

MPO Canopus – Dual Period Search

Lorenzo Franco (lor_franco@libero.it)
[versione del 20 maggio 2017]

Premessa

In questo tutorial vedremo come si usa la funzione “*Dual Period Search*” implementata in *MPO Canopus*. Le curve di luce degli asteroidi binari asincroni mostrano due periodi (rotazione del primario e rivoluzione del satellite) che si combinano assieme in curve di luce che presentano anomale attenuazioni causate dagli eventi di eclisse/occultazione delle due componenti. Per questo tutorial è stata utilizzata la versione 10.7.7.0 del 22 luglio 2016 di *MPO Canopus*.

Analisi del periodo

Prima di addentrarci nell'analisi del doppio periodo è importante soffermarci su alcuni concetti che riguardano l'analisi del periodo. *MPO Canopus* implementa l'algoritmo FALC (*Fourier Analysis of Light Curves*) sviluppato da Alan Harris (*Harris et al. 1989*). Dal un punto di vista matematico possiamo scomporre una curva di luce in una serie finita di sinusoidi (armoniche) di differenti ampiezze. La prima armonica (fondamentale) è quella di ordine 1 e descrive la struttura di base della curva di luce, mentre le armoniche superiori (fino ad ordine N) ne descrivono i dettagli sempre più fini.

Questo concetto si sintetizza con la seguente relazione:

$$V_R(t) = H(\alpha) + \sum_{n=1}^N a_n \sin\left(\frac{2\pi n t}{P}\right) + \sum_{n=1}^N b_n \cos\left(\frac{2\pi n t}{P}\right)$$

Fig. 1: Sviluppo in serie di Fourier (Robert K. Buchheim, 2010),
(*MPO Canopus Reference Guide*).

Il parametro n varia da 1 ad N (ordine della serie), i coefficienti a_n , b_n rappresentano le ampiezze delle sinusoidi che compongono la serie e P rappresenta il periodo. La risultante (somma) di queste componenti sinusoidali descrive l'andamento complessivo della curva di luce del nostro asteroide. La rappresentazione grafica di figura 2 ci aiuta a fissare questo concetto in modo intuitivo.

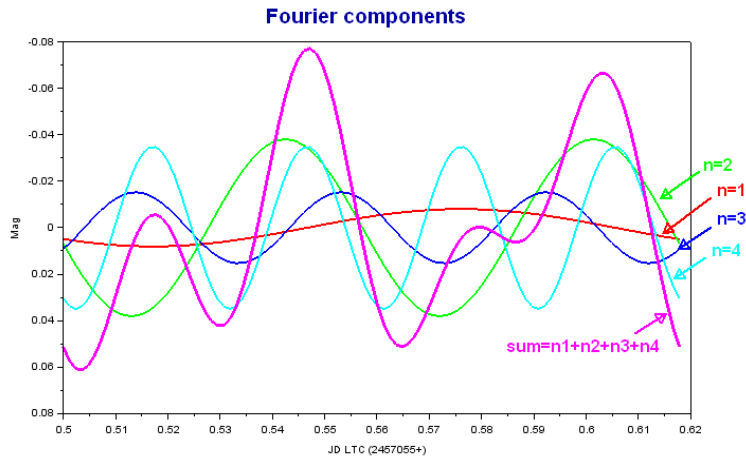


Fig. 2: Le componenti sinusoidali rappresentano le armoniche di ordine crescente (1, 2, 3, 4). La curva di luce risultante dell'asteroide (colore fucsia) si ottiene dalla somma delle diverse componenti.

Dual Period Search

La funzione Dual Period Search ci permette di trovare entrambi i periodi (rotazione del primario e rivoluzione del secondario) di un asteroide binario asincrono. La ricerca del doppio periodo consiste nel trovare una soluzione del periodo primario che poi andremo a sottrarre per ottenere la curva di luce del secondario. Iterazioni successive ci porteranno ad affinare man mano le due soluzioni trovate. La figura 3 ci mostra visivamente l'effetto di questa operazione di sottrazione. Come esempio utilizzeremo la curva di luce del mio primo asteroide binario, scoperto insieme ad Andrea Ferrero (IT) e Luis Martinez (USA) nel gennaio del 2013.

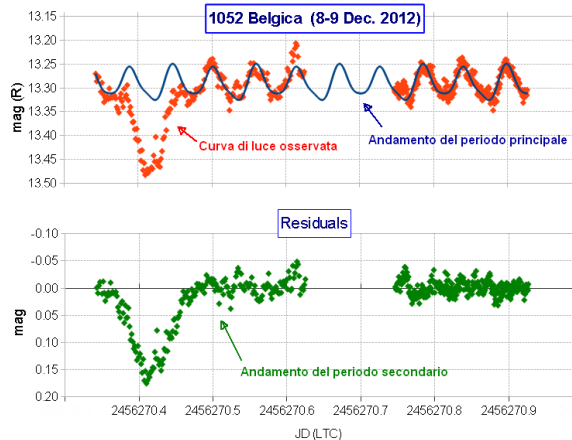


Fig. 3: Sopra: la curva di luce osservata mostra una anomala attenuazione. Sotto: sottraendo la funzione che descrive il periodo principale, isoliamo solo l'andamento del periodo di rivoluzione (secondario).

Fase 1 – il periodo principale (rotazione del primario)

Occorre ricercare dapprima il periodo primario con i consueti metodi (vedi tutorial “Come utilizzare MPO Canopus per ottenere una curva di luce”) con cui fissare i parametri Order, Min, Sise, Steps. Nel nostro caso la curva di luce ottenuta è quella che si vede in figura 4.

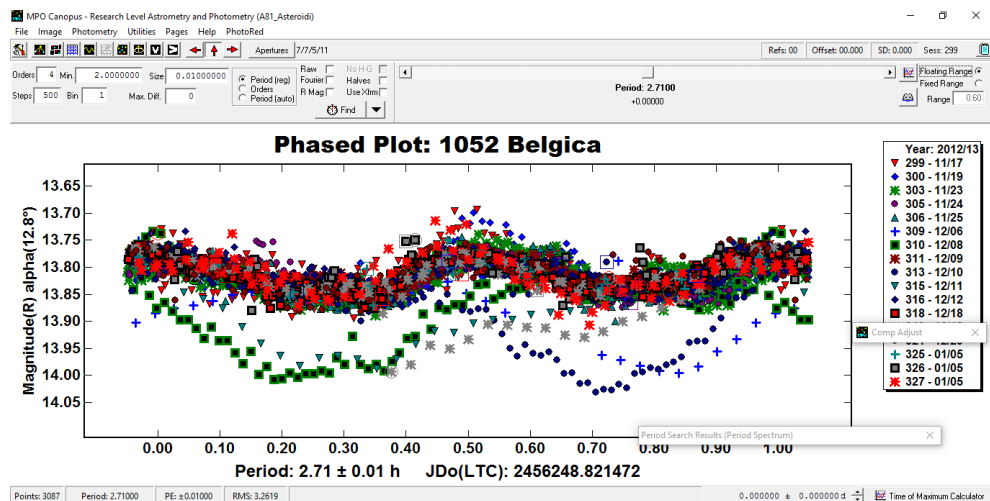


Fig. 4: La ricerca del periodo principale di 2.71 h. Sono evidenti le anomele attenuazioni.

Possiamo adesso affrontare la ricerca del doppio periodo con la funzione [Find]->[Dual period search...], dal pannello di dialogo “Dual period info” selezioniamo “Clear info” e l'insieme delle curve su cui lavorare.

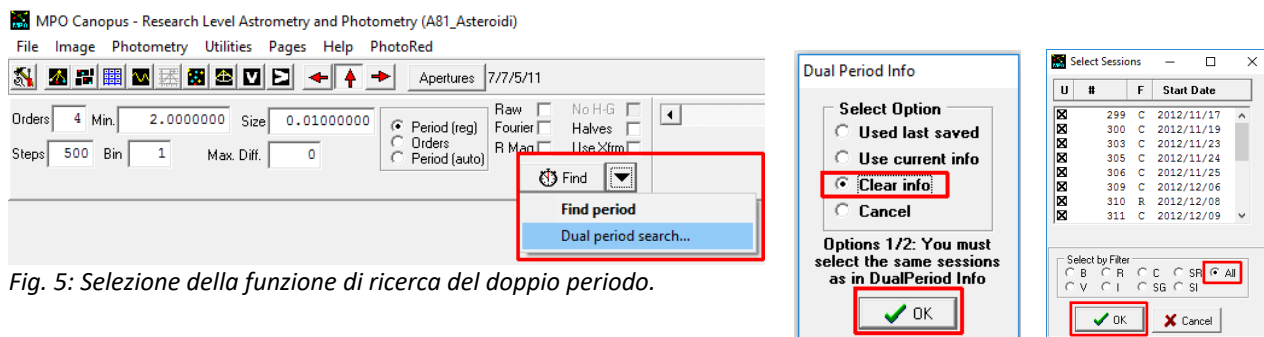


Fig. 5: Selezione della funzione di ricerca del doppio periodo.

Dalla finestra “*Period Spectrum*” selezioniamo il tab [Data] e quindi [Save] per salvare il file con i parametri del periodo principale (p1) sul file system.

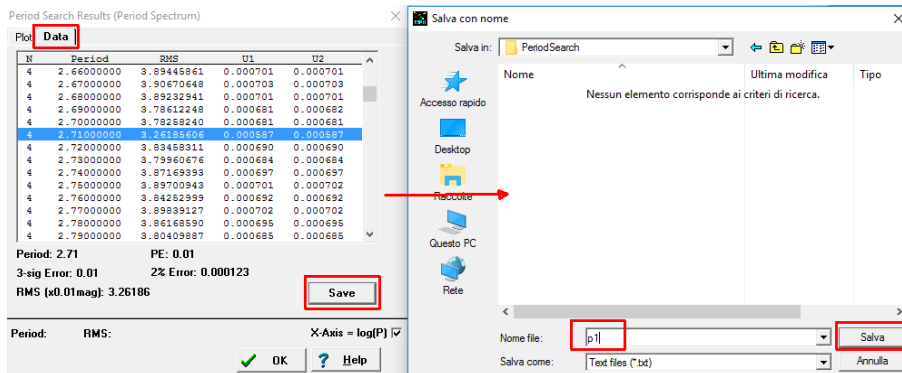
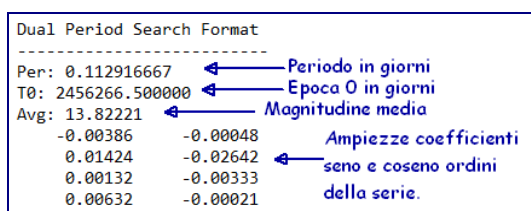


Fig. 6: Salvataggio dei parametri del periodo principale (p1).

Il successivo pannello ci permetterà di scegliere su quale periodo importare i coefficienti salvati in precedenza. Questi coefficienti rappresentano i parametri dello sviluppo in serie di Fourier che abbiamo incontrato prima (figura 1).



E' importante ricordarsi di mettere il segno di spunta sulla voce “*subtract period 1*”, altrimenti nella successiva analisi non verrà sottratto il periodo principale.

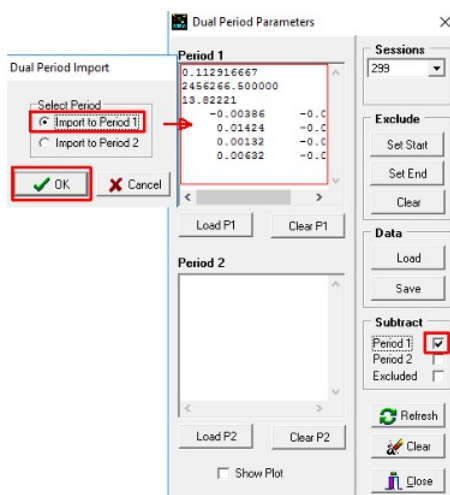
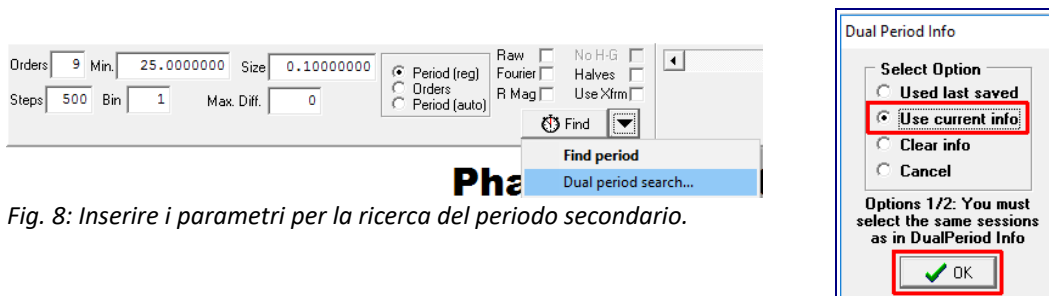


Fig. 7: Importazione del periodo principale.

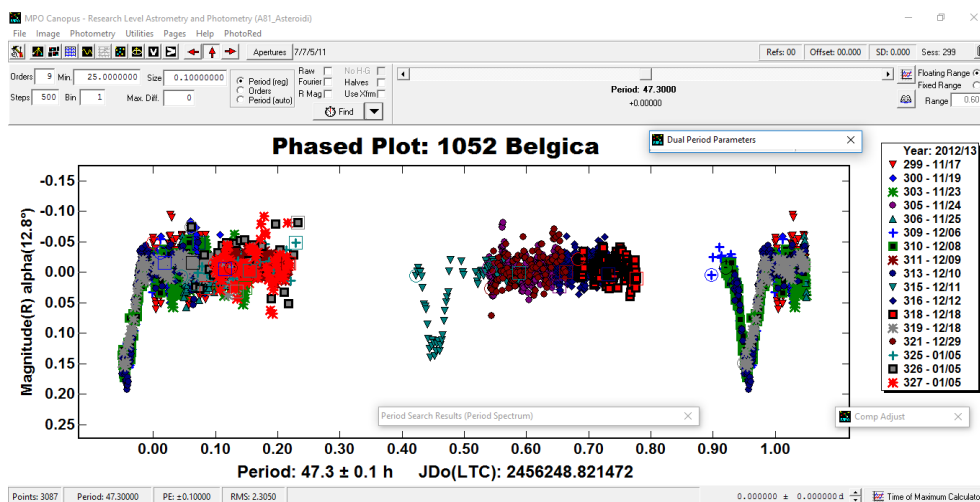
Fase 2 – il periodo secondario (rivoluzione del satellite)

Dovremo trovare il periodo di rivoluzione del secondario facendo i necessari tentativi e variando opportunamente i parametri di ricerca. In generale il periodo del secondario è dell'ordine di uno o più giorni e per trovarlo sarà necessaria una buona copertura degli eventi, dentro e fuori eclisse/occultazione. Il parametro Orders deve essere piuttosto alto (es: 9), per descrivere bene i dettagli della curva di luce, mentre il parametro Size deve essere basso (es: 0.1).

Selezioniamo ancora una volta [Find]->[Dual period search...] ma questa volta sul pannello di dialogo "Dual Period Info" sceglieremo l'opzione "Use current info" e quindi [OK].



Al termine dell'elaborazione, otteniamo la curva di luce che descrive il periodo secondario, dove si vedono chiaramente gli eventi di eclisse/occultazione in modo del tutto simile alle stelle binarie ad eclisse di tipo EA.



Salviamo i dati del periodo secondario (p2), importandoli su "Period 2" e spostando il segno di spunta di "Subtract" dal periodo 1 al periodo 2. Questo significa che nella successiva iterazione sottrarremo il periodo secondario per "pulire" il primario dagli eventi di eclisse/occultazione.

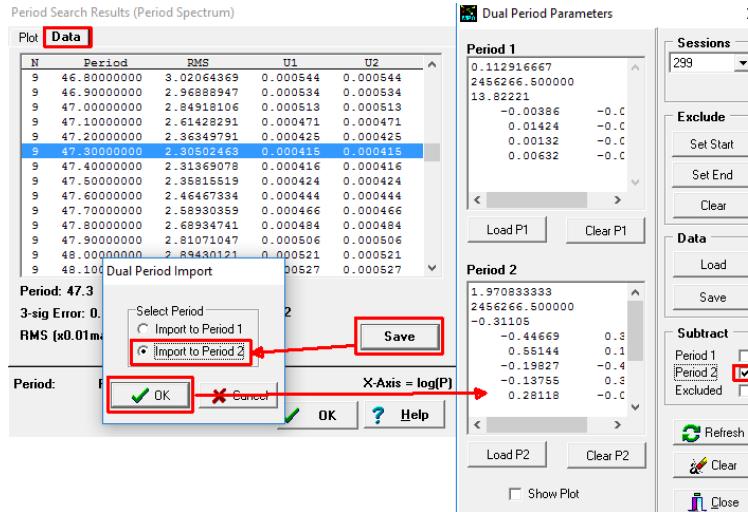


Fig. 10: Salvataggio ed importazione del periodo secondario (p2).

Al termine dell'elaborazione otteniamo nuovamente il periodo principale ma questa volta "pulito" degli eventi di eclisse/occultazione che saranno stati sottratti attraverso i coefficienti di Fourier del periodo 2 (confrontare figura 4 e 11).

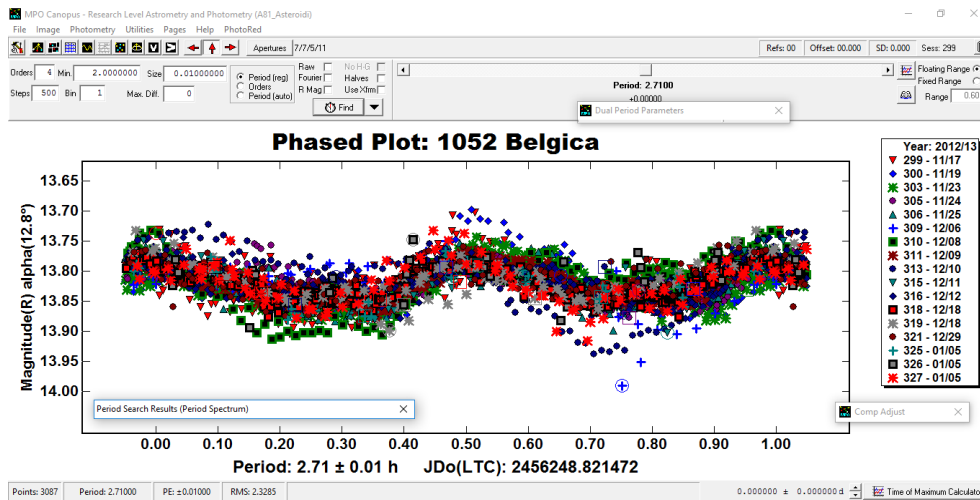


Fig. 11: Curva di luce del periodo principale dal quale è stato sottratto il periodo secondario.

Per migliorare ulteriormente la precisione dei periodi trovati sarà necessario salvare nuovamente i coefficienti del periodo principale (p1), spostare il segno di spunta "subtract" dal periodo 2 al periodo 1 e reiterare con la fase 2.