



ultima frontiera del software di analisi dei dati

5° MEETING NAZIONALE GRAV/SSV UAI SULLE STELLE VARIABILI

Osservatorio Astronomico di Marana di Crespadoro (VI)
15-16-17 Maggio 2009



- Riccardo Papini - AAVSO American Association of Variable Star Observers
- Lorenzo Franco - A81 Balzaretto Observatory, Rome

Premessa

Lo studio delle variabili è un settore molto stimolante dell'Astronomia professionale ed amatoriale in particolare.

Le sequenze di osservazioni spesso si traducono in una lunga serie di dati, a volte difficilmente interpretabili attraverso la sola scansione visiva. Oggigiorno è possibile accedere a software di analisi dei dati che fino a non molto tempo fa erano appannaggio esclusivo del mondo professionale.

Questa presentazione si propone di stimolare l'uso di PERANSO per l'analisi dei dati delle stelle variabili, cercando di esaminare e metterne in risalto le principali potenzialità.

Una breve introduzione

Il software PERANSO (PERiod ANalysis SOftware) di CBA Belgium Observatory può essere scaricato nella versione dimostrativa a tempo, ma pienamente funzionante, dal sito (www.peranso.com). Il costo d'acquisto della licenza è di soli 30 Euro.

PERANSO offre un insieme completo e potente di funzioni per l'analisi del periodo attraverso l'uso di una interfaccia gradevole e semplice da usare. Non ha in poche parole un aspetto criptico da "addetti ai lavori". Si propone quindi di fornire un supporto di analisi a tutti coloro che hanno bisogno di esaminare una grande quantità di dati, ottenuti dalle osservazioni di una singola notte o di più notti, da un solo osservatore o da più osservatori.

Le principali funzionalità

Tra le principali funzioni implementate troviamo:

- *curve di luce e diagrammi di fase*
- *determinazione dei massimi e dei minimi attraverso fit polinomiale*
- *correzione eliocentrica*
- *analisi del periodo attraverso sofisticati algoritmi quali ad esempio:*
 - *Discrete Fourier Transform DFT*
 - *Date Compensated Discrete Fourier Transform DCDFIT*
 - *CLEANest*

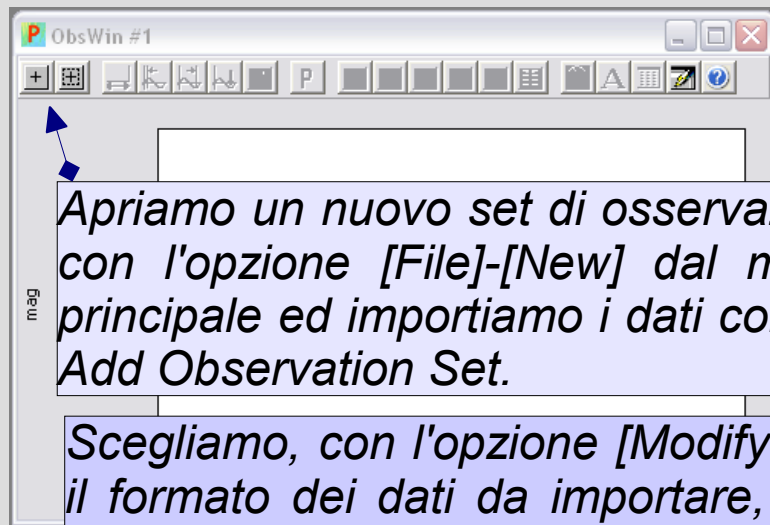
dove questi ultimi due si prestano molto bene all'analisi di dati spaziatamente tra di loro come succede per le osservazioni sulle stelle variabili.

Attivazione

Una volta scaricato ed installato il programma (tralasciamo per brevità queste fasi), all' avvio Peranso si presenta con una schermata vuota dove troviamo nella parte superiore il menù principale e le icone delle principali funzionalità.

Per poter iniziare la fase di analisi sarà necessario importare i nostri dati ottenuti attraverso la fotometria d' apertura da una sequenza di immagini. Tipicamente si tratta di file testuali prodotti con (iris, Aip4Win, MaximDL) e composti da due o più colonne, dove i dati principali saranno: il tempo (Julian Day dell'osservazione) ed il valore della magnitudine differenziale corrispondente.

Importazione dei dati

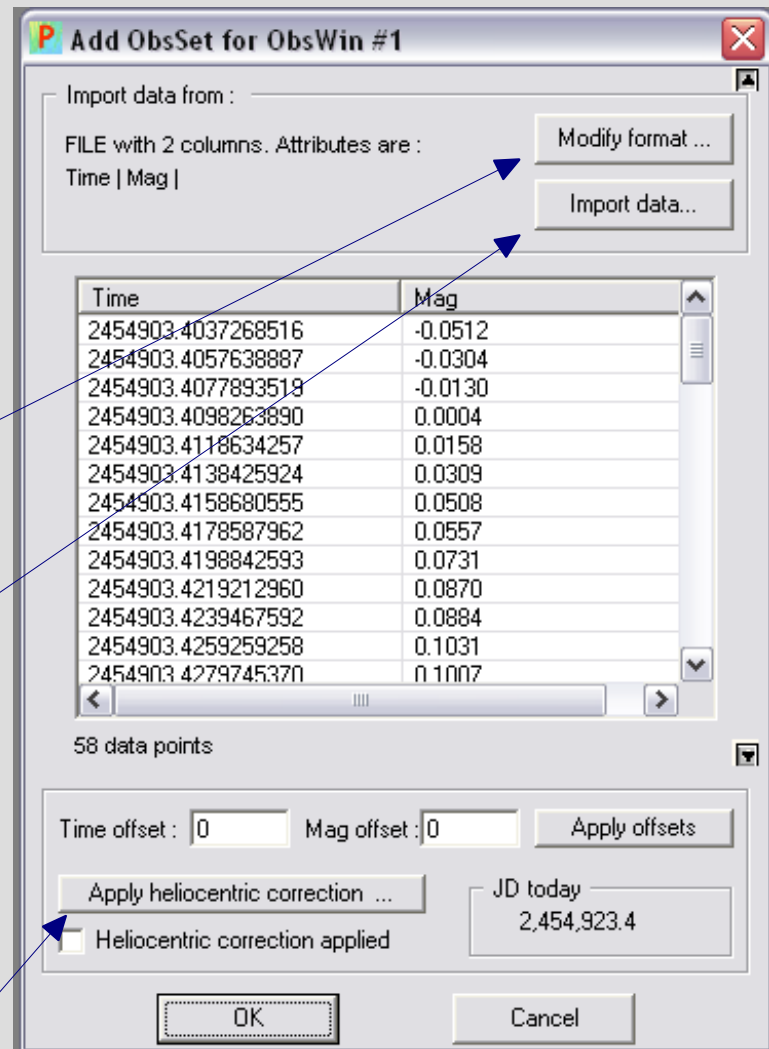


Apriamo un nuovo set di osservazioni con l'opzione [File]-[New] dal menù principale ed importiamo i dati con [+] Add Observation Set.

Scegliamo, con l'opzione [Modify format]..., il formato dei dati da importare, ovvero la struttura delle colonne.

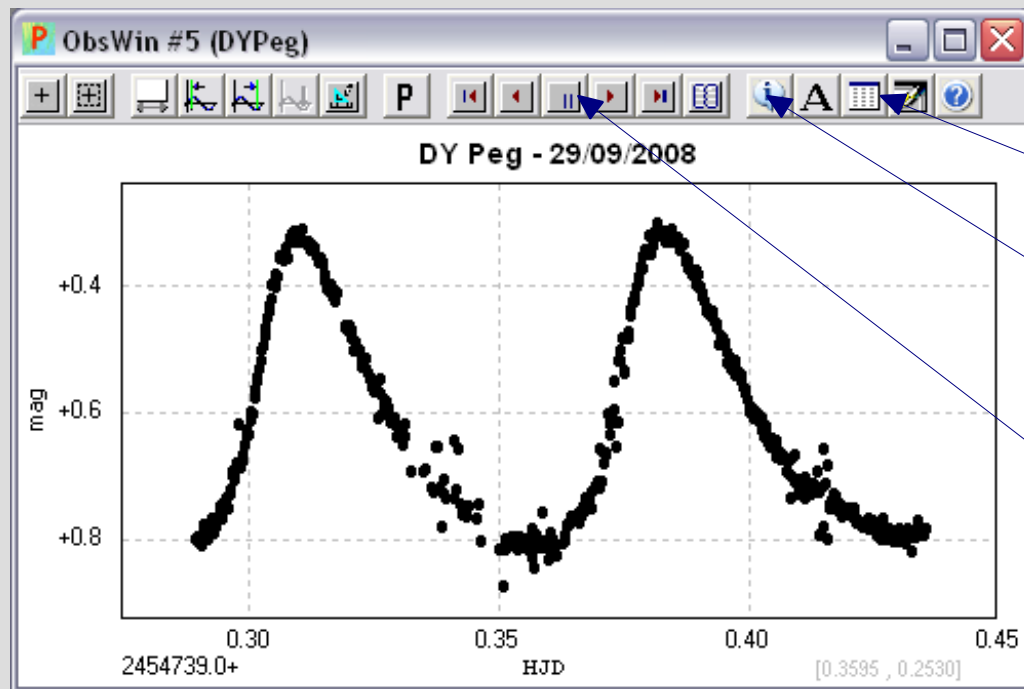
Quindi [Import Data]... per procedere con l'importazione, specificando il file da cui leggere i dati.

Dopo l'importazione dei dati vedremo popolarsi la tabella (time, mag). A questo punto sarà possibile impostare la correzione eliocentrica [Apply heliocentric correction]..., specificando il nome della variabile (dal catalogo GCSV) o le coordinate RA e DEC.



Curva di luce

Al termine dell'importazione, la finestra ObsWin permetterà di visualizzare le curve di luce delle singole sessioni osservative. Porre attenzione alla barra degli strumenti, all'interno della quale troveremo le funzioni che ci serviranno per le successive analisi.



Permette di modificare le proprietà del grafico della curva di luce (Titolo grafico, assi, scala, colore...)

Informazioni statistiche sui dati immessi (media, min, max, devst ...)

Barra di navigazione attraverso le diverse sessioni osservative.

Il grafico mostra la curva di luce della variabile DY Peg lungo un intervallo di circa 3 ore e 30 (0.1458 d) durante il quale si osservano due cicli completi.

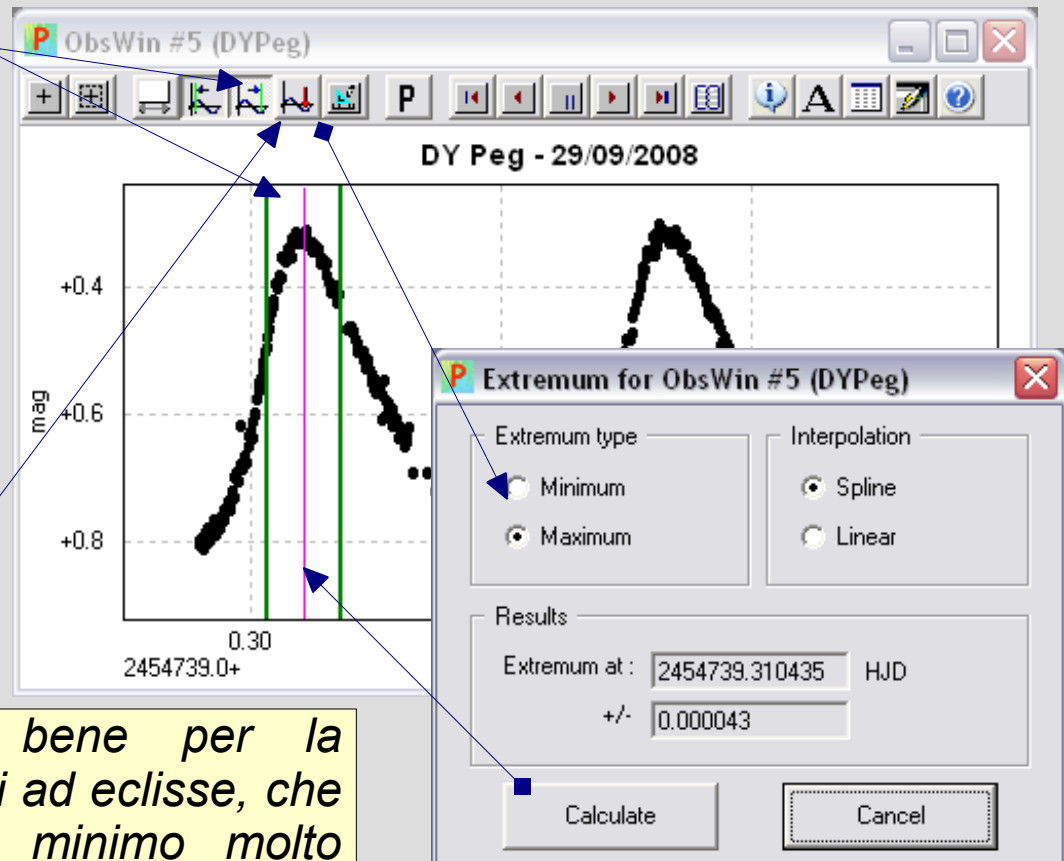
Determinazione dei massimi e dei minimi (1/2)

Partendo dalla curva di luce visualizzata nella finestra ObsWin è possibile determinarne i massimi ed i minimi:

Impostare la posizione dei cursori sinistro e destro in modo tale da delimitare la regione della curva intorno al massimo o minimo che si vuole misurare. E' anche possibile agganciarli con un clic per trascinarli nella posizione desiderata.

Per le curve di luce simmetriche è possibile usare il metodo di Kwee-van Woerden per la determinazione dei massimi e dei minimi.

Questo metodo si presta molto bene per la determinazione dei minimi delle variabili ad eclisse, che hanno le curve di luce intorno al minimo molto simmetriche.



Determinazione dei massimi e dei minimi (2/2)

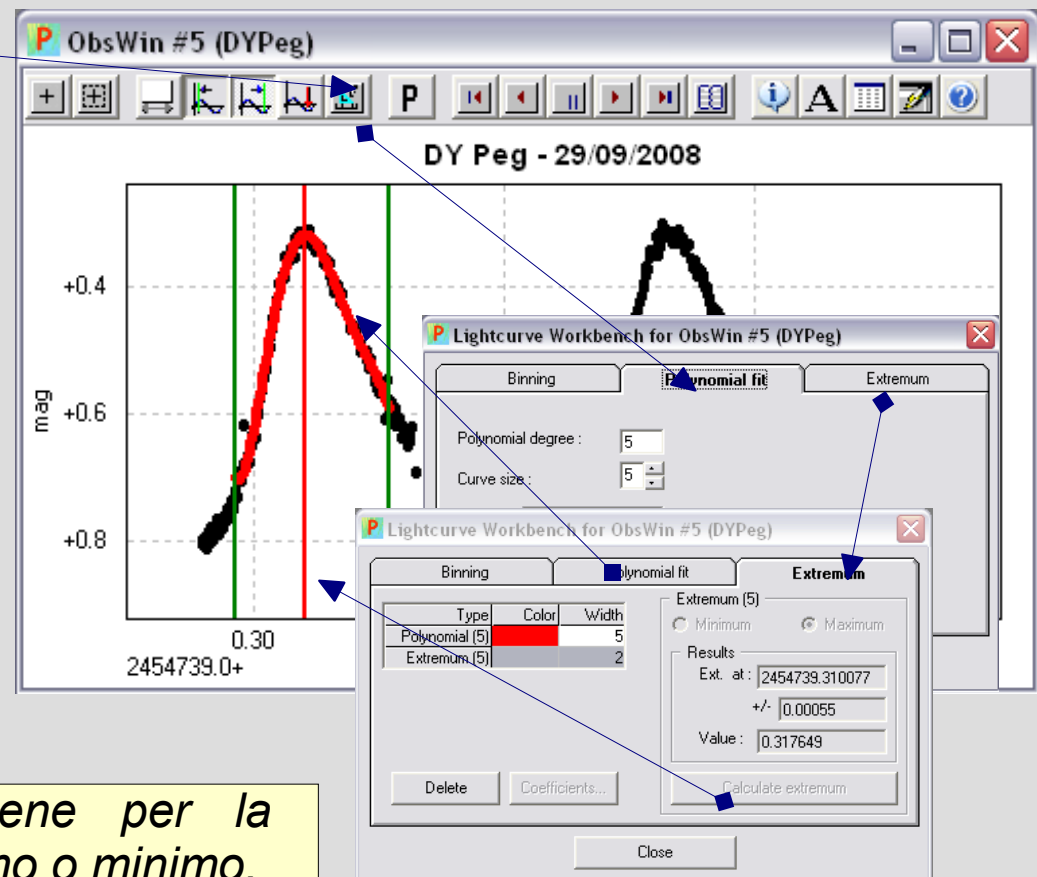
Lo strumento per determinare i massimi ed i minimi si chiama *Lightcurve Workbench*.

Delimitare la porzione di curva entro la quale si vuole determinare il massimo o il minimo ed attivare *Lightcurve Workbench*.

Selezionare il tab "Polynomial fit" e premere show per vedere di colore rosso il fit della porzione di curva delimitata.

Con il tab *extremum* è possibile individuare il massimo o il minimo della curva di luce delimitata dal fit polinomiale.

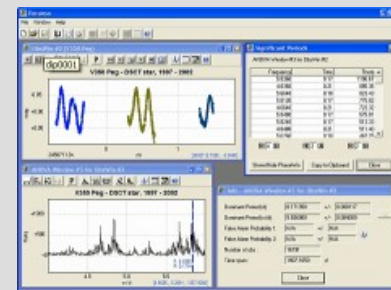
Il fit polinomiale si presta molto bene per la determinazione di qualsiasi tipo di massimo o minimo.



Un esempio pratico

Adesso vediamo un esempio pratico sui seguenti argomenti:

- *Avvio di PERANSO*
- *Creazione di un set di dati ed importazione di una sequenza temporale ottenuta con fotometria differenziale.*
- *Visualizzazione di una curva di luce*
- *Determinazione dei massimi della curva di luce*



Analisi del periodo

Adesso passiamo ad uno degli argomenti più stimolanti dell'analisi delle sequenze temporali dei dati, ovvero all'analisi del periodo.

Dall'osservazione visiva delle curve di luce spesso notiamo un andamento ciclico che rispecchia le variazioni periodiche di luminosità della variabile sotto esame ed è abbastanza naturale il desiderio di cercarne di individuarne la periodicità attraverso l'altalenarsi dei massimi e dei minimi. A volte comunque non è così semplice, poiché non si hanno a disposizione i dati che coprono perfettamente tutte le fasi del periodo. In tutti questi casi è estremamente utile poter disporre di uno strumento di analisi del periodo che implementi i più sofisticati algoritmi di analisi disponibili.

La determinazione del periodo rende inoltre possibile calcolare l'effemeride lineare con cui sarà possibile prevedere i prossimi massimi/minimi, attraverso una relazione del tipo:

$$C = \text{Epoca di riferimento} + \text{Periodo} * N$$

Strumenti per l'analisi del periodo

Peranso supporta due categorie di strumenti per l'analisi del periodo:

● **Metodi basati sull'analisi di Fourier:** questi metodi cercano di rappresentare le osservazioni attraverso una serie di funzioni trigonometriche (seno e coseno) con differenti periodi, ampiezze e fasi.

- Lomb-Scargle
- Bloomfield
- Discrete Fourier Transform (Deeming) DFT
- Date Compensated Discrete Fourier Transform (Ferraz-Mello) DCDFT
- CLEANest
- FALC (Harris)

● **Metodi statistici:** utilizzano dei metodi statistici per confrontare e ricercare all'interno dei dati degli intervalli e dei ritardi. Questi metodi sono molto adatti per l'analisi di osservazioni che includono componenti periodiche non sinusoidali.

- String methods (Dworetsky, Renson e Lafler-Kinman)
- Phase Dispersion Minimization (PDM)
- Jurkewich
- ANOVA (ANalysis Of VAriance)

Quale metodo usare ?

Linee guida

C'è da premettere che non esiste una regola generale applicabile sempre ed in ogni caso, si possono comunque individuare le seguenti linee guida:

- *Le variabili Delta Cephei e RR Lyrae possono essere analizzate con il metodo di Lafler-Kinman (statistico).*
- *Se si sospetta che il sistema abbia un periodo multiplo allora il metodo consigliato è CLEANest (Fourier)*
- *Se la curva di luce segue un andamento fortemente non sinusoidale, allora il metodo giusto è ANOVA (statistico), altrimenti i metodi DCDFIT e CLEANest (Fourier).*
- *Per l'analisi dei dati con un andamento fortemente non sinusoidale e con poche osservazioni su di un arco temporale limitato, si consiglia il metodo PDM.*
- *Per gli asteroidi (periodo di rotazione) il metodo di Fourier FALC (Harris) rappresenta uno standard de-facto.*

Determinazione del Periodo (1/3)

Vediamo adesso come determinare il periodo, partendo dalla curva di luce che abbiamo già visto in precedenza per la variabile DY Peg.

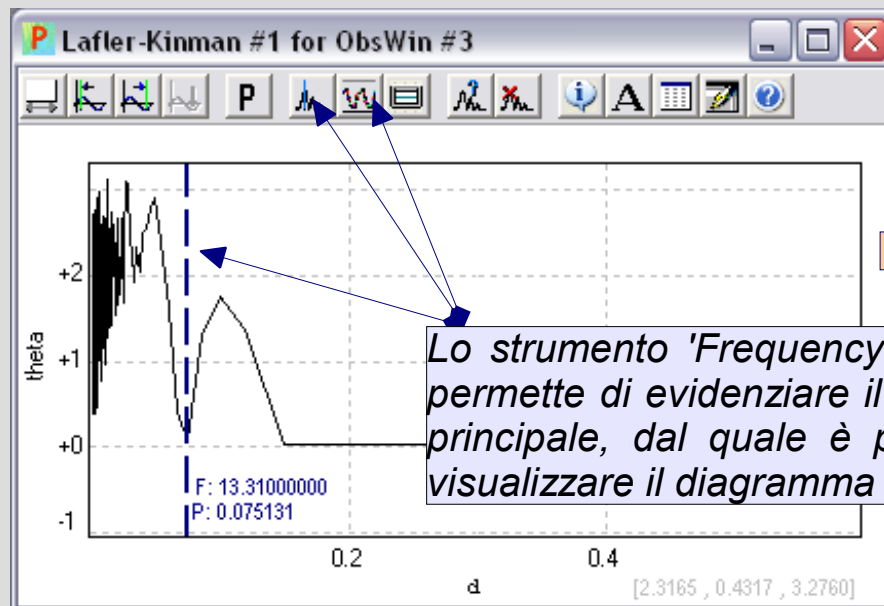
*Per accedere agli strumenti di analisi del periodo fare clic sulla **P** sulla finestra ObsWin.*

Accettiamo i valori pre-impostati e come metodo di analisi scegliamo [Lafler-Kinman], poichè si tratta di una variabile di tipo RR Lyrae (il catalogo GCSV la classifica come SXPHE).

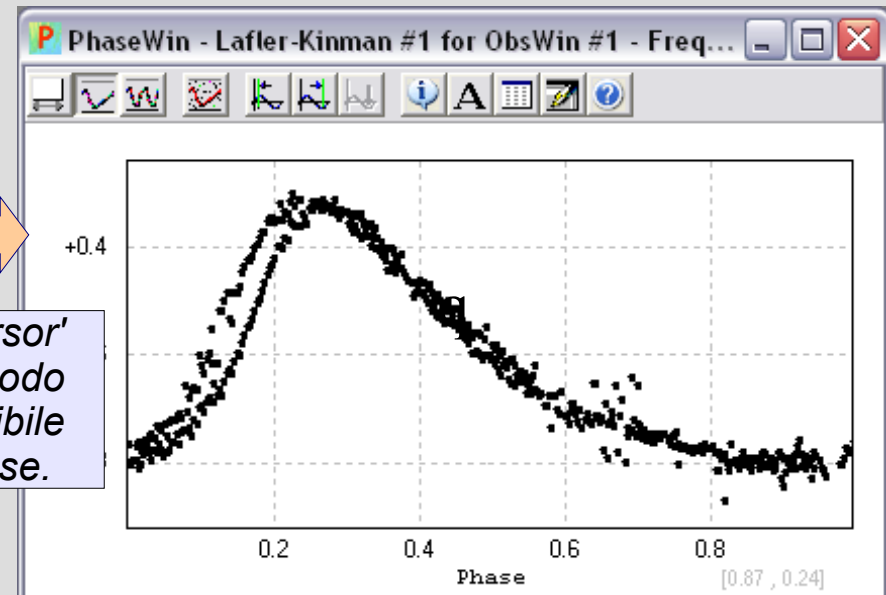
Premere OK per avviare l'analisi.

Determinazione del Periodo (2/3)

Al termine dell'analisi verrà visualizzato il periodogramma, si tratta di un particolare grafico che mette in relazione la durata del periodo con la sua rilevanza. Il picco o la valle (dipende dal metodo utilizzato) più rilevante si trova in corrispondenza del periodo principale.



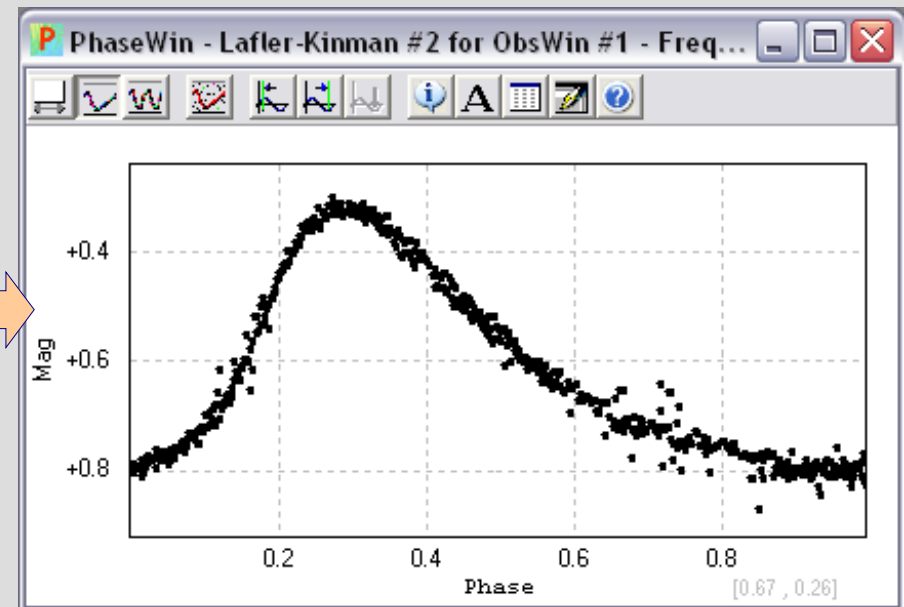
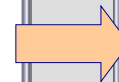
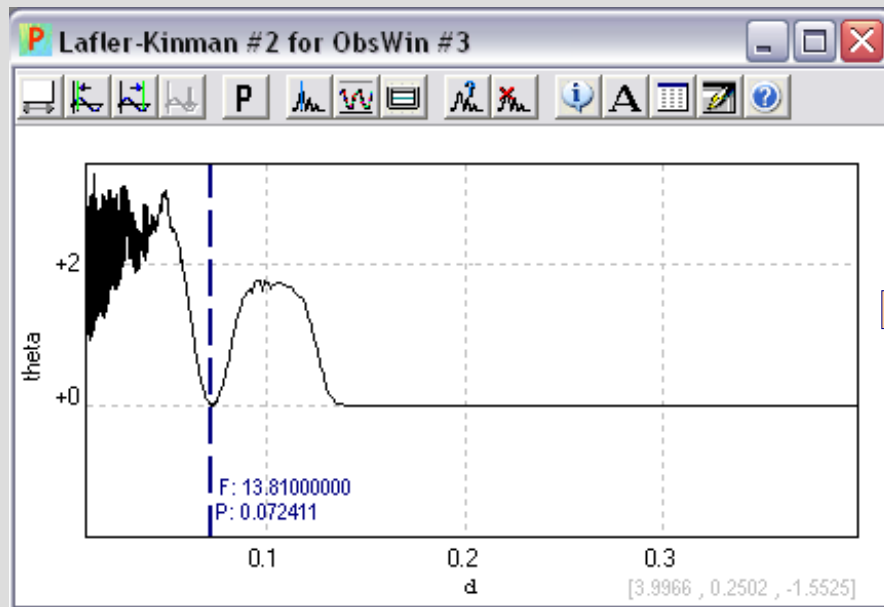
Lo strumento 'Frequency Cursor' permette di evidenziare il periodo principale, dal quale è possibile visualizzare il diagramma di fase.



Dal grafico di fase si nota, a colpo d'occhio, che il periodo individuato non è molto preciso (le curve di luce dovrebbero sovrapporsi con precisione).

Determinazione del Periodo (3/3)

Per migliorare la precisione del periodo passiamo al processo di rifinitura, sempre con la funzione P, ma questa volta dal grafico del periodogramma, impostando max a 0.4 e resolution a 1000.

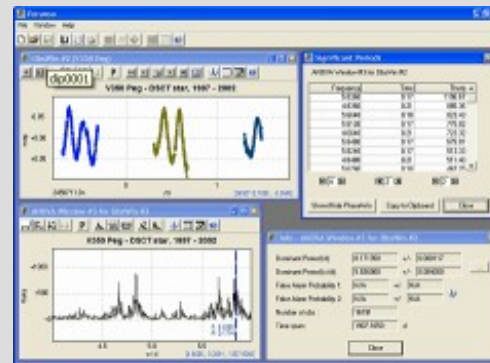


*Adesso si vede come le due curve di luce si sovrappongono perfettamente. Il periodo ottenuto è di **0.072411**, molto vicino al valore di **0.072926297**, pubblicato nel catalogo GCVS.*

Un esempio pratico

Adesso vediamo un esempio pratico sui seguenti argomenti:

- *Determinazione del periodo*
- *Periodogramma*
- *Diagramma di fase*



Conclusioni

Nel corso di questa presentazione abbiamo avuto modo di vedere come Peranso riesca ad implementare una serie di funzioni utili per l'analisi dei dati delle stelle variabili in modo assolutamente semplice e immediato.

Non abbiamo visto alcune delle funzionalità avanzate quali ad esempio l'analisi multiperiodale con i metodi Prewhitening e CLEANest per le quali si rimanda al tutorial incluso nel manuale d'uso.

Se il nostro interesse per le stelle variabili non si limita alla sola acquisizione dei dati, allora Peranso potrà tornarci molto utile come strumento di lavoro da affiancare al telescopio ed alla camera CCD.

Sito Internet

La figura a destra mostra la pagina internet di PERANSO dalla quale si può accedere a:

- Caratteristiche prodotto
- Download
- Istruzioni Installazione
- Registrazione

The image shows a screenshot of the PERANSO website and its software interface. The website header features the PERANSO logo and the text "Light Curve and Period Analysis Software". A navigation menu on the left includes links for Home, Product Features, Download, Installation, Registration, User testimonials, Revision History, About CBABelgium.com, and About the author. Below the menu, there are sections for "Past Releases" and "CSV file support", with a note that PERANSO 2.30 supports CSV imports. Another section, "Transit AoV", describes the Planetary Transit AoV method. At the bottom, "Peranso 2.10" is mentioned. The software interface on the right displays a light curve plot for "V350 Peg - DSCT star, 1997 - 2002" and a "Significant Periods" table. The table lists frequencies, times, and theta values for various periods. Below the table, there are controls for "Show/Hide PhaseWin", "Copy to Clipboard", and "Close". Another window shows an "ANOVA Window #3 for ObsWin #2" with a periodogram plot and a table of parameters including Dominant Period (j), Dominant Period (c), False Alarm Probability 1, False Alarm Probability 2, Number of obs, and Time span.

PERANSO Light Curve and Period Analysis Software

Home
Product Features
Download
Installation
Registration
User testimonials
Revision History
About CBABelgium.com
About the author

Past Releases

CSV file support

■ Peranso 2.30 supports the import of comma delimited (CSV) files, and comma delimited copy/paste operations from the clipboard.

Transit AoV

■ Peranso 2.11 comprises the Planetary Transit AoV method, a brand new and very efficient method to search for planetary transits in stellar light curves, invented by A. Schwarzenberg-Czerny.

Peranso 2.10

Peranso offers a complete set of powerful light curve and period analysis functions to work with large, multi-night astronomical data sets, collected by a variety of observers. It is equally performant for the individual observer, who is interested in analysing his observations of one or more nights.

Substantial attention has been given to ease-of-use and data accuracy, making Peranso the most productive period or time series analysis software on the market. Peranso lets you take control of your data analysis. Forget intimidating manuals and complex commands - powerful light curve and period analysis capabilities are now within your reach. Click here for an overview of Peranso's product features.

Peranso

ObsWin #2 (V350 Peg)

V350 Peg - DSCT star, 1997 - 2002

ANOVA Window #3 for ObsWin #2

Frequency	Time	Theta
5.9360	0.17	1196.67
4.8360	0.21	885.36
5.6640	0.18	823.43
5.8120	0.17	776.02
4.6640	0.21	723.32
5.9400	0.17	575.01
5.8240	0.17	513.33
4.8480	0.21	511.40
6.6720	0.18	467.26

ANOVA Window #3 for ObsWin #2

Dominant Period (j): 0.171360 +/- 0.000117
Dominant Period (c): 5.636000 +/- 0.004000
False Alarm Probability 1: N/A +/- N/A
False Alarm Probability 2: N/A +/- N/A
Number of obs: 16191
Time span: 1907.1050 d

Peranso supports a wide variety of window types to analyse time series data and to present period analysis results.

Qualche riferimento utile

PERANSO (<http://www.peranso.com>)

PERANSO User Manual

(<http://d1052380.domain.com/peranso/PeransoUserManual.pdf>)

CBA Belgium Observatory (<http://d1052380.domain.com>)

Catalogo GCSV (<http://www.sai.msu.su/groups/cluster/gcvs/cgi-bin/search.htm>)

Domande

