

# PROGRAMA FOTOMETRICO DE ASTEROIDES

## PHOTOMETRIC PROGRAM OF ASTEROIDS

G. Tancredi y T. Gallardo

Depto. Astronomía  
Facultad de Humanidades y Ciencias  
Montevideo, Uruguay

**RESUMEN:** Mediante fotometría fotoeléctrica BV se han estudiado los asteroides 23 Thalia, 40 Harmonia, 45 Eugenia, 54 Alexandra, 135 Hertha y 192 Nausikaa con el fin de determinar el período de rotación, la orientación del polo y la forma de los asteroides. Se presentan las curvas de luz de 23 Thalia y 40 Harmonia. Se encuentra un nuevo período para 40 Harmonia.

**ABSTRACT:** The asteroids 23 Thalia, 40 Harmonia, 45 Eugenia, 54 Alexandra, 135 Hertha and 192 Nausikaa have been studied by means of photoelectric photometry with the purpose of determining their rotation periods, pole orientation and shapes. The light curves of 23 Thalia and 40 Harmonia are shown. A new period is found for 40 Harmonia.

### 1. PROGRAMA

Mediante el análisis de las curvas de luz de los asteroides, nuestro programa tiene como objetivo la

determinación de los períodos y la orientación de los ejes de rotación, así como la forma de los asteroides. La determinación del período puede hacerse fácilmente a partir de una sola curva de luz si ésta es de buena calidad, pero la determinación de la forma y la orientación requiere del máximo número posible de curvas tomadas en diferentes circunstancias. Se trata entonces de un trabajo complementario de otros similares que se desarrollan por ejemplo en Upsala, Roma, Torino, Lieja, Arizona, etc. Con la determinación de la orientación de los ejes de rotación de los asteroides se busca obtener información sobre la evolución colisional en la faja asteroidal y, en última instancia, sobre los procesos de acreción conducentes a la formación de los planetas.

## 2. LAS OBSERVACIONES

Desde la Estación de Altura "Félix Aguilar" de la Universidad Nacional de San Juan y mediante fotometría foto-eléctrica BV, se han estudiado los asteroides 29 Amphitrite (mayo 1985), 135 Hertha y 192 Nausikaa (setiembre 1985), 23 Thalia 40 Harmonia (mayo 1986), y 45 Eugenia y 54 Alexandra en mayo de 1987. Los resultados para Amphitrite y Nausikaa no son satisfactorios. Para Hertha se confirma el periodo de  $8.40 \pm .01$  horas adoptado en el Asteroid Lightcurve Catalog (Lagerkvist y otros, 1985) y se registra una amplitud de 0.24 magnitud.

Los restantes cuatro asteroides fueron observados mediante fotometría diferencial utilizando estrellas de comparación de magnitud e índice de color semejantes a los del asteroide (ver Tabla I). En las curvas de luz que adjuntamos se grafica en función del tiempo el valor de  $\Delta V(1, \bar{\alpha})$  definido de la siguiente forma:

$\Delta V(1, \bar{\alpha}) = \Delta V - 5 \cdot \log(r \cdot \Delta) + F(\alpha)$  , donde  
 $r, \Delta$  : distancia heliocéntrica y geocéntrica,  
 respectivamente.

$\Delta V$  : magnitud  $V$  diferencial entre el asteroide y la  
 estrella de comparación corregida por extinción  
 diferencial.

$F(\alpha)$  : corrección a un ángulo de fase medio . Esta  
 corrección está dada por la siguiente expresión:

$$F(\alpha) = - 2.5 \cdot \log \frac{((1-Q) \cdot \phi(\bar{\alpha}) + Q)}{((1-Q) \cdot \phi(\alpha) + Q)}$$
 , deducida de una  
 expresión propuesta por Lumme y Bowell (1981), en donde:

$$\phi(\alpha) = 1 - \frac{\text{sen } \alpha}{.124 + 1.407 \cdot \text{sen } \alpha - .758 \cdot (\text{sen } \alpha)^2}$$

El parámetro de scattering múltiple  $Q$  depende del tipo taxo-  
 nómico del asteroide (Bowell y Lumme, 1979 y Lumme y Bowell  
 1981).

Las observaciones de Thalia están de acuerdo con  
 un período de  $12.308 \pm .005$  horas, pero también lo están con  
 un período igual a la mitad del anterior. Esta ambigüedad ob-  
 servada en otras oportunidades subsiste (Yang y otros, 1965;  
 van Houten-Groeneveld y otros, 1979; Harris y Young, 1983;  
 Vese y Taylor, 1985). En la Figura 1 se muestra la curva de  
 luz de este asteroide.

El caso de Harmonia es discutido ampliamente más  
 adelante.

Según el Asteroid Lightcurve Catalog (1985), el pe-  
 ríodo de Eugenia es 5.7 horas; no obstante nuestras observa-  
 ciones están en mejor acuerdo con un período de  $5.68 \pm .01$

horas. En lo que respecta a Alexandra, nuestras observaciones están en buen acuerdo con el periodo de 7.04 horas, aceptado en el catálogo antes mencionado. Las amplitudes observadas fueron de 0.27 mag. para Eugenia y 0.32 para Alexandra.

23 THALIA  
 angulo de fase medio ( $\bar{\alpha}$ ) = 3.0  
 periodo : 12.308 horas

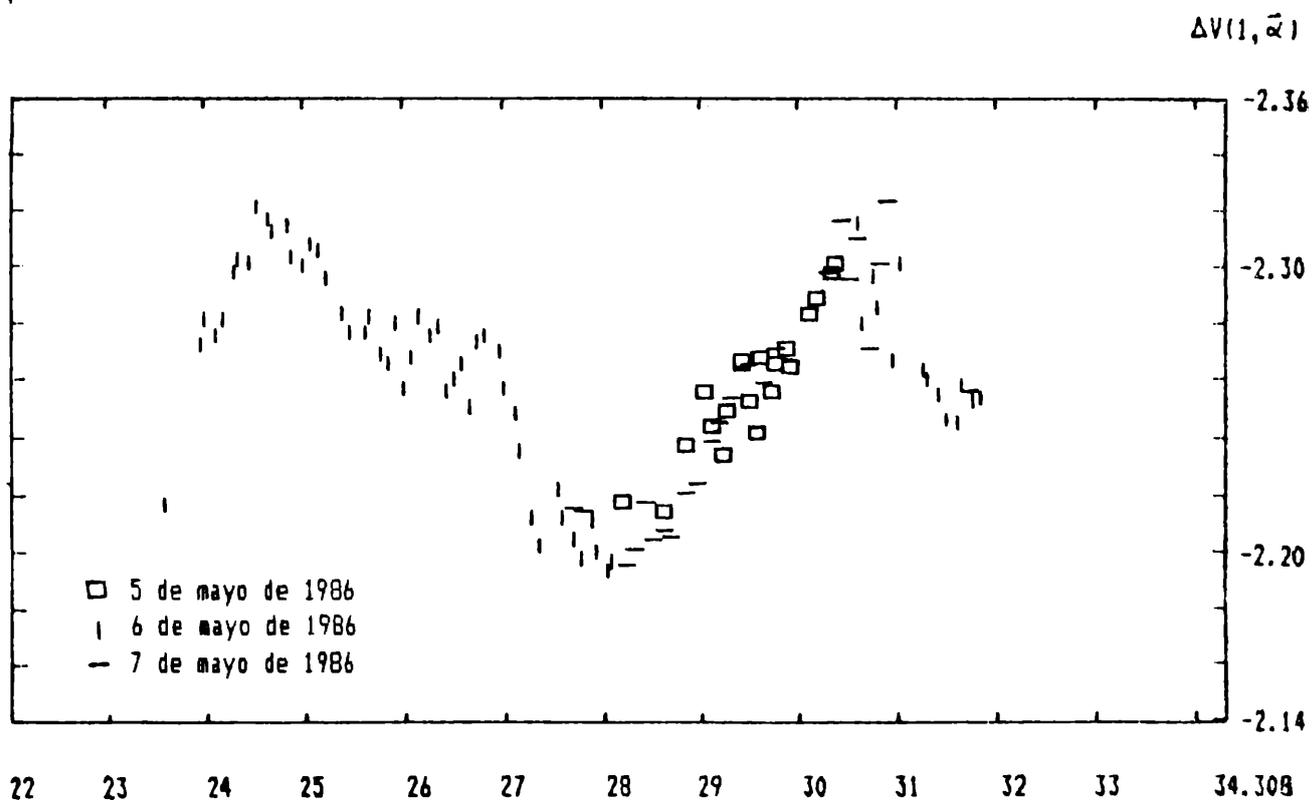


Fig.1. Las abscisas indican Tiempo Universal corregido por tiempo luz desde el 04:05:86 a 0h UT.

### 3. PERIODO DE ROTACION DE 40 HARMONIA

El asteroide 40 Harmonia presenta un período no bien definido, debido a las pocas observaciones que se cuentan al momento. Por dicha razón fue incluido en nuestro programa de observación.

Según el "Asteroid Lightcurve Catalogue" (Lagerkvist y otros, 1985) las observaciones fotométricas previas publicadas de 40 Harmonia corresponden a Gehrels y Owings (1962) y Lagerkvist (1978). Posteriormente ha sido observado por Mc. Cheyne et al. (1985).

Gehrels y Owings derivan de las observaciones de Enero 29, 1958, un período aproximado de 9h 06m  $\pm$ 3m. Dividiendo el intervalo entre las observaciones de las noches de Enero 14 y Enero 29, 1958, por un número de 39 ciclos, obtienen un período sinódico de 9h 08.15m  $\pm$ 0.04m. Pero señalan que si se consideran 40 ciclos se obtiene un período de 8h 54m y considerando 38 ciclos, de 9h 23m, siendo la amplitud máxima de 0.22 mag.

De un período de observación de 6 horas Lagerkvist (1978) obtiene un período de rotación de 8h 52.8 m, con una amplitud máxima de 0.28 mag.

Mc Cheyne y otros (1985) observaron 40 Harmonia durante tres noches consecutivas (6-7, 7-8, 8-9 Octubre 1983) en el color V. Hallaron una discontinuidad al superponer las observaciones de distintas noches para una fase rotacional de 0.55. Intentaremos explicar estas discrepancias como una de las conclusiones de nuestro estudio de este asteroide.

Obtuvimos 3 fragmentos de curva correspondientes a 3 noches diferentes.

Mediante análisis de Fourier buscamos períodos que se ajustaran a las observaciones. Para los períodos obtenidos superpusimos los datos de la 2da. y 3ra. noche a

los de la 1ra. Encontramos que el mejor acople de los diferentes fragmentos se produce para un periodo de  $8h\ 54.6m \pm 0.6m$ . Los resultados se muestran en la Figura 2. Intentamos acoplar los diferentes fragmentos con periodos próximos a  $9h\ 08m$ , pero el resultado fue negativo.

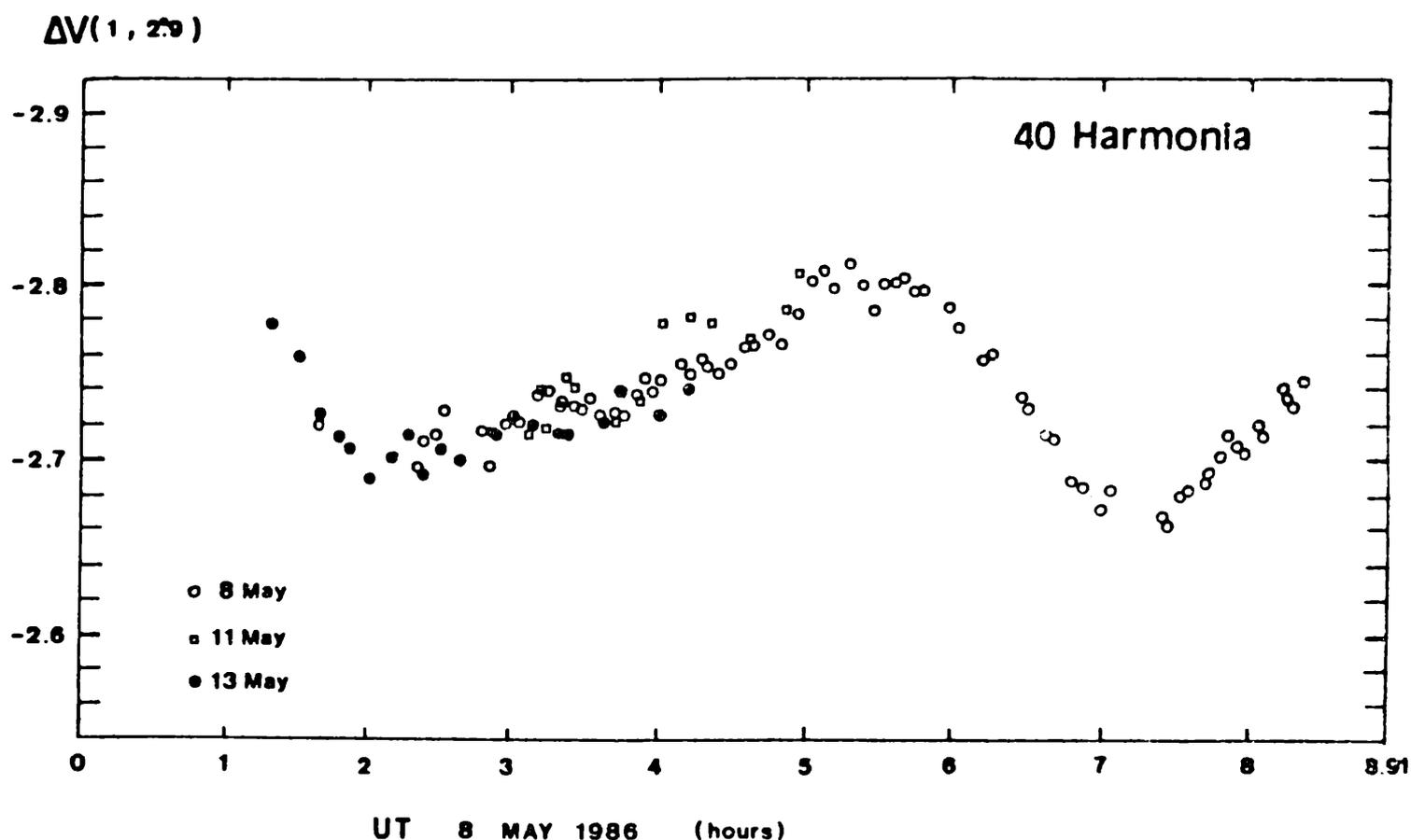


Fig.2. Se han superpuesto los datos con un periodo de 8.91 horas. Se ha corregido por tiempo luz. (Gallardo y Tancredi, 1987).

Figura 2: Se han superpuesto los datos con un periodo de 8.91 horas. Se ha corregido por tiempo luz. (Gallardo y Tancredi, 1987).

Se logró observar una amplitud máxima de 0.14 mag.

El periodo hallado por nosotros se aproxima en gran forma al de  $8h\ 52.8m$  hallado por Lagerkvist (1978). Se

debe tener en cuenta que las observaciones que dan base a las determinaciones de Lagerkvist, se extienden por 6 horas, obteniendo medidas de magnitudes por fotometría fotográfica, cuya dispersión es mayor que la de la fotometría fotoeléctrica.

Por otra parte, Gehrels y Owinga (1962) eligen el número de 39 ciclos entre sus dos observaciones por ser el que más se acerca al período aproximado hallado a partir de la observación de Enero 29, 1958. No obstante, debemos tomar en cuenta que para hacer dicha determinación se ha considerado una curva de luz que incluye observaciones de baja calidad en una de sus partes extremas. Si adoptamos 40 ciclos entre las observaciones, en lugar de 39, llegaríamos a un período de 8h 54m, que está en gran concordancia con nuestra determinación.

Adoptando un período de 9h 8m 9s Mc. Cheyne y otros (1985) encontraron una discontinuidad entre las observaciones del 7-8 Octubre y las del 8-9 Octubre de 1983. Lo explicaron como errores en los datos del 8-9 Octubre. Podemos señalar que dicha discontinuidad desaparece si consideramos un período de 8h 54.6m, en cuyo caso, se obtiene un buen ajuste entre los dos fragmentos de curva.

## AGRADECIMIENTOS

Al Director y personal de la Estación de Altura "Félix Aguilar" por su hospitalidad y utilización de su equipo. Al Observatorio Félix Aguilar, al Observatorio Astronómico de Córdoba, al Observatorio de la Universidad Nacional de La Plata, al Observatorio de Uppsala y especialmente a Gerhard Hahn por facilitarnos material básico imprescindible.

## REFERENCIAS

- Bowell, E. y Lumme, K. 1979, Asteroids, Ed. T. Gehrels, p. 132.
- Gallardo, T. y Tancredi, G. 1987, Rev. Mex. de Ast. y Astr. (en prensa).
- Gehrels, T. y Dwings, D. 1962, Ap.J. 35, 906.
- Harris, A.W. y Young, J.W. 1983, Icarus 54, 59.
- van Houten-Groeneveld, I.; van Houten, C.J. y Zappala, V. 1979, Ast. Ap. Suppl. 35, 223.
- Lagerkvist, C.-I. 1978, Ast. Ap. Suppl. 31, 361.
- Lagerkvist, C.-I.; Zappala, V.; Barucci, M.A.; Fulchignoni, M.; Lanciano, N. y Perozzi, E. 1985, Uppsala Astronomical Observatory, Rep. n 36.
- Lumme, K. y Bowell, E. 1981, Ast. J. 86 (11), 1705.
- Mc. Cheyne, R.S.; Eaton, N. y Meadows, A.J. 1985, Icarus 61, 443.
- Vesely, C.D. y Taylor, R.C. 1985, Icarus 64, 37.
- Yang, Xiu-yi, Zhang, You-yi y Li, Xiao-ging. 1965, Acta Astron. Sinica 13, 66.