junto con el Sol verdadero por el perihelio. Según esta condición el primer sol medio no se alejará mucho del Sol verdadero en longitud astronómica. El segundo sol medio no se alejará mucho del primer sol medio en ascensión recta, ya que la ascensión recta de este punto ficticio es siempre igual a la longitud astronómica del primer sol medio. Ambos soles ficticios pasan en el mismo tiempo por los equinoccios. De aquí se deduce fácilmente que el principio del día medio solar, referido al segundo sol medio ficticio, no puede diferir mucho del principio del día solar verdadero.

En lugar del "Sol verdadero" podemos, entonces, aprovechar el "sol medio", que puede ser relacionado con el Sol verdadero por medio de cálculos puramente astronómicos y por esto el día medio puede servir como base para la unidad de la medición de tiempo, según las horas, minutos y segundos medios.

Principio del día solar medio es el instante en que el sol medio llega a su mínima altura-media noche media, es decir el instante de la culminación inferior en el meridiano del observador.

De estas algo complicadas relaciones y por el hecho de que no poseemos un reloj que marche idealmente, se entiende que es necesario determinar esta unidad, -segundo del tiempo medio solar-, siempre de nuevo, sea de tiempo sidéreo o de tiempo solar verdadero.

La exactitud del tiempo determinado observando estrellas, depende de la exactitud con que conocemos las posiciones de las mismas. Dichas posiciones son suministradas por los llamados Catálogos estelares de posición, que pueden diferir entre sí hasta unos milésimos o más de segundo. Esto pone en evidencia que gran importancia tiene el conocimiento de las posiciones exactas de estrellas, usadas en las observaciones para la determinación de tiempo, y que suministra la Astrometría. Más aún, debido a la escasez de Observatorios que se ocupan de esta rama de la Astronomía, en el hemisferio Sud, se pone de relieve la importancia del reciente instalado Observatorio Astrométrico en la Argentina, Provincia de Santa Cruz, con su ubicación geográfica adecuada a estos fines y cuya tarea principal es la determinación de las posiciones absolutas

El año trópico -tiempo entre dos pasajes consecutivos del Sol verdadero por el Punto Vernal- contiene 365 2422 días solares verdaderos.

La duración de un día tal, que es igual a $1/365\ 2422$ del año trópico, es el día solar medio. Entonces, la duración del día solar medio es el promedio aritmético de la suma de las duraciones de todos los días solares verdaderos del año.

Principio del día sidéreo respecto al día medio: Si, p.ej., hoy el principio del día sidéreo ha coincidido con el principio del día solar medio, mañana el día sidéreo comenzará aprox. $3^m 56^s$ antes; después de un mes aproximadamente 2^h , después de un medio año, el día sidéreo comenzará en medio día, etc.-

Relación entre tiempo solar medio y sidéreo:

1 día solar medio = $24^h\ 3^m\ 56^s.55536$ de tiempo sidéreo medio.

1 día sidéreo medio = $23^h\ 56^m\ 4^s.09054$ de tiempo solar medio.

Intervalo de tiempo, dado en unidades de tiempo solar medio, multiplicado por

$$\frac{366,2422}{365,2422} = 1 + 0.00273791 = \text{intervalo del tiempo sidéreo medio.}$$

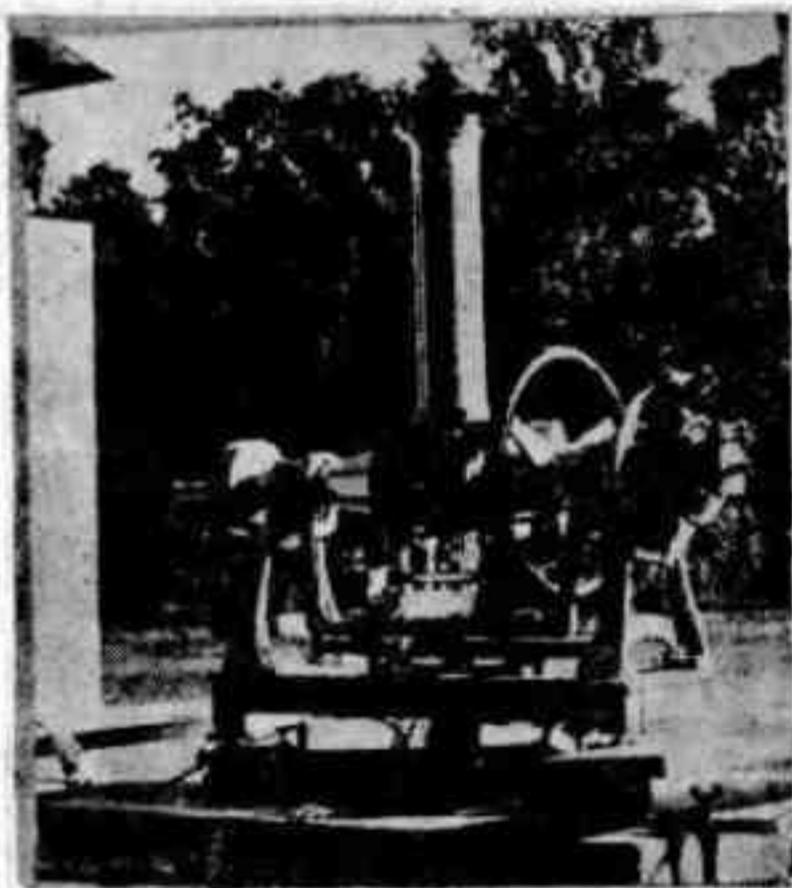
Intervalo de tiempo, dado en unidades de tiempo sidéreo medio, multiplicado por

$$\frac{365,2422}{366,2422} = 1 - 0.00273043 = \text{intervalo de tiempo solar medio.}$$

Para convertir un intervalo de tiempo solar medio en un intervalo equivalente de tiempo sidéreo medio, se debe sumar al tiempo solar medio una corrección para obtener el tiempo sidéreo medio.

Para la determinación exacta del tiempo el Sol no representa un objeto celeste apropiado (se usa en navegación o expediciones para determinaciones geográficas, determinaciones que no exigen la máxima exactitud de los resultados obtenidos). Por esto se observan las estrellas, obteniendo de este modo el tiempo sidéreo, que después se convierte en tiempo medio. ⁴⁾

Como instrumentos de observación para la determinación del tiempo, se usan los llamados instrumentos meridianos: Instrumentos de paso o Anteojo (Círculo) meridiano con sus accesorios correspondientes.



Instrumento de paso acodado Repsold (Obj. 75 mm) del Servicio de la Hora del Observatorio Astronómico de La Plata. ^x

-
- 4) Importa ya advertir, que ni la rotación de la Tierra es rigurosamente uniforme, ni puede estimarse invariablemente determinada la situación del meridiano del observador.
- ^x Todas las fotografías que aparecen en este texto son tomadas por Enrique Sargiotti, Jefe del Laboratorio Fotográfico del Observatorio Astronómico de la Plata.

Relojes astronómicos. Los relojes que se aprovechan con fines astronómicos, p.ej., para la determinación o para la conservación del tiempo se distinguen de los relojes comunes, especialmente porque se construyen estrictamente en base a leyes teóricas y tomando en cuenta los últimos éxitos de la mecánica fina, para asegurar en lo posible un movimiento más uniforme del mecanismo.

Los relojes son:

- 1) de péndulo
- 2) portátiles, llamados cronómetros,
- 3) relojes de cristal de cuarzo y finalmente,
- 4) relojes atómicos.

El descubrimiento del reloj de péndulo se debe a Galilei. Después que Galilei hubo descubierto el isocronismo de las oscilaciones del péndulo, se fué concretando la idea de usar el péndulo como regulador.

Los relojes astronómicos están regulados de tal modo que dan el tiempo medio o sidéreo.

Los relojes de péndulo requieren un montaje estable y permanente. Para asegurar la constancia de la marcha, se ubican los pilares para los relojes en locales especiales -sótanos de los relojes- en cuya construcción se tiende a asegurar en lo posible una constancia de temperatura, aislación de los pilares contra vibraciones, humedad, etc.

Para asegurar una marcha más constante, los relojes astronómicos se colocan dentro de cilindros herméticamente cerrados, a presión y demás condiciones constantes que permiten su regu-

lación mediante el cambio de la presión en el interior del cilindro. La cuerda de dichos relojes es suministrada eléctricamente, para no alterar las condiciones en que se encuentran.



Reloj de Péndulo Riefler 325 del Servicio de la Hora del Observatorio Astronómico de La Plata.

Los llamados cronógrafos impresores permiten obtener el tiempo del reloj con precisión aproximada de 0^s.001. Este tiempo se lee del impreso numérico sobre la cinta de papel.

Los cronómetros no se usan para la determinación del tiempo, ya que debido a su construcción no conservan el mismo con la exactitud necesaria, siendo previstos, en consecuencia para fines de navegación, de geofísica y expediciones.

A menudo se usan como relojes auxiliares en las observaciones astronómicas.

En el año 1922 W.C. Cady publicó sus estudios fundamentales sobre el empleo de las barras de cuarzo (SiO_2) como resonadores piezo-eléctricos y osciladores de alta frecuencia. Ahora los aparatos piezo-eléctricos han llegado a ser medios auxiliares imprescindibles en la técnica de oscilación, pues no solamente pueden producirse comodamente con ellos oscilaciones de cualquier frecuencia, sino también se pueden registrar. Uno de los empleos más importantes que en la ciencia ha encontrado la piezo-electricidad es el reloj de cristal de cuarzo. De este modo la medición del tiempo puede ser hecha independientemente de los relojes de péndulo.

El piezo-efecto directo dice que un cristal piezo-eléctrico produce corriente eléctrica con presión o tensión en una dirección determinada. El piezoefecto recíproco afirma que en un cristal piezo-eléctrico, en un campo eléctrico, aparecen cambios longitudinales en direcciones determinadas del eje.

Cady demostró que las barras que se cortan de un cristal de cuarzo de un modo determinado ejercen oscilaciones elásticas longitudinales en un campo alternado de alta frecuencia en la dirección de su eje con muy alta constancia.

El reloj de cristal de cuarzo es, según sus características, un generador de corriente alternada de frecuencia sumamente estable y controlable. Esta corriente pone en marcha un motor, sincrónico con una instalación de contactos para dividir intervalos de tiempo.

Las oscilaciones producidas por el oscilador a válvula electrónica y que son controladas por el cristal de cuarzo, por efecto piezoeléctrico, tienen por lo general una frecuencia muy alta y una energía demasiado pequeña para poner en funcionamiento un motor sincrónico. Por consiguiente, es necesario amplificar la energía de la corriente alterna y dividir escalonadamente la frecuencia a valores utilizables.

Entonces, la combinación del oscilador de cristal de cuarzo divisor de frecuencia y del motor sincrónico, constituye el reloj de cuarzo.

La frecuencia del oscilador de cristal de cuarzo es comúnmente 100.000 ciclos por segundo. El divisor de frecuencia convierte ésta en 50 c/s, que amplificada puede mover un motor sincrónico, quien a su vez permite indicar sobre la esfera del reloj las horas, minutos y segundos.

Reloj atómico. Las oscilaciones atómicas y moleculares pueden ser usadas para el control del reloj de cristal de cuarzo. La combinación ahora es: oscilador atómico, divisor de frecuencia y motor sincrónico.

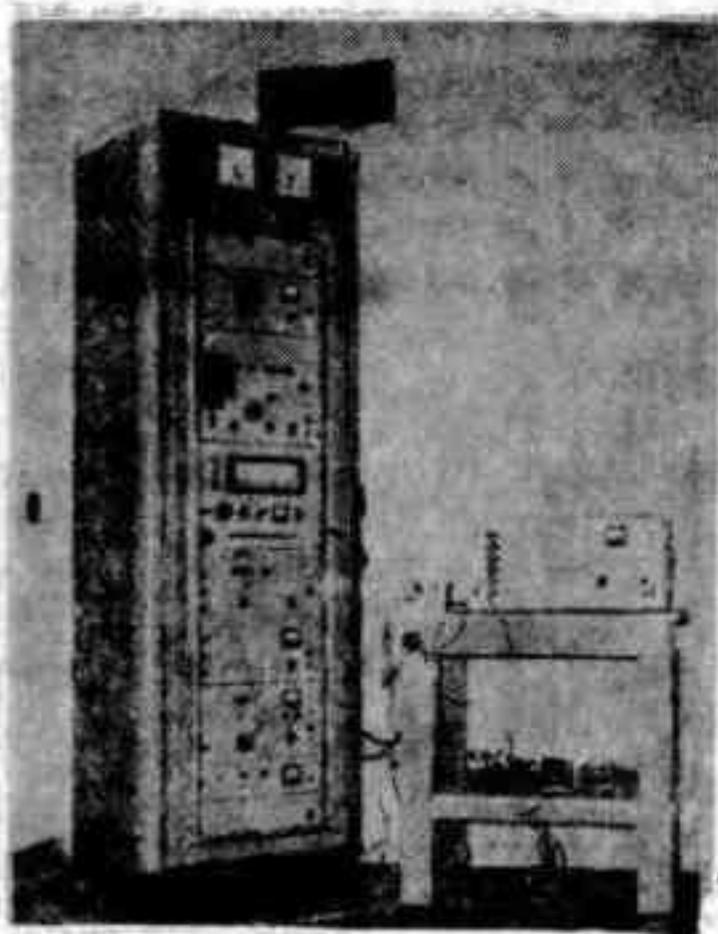
El primer oscilador atómico de precisión, aprovechando el cesio (C_s), es desarrollado por L. Essen y J. V. Parry en el National Physical Laboratory, Teddington, Inglaterra, en el año 1955.

La ventaja de un oscilador atómico en comparación con el cristal de cuarzo, es que la frecuencia del oscilador atómico no varía con el tiempo, como sucede con el oscilador de cuarzo, fenómeno conocido como "envejecimiento del cristal de cuarzo".

Por esta razón no combina el cristal de cuarzo y un oscilador atómico para formar un reloj. La frecuencia del oscilador de cristal de cuarzo en este caso es regulada por el oscilador atómico.

Para la construcción de un oscilador atómico se utiliza también la molécula del amoníaco (NH_3). La frecuencia de este oscilador, obtenida por el Observatorio Astronómico de Neuchâtil, Suiza, es 22 789 421 730 ciclos por segundo, basada sobre 9 192 631 170 c/s del cesio.

Si un buen cronómetro asegura una marcha diaria (variación de su corrección - aproximadamente hasta $0^s.1$, un reloj astronómico de péndulo con cierre hermético hasta $0^s.005$, los relojes de cristal de cuarzo modernos o atómicos, aseguran una constancia de su marcha hasta el orden de $0^s.00001$ aproximadamente.



Relojes de cristal de cuarzo de Rohde & Schwarz: Normal, tipo CAA (tiempo medio y sideral) y portátil, tipo XSZ (tiempo medio) del Servicio de la Hora del Observatorio Astronómico de la Plata.-

4) Tiempos locales y zonales Los tiempos ya definidos antes son, naturalmente, locales, dependientes de un meridiano dado. Ya que cada punto terrestre tiene su meridiano propio y a cada meridiano terrestre corresponde su meridiano celeste, meridiano observador (prolongación del plano del meridiano del lugar hasta su intersección con la esfera celeste aparente) y como los tiempos (verdadero, medio solar o sidéreo) se determinan por el paso del sol o de una estrella por este meridiano del observador, resulta que estos tiempos, por ser locales, dependen del lugar del observador correspondiente. Debido al movimiento de giro de la Tierra de oeste a este, un astro pasará en movimiento aparente por el meridiano de un observador situado al Este, antes que por el de uno situado al Oeste. Por lo dicho, la diferencia en tiempo entre el pasaje de un astro por dos meridianos distintos, será igual a la diferencia de longitudes geográficas.

1. Todos los puntos terrestres que se encuentran sobre un mismo meridiano tendrán tiempos del mismo nombre iguales.
2. Los tiempos del mismo nombre son mayores en los meridianos que se encuentran más al Este.
3. La diferencia entre los tiempos del mismo nombre para meridianos distintos es igual a la diferencia de las longitudes geográficas de dichos meridianos.

Perjudicaría las conveniencias de la vida civil, que la hora que la regula difiriese grandemente de la hora solar, como sería el caso para lugares muy distantes en longitud, si en uno de ellos el horario usual se ajustase al tiempo local de otro. Para salvar esta dificultad, conservando en cuanto sea posible las ventajas de la unidad,

en el llamado Acuerdo Internacional de París (1925), se establecieron los husos horarios que en número de 24, determinan 12 meridianos equidistantes a uno y otro lado del de Greenwich, dentro de los cuales la hora legal u oficial difiere de la del tiempo medio local en menos de $\frac{1}{2}$ hora, y en un número entero de horas de la del tiempo local de Greenwich, tiempo universal (\mathcal{H}_m^J o T.U.)⁵⁾

Entonces tenemos:

- a) Tiempo local: corresponde al meridiano de un cierto lugar. Siendo la longitud del Observatorio Astronómico de la Plata $L = + 3^h 51^m 43^s.639$ (al W de Gr.) el tiempo local con respecto a Greenwich es $3^h 51^m 43^s.639$ menor. Esta regla se refiere tanto a tiempo medio, \mathcal{H}_m , como a tiempo sidéreo, \mathcal{H}_s .
- b) Tiempo universal: es el tiempo medio que corresponde al meridiano de Greenwich ($L = 0^h 0^m 0^s.000$).
- c) Tiempo legal (regional o zonal) es el tiempo medio adoptado por la ley en cada país, regulado según un meridiano especial para unificación de la hora en todo el territorio o en parte del mismo. Cada zona abarca una hora entera de tiempo, las zonas al Este de Greenwich tienen signo "-"; al Oeste signo "+". Para pasar del tiempo zonal al tiempo de Greenwich debe sumarse el número de la zona con su signo correspondiente.

En los lugares con longitudes geográficas al Oeste ($L_W = + L$) el tiempo es menor que en Greenwich, al Este ($L_E = - L$) el tiempo es mayor.

El tiempo legal para la República Argentina, desde el 1º de

5) El huso horario representa un sector esférico de longitud geográfica 15° y por el centro del "huso cero" pasa el meridiano de Greenwich. El tiempo zonal de cada huso determina el meridiano central del mismo

Septiembre de 1963, $\mathcal{A}(+4)$, es igual al tiempo universal disminuido en 4h; así cuando en Greenwich son las 12^h, en la Rep. Argentina son las 8h.

Para La Plata, entonces, la diferencia entre tiempo local y tiempo zonal legal es igual a 8^m 16^s, lapso que de ningún modo perjudica la vía civil, ajustando esta a la luz del día y al tiempo zonal.

Para aprovechar la luz solar con consiguiente economía energética, muchos países en verano adelantan los relojes, introduciendo de este modo el llamada tiempo de verano.

También nuestro país, desde el 15 de diciembre de 1963, 0^h, hasta el 1 de marzo de 1964, 0^h, ha introducido el tiempo de verano adelantado el 15 de diciembre, 0^h, los relojes en una hora.

5. Tiempo universal provisorio, TU_2 , Las observaciones astronómicas en un lugar dado permiten determinar el tiempo sidéreo local. Aprovechando el tiempo sidéreo para media noche y las tablas de transformación de las unidades sidéreas en medias se obtiene el tiempo medio local.

El tiempo universal que se utiliza en los últimos años, se deduce del tiempo medio local agregando la longitud del lugar de Observación, referida a Greenwich.

Prescindiendo de los errores de la determinación astronómica, el tiempo universal (TU_0) obtenido de este modo, no representa un tiempo uniforme por dos causas:

- 1) El movimiento del polo
- 2) Irregularidades de la rotación terrestre.

1) El movimiento del polo varía la posición del meridiano del Observador y por consiguiente, varía la longitud. Ordinariamente se determinan las longitudes respecto al meridiano de Greenwich. Ya que la posición del meridiano que pasa por Greenwich también está influenciada por el movimiento del polo, se tiene una variación suplementaria en las diferencias de longitudes. Para suprimir esta variación suplementaria de longitudes se las refiere al meridiano instantáneo que pasa por aquel punto en que el ecuador es cortado por el meridiano medio de Greenwich (por Greenwich y el polo medio) puesto que en el ecuador la influencia del desplazamiento del polo sobre la longitud del lugar es cero.

Si las coordenadas del polo instantáneo son x e y (el eje X es tangente al meridiano internacional que pasa por Greenwich, el eje Y está dirigido hacia la longitud $+ 6^h$), la longitud convencional (adoptada) $+ L_i$ y latitud media $- \varphi_i$, la corrección correspondiente por la influencia del desplazamiento del polo es:

$$\Delta L_i = \frac{1}{15} (x \operatorname{sen} L_i - y \operatorname{cos} L_i) \operatorname{tg} \varphi_i. \quad 1$$

Entonces, para tener el tiempo universal corregido por la influencia del desplazamiento del polo (TU_1), se debe agregar ΔL_i al tiempo universal obtenido de las observaciones astronómicas (TU_0):

$$TU_1 = TU_0 + \Delta L_i. \quad 2$$

2) El tiempo universal (TU_1) no es rigurosamente uniforme a causa de las irregularidades de la rotación de la Tierra. Así para los estudios sobre los relojes de más alta precisión o de patrones de frecuencias, donde se exija una precisión aprox. $1 \cdot 10^{-9}$, el em-

pleo del tiempo universal 1 ($\mathcal{T}U_1$) no es suficiente.

Gracias a los relojes de precisión fué posible determinar las irregularidades estacionales de la rotación de la Tierra. Conociendo estas variaciones de la rotación terrestre que se determinan en base de las observaciones de años precedentes, se obtiene un mejoramiento respecto a la uniformidad del tiempo universal $\mathcal{T}U_1$. El tiempo corregido de tal manera, se designa con $\mathcal{T}U_2$.

Según los estudios hechos en los Servicios de la Hora de Greenwich, Paris y Washington, se ha adoptado, por ej., la siguiente fórmula de extrapolación de la variación estacional de la rotación de la Tierra para el año 1956:

$$\Delta \mathcal{T}_S = 0^s.022 \operatorname{sen} 2 n^t - 0^s.017 \operatorname{cos} 2 n^t - 0^s.007 \operatorname{sen} 4 n^t + 0^s.006 \operatorname{cos} 4 n^t$$

donde $t = 0$ para el comienzo del año.

Entonces, para el tiempo universal uniforme (provisorio) $\mathcal{T}U_2$ se tiene la siguiente fórmula:

$$\mathcal{T}U_2 = \mathcal{T}U_0 + \Delta \mathcal{L}_i + \Delta \mathcal{T}_S = \mathcal{T}U_1 + \Delta \mathcal{T}_S.$$

Las correcciones $\Delta \mathcal{L}_i$ y $\Delta \mathcal{T}_S$ son previstas por el Bureau International de L'Heure (B.I.H.).

Resumen:

$\mathcal{T}U_0$ - tiempo universal obtenido directamente de las observaciones astronómicas.

$\mathcal{T}U_1$ - tiempo universal corregido de la influencia del desplazamiento del polo ($\Delta \mathcal{L}_i$).

$\mathcal{T}U_2$ - tiempo universal corregido de la influencia del desplazamiento del polo y de las variaciones estaciona-

4-

les de la rotación de la

$$\text{Tierra } (\Delta L_i + \Delta T_s).$$

De esta manera se tiene:

$$TU_1 = TU_0 + \Delta L_i$$

$$TU_2 = TU_1 + \Delta T_s$$

Las correcciones ΔL_i son diferentes para cada lugar; ΔT_s - igual para distintos lugares.

La corrección y marcha de un reloj: Por corrección de un reloj, ΔT , se comprende el número de horas, minutos y segundos en que el reloj está atrasado o adelantado respecto al tiempo medio o sidéreo para un instante determinado. En el primer caso la corrección ΔT tiene signo positivo, en el segundo caso, negativo, es decir, siempre $T + \Delta T$ da el tiempo exacto (medio o sidéreo), si T significa la lectura del reloj y ΔT su corrección correspondiente a ese instante.

Por marcha diaria $d\Delta T/d$ de un reloj se comprende el número de segundos medios o sidéreos que el reloj atrasa o adelanta en 24^h medias o sidéreas.

i) Distintos sistemas de tiempo medio y unidad de tiempo. No entrando en detalles teóricos, al fin me permito unas palabras sobre distintas clases de tiempo y la unidad de tiempo, como medida para la vida civil y de medida más exacta para fines científicos.

Hasta el momento en que se pusieron en funcionamiento los relojes de cristal de cuarzo, la exactitud de los relojes de péndulo coincidían más o menos con las determinaciones astronómicas, realizadas con instrumentos meridianos. Pero, con el uso de relojes de cristal de cuarzo se presentó una discrepancia. Como ya hemos dicho, estos relojes en general permiten conservar el tiempo con

varios meses de anticipación con una exactitud hasta por lo menos de $0^s.0001$, mientras que la exactitud que ofrece la relación o conexión de los relojes a la rotación de la Tierra sólo alcanza $0^s.01$ aproximadamente (exactitud externa).

El control de la marcha diurna de los relojes de cristal de cuarzo se puede realizar con los métodos de comparación de alta frecuencia con la precisión de $0^s.00001$. Esto significa que los intervalos de tiempo podemos medirlos muy exactamente.

Investigaciones muy interesantes e importantes, hechas entre 1934 - 1944, sobre la duración astronómica del día, 6) abrieron un nuevo capítulo en la cooperación entre la Astrometría y la técnica de alta frecuencia.

Los relojes de cristal de cuarzo han permitido averiguar que en el curso del año no permanece constante la duración del día, debido a las oscilaciones en la velocidad de rotación de la Tierra alrededor de su propio eje.

Se ha comprobado que la amplitud de variación del valor de la velocidad de rotación de la Tierra en promedio llega hasta 1.7×10^{-8} seg. El mínimo de la velocidad de rotación se encuentra en mayo/abril, el máximo en agosto. Para poder estudiar este efecto en sus detalles más finos, se necesitan determinaciones del tiempo buenas y numerosas. Por este motivo se exige nuevamente de la Astrometría mayor exactitud en las determinaciones de las ascensiones rectas de las estrellas.

Para la regularización de la medición del tiempo y el estudio posterior de los resultados obtenidos en una forma conjunta

6) Scheibe, Physikalisch-Technische Reichsanstalt (Alemania), Stoyko, Bureau International de L'Heure (Francia), Fenish, Royal Greenwich Observatory (Inglaterra).

de todos los Servicios de la Hora del mundo, está fundada una Institución llamada Bureau International de L'Heure, en Paris, donde se elaboran definitivamente los datos correspondientes.

Resumiendo, hoy en día se usan en la vida diaria y en la ciencia los siguientes sistemas de tiempo:

1. El tiempo Universal (T.U.), que representa una forma del tiempo medio solar, basado sobre la rotación de la Tierra, Existen en uso tres clases de Tiempo Universal, denominados T.U.O., T.U.1 y T.U. 2.

El llamado T.U.2 es el tiempo ordinariamente indicado por los relojes y es la medida de la velocidad media de la rotación terrestre. Las variaciones periódicas son eliminadas, pero T.U.2 no es un tiempo uniforme a causa de los cambios progresivos de la velocidad de rotación de la Tierra.

Las observaciones de pasos de las estrellas por el meridiano son el único medio de efectuar con la conveniente rapidez las determinaciones diarias de tiempo y por ello el Tiempo Universal es una unidad de tiempo indispensable para fines prácticos. Corrigiendo T.U.O por la influencia del movimiento del polo y además por la irregularidad de la rotación de la Tierra, se obtiene el Tiempo Universal T.U. 2 que puede ser considerado como casi uniforme en la mayoría de los casos prácticos.

El Tiempo Universal es la base de la vida civil, utilizando también en las aplicaciones prácticas de la Astronomía y en las observaciones astronómicas.

El instante 0^h T.U. es definido abstractamente por la expresión con que se calcula el Tiempo sidéreo para 0^h T.U. y no por el paso del

sol medio ficticio por el meridiano. Entonces, la definición tradicional del Tiempo medio como ángulo horario del sol medio ficticio + 12 h. no es exactamente equivalente a la actual medida convencional, porque en las sucesivas 0^h T.U. el sol medio ficticio tiene distintos ángulos horarios que dependen de las variaciones acumuladas de los valores de su movimiento sidéreo.

2. El tiempo de Efemérides (T.E.) está definido por el movimiento orbital de la Tierra alrededor del Sol y representa una medida de tiempo definido por las leyes de la dinámica.

El tiempo de Efemérides no es apto para el cálculo de los ángulos horarios. Para facilitar los cálculos prácticos se ha establecido un meridiano auxiliar de referencia que se denomina "Meridiano de Efemérides". Este meridiano está situado al Este del meridiano de Greenwich. La posición del meridiano de Efemérides en el espacio concuerda con aquel en donde estaría el meridiano de Greenwich si la Tierra hubiese girado uniformemente. La reducción correspondiente de tiempo Universal a tiempo de Efemérides dan las Efemérides Astronómicas para mitades de los años desde 1901.5, pero con atraso hasta 5 años.

3. El tiempo atómico (T.A.) Para la reproducción del segundo del T.E. se intenta usar los relojes atómicos, introduciendo así una nueva escala de tiempo medio, llamado tiempo atómico.

Un reloj atómico basado sobre el cesio, avanza un segundo en un intervalo requerido para 9 192 631 770 oscilaciones de átomo de éste.

Cada uno de los distintos relojes atómicos de tiempo en su sistema propio. El sistema de tiempo atómico, utilizando la frecuencia de la radiación del cesio, se indica con la expresión A.1.

En 1958, Enero 1, T.U.2 = 0^h el valor de A.1 es 0^h . De tal modo, a las 0^h T.U.2 Enero 1 de 1958 el reloj que indica A.1 estuvo en coincidencia con el reloj que indica T.U.2.

Hasta ahora no se conoce con toda seguridad en cuanto el T.E. difiere del A.1.

Entonces, en general, según se acaba de mencionar más arriba, existen tres sistemas de tiempo: dos astronómicos que se obtienen de la rotación de la Tierra alrededor de su eje y del movimiento orbital de la misma y uno atómico.

El tiempo de efemérides, obtenido de las observaciones astronómicas, está basado sobre la gravedad. El tiempo determinado por oscilaciones atómicas se basa sobre fuerzas eléctricas y nucleares del átomo.

Las escalas de los tiempos de gravedad y atómico pueden no ser exactamente iguales.

La unidad fundamental del tiempo es el segundo, antes definido como $\frac{1}{86400}$ del día solar medio. Esta, en verdad, no representa una unidad de tiempo constante en razón de que la velocidad de la rotación de la Tierra es variable.

En el año 1956 la Comisión Internacional de Pesas y Medidas ha definido de nuevo el segundo, basándolo sobre el tiempo de Efemérides, como fracción $\frac{1}{31556425,9747}$ del año trópico para 1900, Enero 0, 12^h del tiempo de Efemérides.

El año trópico, definido como intervalo de tiempo que la Tierra en su movimiento orbital requiere, saliendo de un equinoccio, para regresar al mismo, no es rigurosamente constante. En verdad la duración del año trópico sufre de año a año pequeñas variaciones, causadas por otros planetas y el Sol, alterando de esta manera la órbita terrestre. Pero, estas variaciones pueden ser consideradas determinando el tiempo de Efemérides por medio del sol.

Los laboratorios correspondientes se ocupan actualmente de la invención de un reloj tal que pueda suministrar directamente el tiempo exacto de Efemérides.

Las correcciones para todas las clases de tiempo se obtiene de las publicaciones especiales como por ej., de las Efemérides Astronómicas, Bulletin Horaire du Bureau International de L'Heure, etc. El T.U.2 exacto será transmitido directamente por la radio en forma de señales radiohorarias científicas.

Bibliografía

CONSTRUCCION DE TELESCOPIOS.

Manual del aficionado, por José Scherman y Heriberto A. Viola. 103 páginas, 68 figuras y 2 grabados, uno de ellos desplegable. Editado por la Asociación Amigos de la Astronomía 1960. viene a llenar un vacío que se hacía sentir ante la falta de un libro completo y elemental sobre la materia. Por ese motivo es de aplaudir la iniciativa de las autoridades de la A.A.A.A., al publicar un tratado de esta naturaleza, que reúne a la faz técnica y literaria el criterio práctico, indispensable en esta clase de obras.

No es fruto solamente de los autores que figuran en la portada, sino también de otros socios de la A.A.A.A. cuyos nombres se encuentran en la introducción del libro, los cuales han contribuido a que éste sea un verdadero compendio de óptica aplicada a la construcción de telescopios.

A sus nueve capítulos, se suma un apéndice con diversos problemas que presentan algunos temas del libro y se completa con una bibliografía en castellano, inglés y francés.

ALGUNOS PROBLEMAS PRACTICOS DE LA MECANICA CELESTE

Por C. Altavista

El problema de la determinación de las trayectorias que siguen los cuerpos celestes, recibió una atención especial y fué encarado desde un punto de vista que podemos definir como "realista" en el preciso instante en que fueron ensamblados los distintos descubrimientos y las leyes que presiden el movimiento de los mismos.

Corresponde a la insigne pléyade de nombres integrada por Copérmico, Tycho-Brahe, Kepler, Galileo y Newton, sentar los fundamentos a partir de los cuales se edificaría todo el edificio astronómico clásico.

Los principios de la Mecánica, dos de los cuales, ya eran conocidos por Galileo, fueron enunciados definitivamente por Newton. Ellos permiten comprender el porqué de la forma de las trayectorias planetarias, bajo la noción de fuerza, coronada en la ley de gravitación universal, la que contribuyó a afirmar el esquema introducido por las tres leyes de Kepler, enunciadas para el caso de los movimientos planetarios.

El conocimiento de las órbitas, pues así se denominan las trayectorias de los cuerpos celestes, es un proceso que, tanto desde el punto de vista teórico como el práctico, es de aproximaciones sucesivas. Queremos aclarar aquí, someramente, este concepto.

Al respecto, comenzaremos por decir, que los esfuerzos de los más eminentes matemáticos no han fructificado para la resolución del llamado "problema de los tres cuerpos.

En tanto que en el caso más sencillo de dos masas atrayentes,

se conoce la solución rigurosa, el caso general de n cuerpos debe abordarse por un procedimiento que permita aprovechar las características peculiares del sistema solar.

Además debemos observar que en su formación de la ley que rige las atracciones mutuas de dos masa esféricas, Newton efectuó la hipótesis simplificatoria de que las mismas estuvieran constituidas por capas concéntricas de densidad creciente hacia el interior. En esas condiciones resulta que el cuerpo gravita como si toda la masa estuviera concentrada en su centro.

En el caso del sistema solar, los planetas sólo cumplen muy aproximadamente, en lo que respecta a la configuración geométrica y distribución de las masas interiores.

Pero para la mayor parte de los problemas, las distancias mutuas son de una magnitud tal, que las desviaciones respecto del modelo ideal, no influirán en las consideraciones que se harán.

El otro aspecto que queremos señalar aquí, y que constituye un hecho afortunado frente a las grandes dificultades del problema general, es la neta predominación de la masa solar, en el sistema

Esto permitirá, según fuere el problema a tratar, suponer, en primera aproximación, en el caso planetario por ejemplo, que las órbitas son elipses, tal como lo prescribe la primera ley de Kepler, encontrándose el Sol en uno de los focos.

Agreguemos a esto, que los otros problemas que pueden presentarse, deben abordarse por métodos un poco diferentes; dadas las características que los distinguen: el caso de los satélites de los grandes planetas; la determinación de las órbitas de los asteroides

cometas y el problema más moderno de la determinación de las trayectorias de los cuerpos artificiales enviados por el hombre al espacio.

Para considerar un caso sencillo nos referimos al segundo de los enunciados en el párrafo anterior, en particular a la determinación de la órbita de un pequeño planeta.

Como se sabe, un gran número de estos pequeños cuerpos se traslada en órbitas situadas en su gran mayoría entre las de los grandes planetas Marte y Júpiter.

Sus pequeñas dimensiones permiten desprestigiar sus masas, pues su influencia sobre los astros mayores es prácticamente nula, simplificándose así el problema.

La determinación de una órbita implica el cálculo de las denominadas "constantes orbitales", las que la determinan cualitativa y cuantitativamente, esto es su forma, tamaño y orientación respecto de planos y ejes fundamentales de referencia.

En el caso de una órbita elíptica, el semi-eje a de la elipse da el tamaño de la cónica; la excentricidad e determina su forma; los parámetros angulares, inclinación i , longitud del nodo Ω , y longitud del perihelio ω , fijan la orientación en el espacio.

La primera de estas últimas indica el ángulo formado entre los planos de la órbita del movimiento y el plano de la Eclíptica (plano de la órbita terrestre), que se toma fundamental. El ángulo Ω es el arco de Eclíptica comprendido entre el equinoccio γ y uno de los extremos de la intersección de los planos mencionados. El ángulo ω da, sobre la órbita, la dirección del perihelio, respecto a esta última intersección. El perihelio es el punto en la órbita en

que el astro está a mínima distancia del Sol, ubicado como ya se dijo en uno de los focos.

Pero no debe olvidarse, que se trata de un problema de movimiento de un cuerpo en una órbita por lo cual debe conocerse el instante del pasaje del astro por un punto elegido arbitrariamente en la misma".

Para este fin observemos que por cumplirse aquél en una órbita elíptica, el astro, consideramos el problema de los dos cuerpos, se mueve de acuerdo a la segunda Ley de Kepler, llamada de las áreas.

Resulta por esta Ley que el movimiento no es uniforme para reducirlo a uno tal, se introduce una variable angular llamada anomalía medio M , que varía periódicamente y en forma uniforme con el tiempo. Con este parámetro M , cuyo valor se da generalmente, para una fecha comprendida en el arco de las observaciones iniciales, se completa el conjunto de las constantes orbitales.

El valor de la anomalía media para otro instante se obtiene sumando al valor anterior, el producto del movimiento medio por el intervalo de tiempo correspondiente.

Debemos ahora preguntarnos cuál es el número de observaciones necesarias, mínimo se entiende, para la determinación de estas constantes. Puesto que estas son seis, necesitaremos precisamente ese número.

Las observaciones consisten, como se sabe, en mediciones de direcciones del espacio, y exactamente dos por cada observación, por lo que se deduce que tres observaciones completas dan el número mínimo necesario de datos para la posterior determinación de las incógnitas.

Esta determinación no se hace directamente, en general, sino a través del cálculo de las denominadas "incógnitas intermediarias", que son magnitudes cuyo conocimiento permite obtener inmediatamente las constantes orbitales.

Se eligen como "intermediarias", comúnmente, a la posición y componentes de la velocidad del astro en un instante determinado. Como el conocimiento de la posición implica obtener tres componentes (coordenadas) según tres direcciones (terna de referencia), y las componentes de la velocidad son las variaciones respecto al tiempo de aquellas, tenemos seis cantidades que forman un sistema equivalente al de las constantes orbitales en lo que respecta a la "definición" de la órbita.

El primer paso será efectuar la determinación suponiendo como único cuerpo agente al Sol, lo que es suficiente para la casi totalidad de los casos, dadas las características de las órbitas de estos pequeños cuerpos y las circunstancias mismas que presiden un cálculo preliminar de esta naturaleza, el hecho de que el arco de órbitas comprendido entre las observaciones extremas no exceda en ningún caso los dos meses, en cuyo lapso las atracciones de los grandes planetas, pueden no considerarse.

Este arco es insuficiente como se comprenderá. En efecto, la gran mayoría de los asteroides cumplen una revolución en torno al Sol en un período de alrededor de cinco años, por lo que se deduce que los valores de las constantes orbitales obtenidos por un arco pequeño no pueden ser, y no lo son prácticamente, muy seguros para seguir el movimiento del astro en lapsos de tiempo mucho mayores.

En rigor la órbita debe computarse teniendo presente esta última

circunstancia.

Surge así el problema del mejoramiento de la órbita preliminar.

Ya en este caso no podrá dejar de tenerse en cuenta la atracción de los grandes planetas.

Los datos serán ahora la órbita preliminar ya establecida, y las nuevas observaciones, exteriores al arco inicial. También deberá conocerse las posiciones de los planetas "perturbadores", las que se obtienen de tablas especiales.

La tarea siguiente será comparar las posiciones deducidas de las nuevas observaciones, con las posiciones teóricas provistas por la órbita inicial corregida, por efecto de las atracciones de los grandes planetas, por ejemplo Júpiter y Saturno.

Ambas series de posiciones no coincidirán por diversas causas inseguridad de la órbita de partida, errores de observación, etc..

Las diferencias en el sentido posición observada menos posición calculada, se denominan residuos.

Para tener una idea de lo que significa una órbita perturbada recurrimos a una interpretación que aclarará el problema.

La consideración de otros cuerpos para la determinación de la órbita de un astro, hará que ésta no sea más una elipse. la presencia de aquellos la deformará de tal manera que no podrá definírsela como representada por curva conocida, alguna.

Recordemos que al hablar de la determinación de la órbita preliminar dijimos que en muchos casos el conocimiento de las constantes orbitales, $a, e, i, \Omega, \omega, T$, era indirecto, a través de "incógnitas intermediarias", la posición (tres coordenadas en total) y las respectivas componentes de la velocidad.

Instante a instante la acción de los grandes planetas "desvía", digamos así, al pequeño cuerpo, de la órbita elíptica que cumpliría si el único cuerpo atrayente fuera el Sol. Esa desviación modifica la posición y componentes de la velocidad elípticas.

Pero de todas maneras estos valores modificados definen siempre una órbita elíptica, cuyos elementos serán distintos del los que ocurrirían en ausencia de los grandes planetas.

Esos seis elementos no serán pues ya constantes. A cada instante el astro se mueve en una órbita elíptica, definida por nuevos elementos. Las Perturbaciones en los elementos son las diferencias en los valores de los mismos, considerando la acción el Sol y los planetas en un caso, y el Sol únicamente en el otro (la órbita preliminar de que hemos hablado).

El astro describe una órbita tangente en todo instante a la que seguiría bajo la sola presencia del Sol. Esa órbita se denomina osculadora.

Finalmente el proceso calculístico del mejoramiento, consistirá en calcular las correcciones a los elementos (constantes orbitales), las que dependen de los residuos de que hemos hablado. Es decir que el apartamiento de las coordenadas provistas por la órbita inicial, de las provistas por las nuevas observaciones, (las primeras corregidas por las perturbaciones), permitirá establecer el monto en que deben modificarse los valores de $a, e, i, \omega, \Omega, \tau$.

Tal es, a grandes rasgos, el carácter teórico práctico, de uno de los problemas que más frecuentemente deben resolver los astrónomos.

ASOCIACION ARGENTINA AMIGOS DE LA ASTRONOMIA

Comisión Directiva Año 1963

Presidente	Sr. Carlos L. Segers
Vicepresidente	Dr. Angel. A. Papetti
Secretario	Sr. Augusto E. Osorio
Prosecretario	Ing. Juan B. Berrino
Tesorero	Sr. Carlos E. Gondell
Protesorera	Srta. Anyta Olivera
Vocal Titular	Sr. Mario Vattuone
" "	Sr. Heriberto A. Viola
" "	Dr. Pedro P. Muñoz
" "	Sr. Gregorio Lipkin
" "	Sr. Fernando A. Ravioli
" "	Dr. Jorge Sahade
Vocal Suplente	Sr. Carlos Antonioli
" "	Sr. Victor R. Olano
" "	Sr. Antonio Mannuccia

Comisión Revisora de Cuentas

Sres. Juan C. Crouzellas, José L. Pena, Emilio Stefanelli

Comisión denominadora para el año 1963

Sres. D. Baudracco, Fco. Poletti y José Cousido.