Analiza în detaliu a orbitalului solar

Bibliografie

1. **E.M.Standish** - *Keplerian Elements for Approximate Positions of the Major Planets*, JPL Caltech
2. **Farshad Barman** - *Astronomy Projects for Calculus and Differential Equations* 2012
3. **H. Karttunen** and al. - *Fundamental Astronomy* 4 Ed. Springer 2007
4. http://filosofia.obiectuala.ro/ro/aplicatii/Orbitali_Planetari.pdf
5. http://filosofia.obiectuala.ro/ro/aplicatii/Orbitalul_Solar_si_activitatea_solara.pdf
6. http://filosofia.obiectuala.ro/ro/aplicatii/Introducere_In_Filosofia_Obiectuala.pdf
7. **Roy Martin** - *How do the planets affect the Sun ?* March 17, 2013
8. **Arvind Bhatnagar, William Livingston** - *Fundamental of Solar Astronomy* World Scientific Publishing Co 2005.

1 - Modelarea matematică

1.1 - Introducere

Pentru început să reamintim cititorului ce este un *orbital*, noţiune descrisă pe larg în [4]:Un orbital al unui corp astronomic (CA) ce aparţine unui sistem planetar (SP) are în compunere următoarele atribute invariante:

– Zona spaţială în care se înscrie mişcarea orbitală (definită de semiaxa mare a orbitei, excentricitate şi înclinarea planului orbital), atribute definite faţă de centrul de masă (CM) al SP şi faţă de planul ecuatorial solar;

– Perioada orbitală sau inversul acesteia - *frecvenţa orbitală*.

Spre deosebire de lucrarea anterioară [5], în care mişcarea planetelor în urma căreia rezulta mişcarea solară era modelată pur teoretic, fără o legătură directă cu mişcarea reală a planetelor, în această lucrare vom folosi o metodă de aproximare a poziţiei planetelor indicată în [1], în care este descrisă metoda de calcul a poziţiilor planetelor folosind tabele de efemeride valabile în anumite intervale temporale, din care am ales tabelul cu cel mai lung interval (3000BC-3000AC). Pentru rezolvarea ecuaţiei lui Kepler însă am folosit o altă metodă faţă de cea din [1], metodă indicată în [2] în care soluţiile ecuaţiei Kepler sunt aproximate cu funcţii Bessel de ordinul I sau II. Cu toate că în [1] este specificat în mod expres că în cazul planetelor gigant se vor folosi pentru calculul anomaliei medii M corecţiile indicate în tabelul 1.5.1.B, pentru început vom neglija aceste corecţii din motive pe care le vom discuta spre sfârşitul acestei lucrări.

1.2 - Elipsa ca proiecţie a unui cerc

Fie un cerc cu raza *a* într-un plan XY, unde axa X este orizontală, iar axa Y verticală, originea fiind în centrul cercului. Fie un al doilea plan XY', înclinat cu unghiul φ faţă de planul XY în jurul axei X. Dacă proiectăm cercul din planul XY în planul XY', vom obţine o elipsă cu axa mare *a* colineară cu axa X şi axa mică:

$$b = a \cdot \cos(\varphi) \tag{1.2.1}$$

colineară cu axa Y'. Într-o elipsă există ecuaţia:

$$\varepsilon^2 = a^2 - b^2 \tag{1.2.2}$$

unde ε este *excentricitatea liniară* sau *distanţa focală*. Mărimea:

$$e = \frac{\varepsilon}{a} \tag{1.2.3}$$

se numeşte *excentricitate numerică*. Dacă înlocuim ecuaţiile 1.2.1 şi 1.2.3 în 1.2.2 vom obţine:

$$e^2 = 1 - \cos^2(\varphi) \tag{1.2.4}$$

adică:

$$e = \sin(\varphi) \tag{1.2.5}$$

sau:

$$\varphi = \arcsin(e) \tag{1.2.6}$$

Din ecuaţia 1.2.6 putem determina φ pentru traiectoriile planetelor actuale, cunoscută fiind *e* (excentricitatea orbitei) din tabelele cu datele orbitelor, iar din ecuaţia 1.2.1 putem determina *b*, cunoscută fiind *a* (semiaxa mare a orbitei). Din ecuaţiile 1.2.2 şi 1.2.3 rezultă:

$$b_1 = a\sqrt{1-e^2} \tag{1.2.7}$$

iar din ecuaţiile 1.2.1 şi 1.2.6 rezultă:

$$b_2 = a\cos(\arcsin(e)) \tag{1.2.8}$$

Să luăm de exemplu cazul Terrei, unde $a = 1UA$, $e = 0.01671022$. Cu aceste valori rezultă $b_1 = b_2 = 0.9998603745$ *UA*, o dovadă că ecuaţiile 1.2.7 şi 1.2.8 sunt echivalente.

Comentariul 1.2.1: Întregul paragraf 1.2 a avut ca scop justificarea înlocuirii expresiei $\sqrt{1-e^2}$ cu $\cos(\arcsin(e))$ în ecuaţiile din paragraful următor.

1.3 - Mişcarea pe o traiectorie eliptică

Dacă raza vectoare din cercul de rază *a* execută o mişcare de rotaţie uniformă cu perioada *T*, unghiul dintre raza vectoare şi axa X se numeşte (în varianta astronomilor [3]) *anomalie excentrică E*. Pe traiectoria eliptică rezultată din proiecţia cercului de rază *a*, raza vectoare a planetei $r(x, y)$ cu originea într-un focar va executa o rotaţie cu viteză neuniformă, dar cu aceeşi perioadă *T* (*t* fiind timpul faţă de momentul trecerii prin periheliu), în acest caz unghiul *v* al razei vectoare a planetei faţă de axa X este numit *anomalie adevărată*, iar mărimea:

$$M = \frac{2\pi}{T} \cdot t \tag{1.3.1}$$

este numită *anomalie medie*. Între aceste mărimi există o relaţie numită *ecuaţia lui Kepler*:

$$M = E - e \cdot \sin(E) \tag{1.3.2}$$

Comentariul 1.3.1: Termenul $e \cdot \sin(E)$ este adimensional (numeric), dar analiza dimensională a relaţiei 1.3.2 ne spune că acest termen trebuie să aibă dimensiunea unui unghi, aşa că în acest caz lui *e* îi va fi atribuită fie dimensiunea în radiani (valoarea numerică neschimbată), fie în grade prin multiplicarea cu $180/\pi$ (vezi [1]).

Ecuaţia 1.3.2 este o ecuaţie transcendentală, ale cărei soluţii (conform [2]) au fost găsite de Friedrich Bessel sub forma unor serii de puteri:

$$E = M + 2 \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{J_n(n \cdot e)}{n} \sin(M) \tag{1.3.3}$$

unde $J_n(x)$ este funcţia Bessel de ordinul *n*:

$$J_n(x) = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(-1)^i \cdot x^{2i+n}}{i! \cdot (i+n)! \cdot 2^{2i+n}} \tag{1.3.4}$$

Pentru excentricităţi mici ($e \le 0.21$, cazul planetelor din sistemul nostru planetar) este nevoie doar de primul termen al seriei (*e*) pentru a menţine eroarea de poziţie orbitală mai mică de 4,1%. Pentru o precizie mai bună al doilea termen este $e^2/2$. În final, ecuaţiile ce dau poziţiile unei planete în funcţie de timp faţă de axa X (*axa periheliu-afeliu*) în cazul ignorării ecuaţiei Kepler sunt:

$$\begin{aligned} x(t) &\cong a\cdot\cos(M) - a\cdot e = a\cdot[\cos(M) - e] \\ y(t) &\cong b\cdot\sin(M) = a\cdot\sin(M)\cdot\cos(\arcsin(e)) = a\cdot\sin(M)\cdot\sqrt{1-e^2} \end{aligned} \tag{1.3.5}$$

sau ţinând cont de ecuaţia Kepler pentru $e \le 0.21$:

$$\begin{aligned} x(t) &\cong a\cdot\cos[M + e\cdot\sin(M)] - a\cdot e = a\cdot[\cos[M + e\cdot\sin(M)] - e] \\ y(t) &\cong a\cdot\sin[M + e\cdot\sin(M)]\cdot\cos(\arcsin(e)) \end{aligned} \tag{1.3.6}$$

iar în final, pentru o aproximare mai bună:

$$\begin{aligned} x(t) &\cong a\cdot[\cos[M + e\cdot\sin(M) + \frac{e^2}{2}\cdot\sin(2M)] - e] \\ y(t) &\cong a\cdot\sin[M + e\cdot\sin(M) + \frac{e^2}{2}\cdot\sin(2M)]\cdot\cos(\arcsin(e)) \end{aligned} \tag{1.3.7}$$

Atenţie! În relaţiile 1.3.6, 1.3.7 se aplică pentru e sau $e^2/2$ corecţia indicată în comentariul 1.3.1. De remarcat că aceste ecuaţii sunt valabile pentru mişcarea unei planete pe o traiectorie eliptică heliocentrică în condiţii speciale, adică axa apsidelor (axa periheliu-afeliu) este coliniară cu axa X, iar timpul de start este momentul trecerii prin periheliu. Nu s-a ţinut cont de asemenea de faptul că traiectoriile reale ale planetelor din sistemul nostru solar nu sunt coplanare, dar diferenţele de înclinare faţă de planul ecuatorial solar ale orbitelor planetelor gigant[1] sunt mai mici de 0.1 radiani aşa că pot fi neglijate.

1.4 - Mişcarea elementelor SP faţă de CM al SP (în coordonate baricentrice)

Fie un SP reprezentat în fig. 1.4.1 format din *n corpuri astronomice (*CA) de mici dimensiuni (planete), de mase $m_1, m_2, ...m_n$ ce orbitează în jurul unui CA de mare dimensiune (Soarele) cu masa m_S. Faţă de un sistem de referinţă 2D extern cu originea O şi axele XY, elementele SP au vectorii de poziţie spaţială $\overline{r}_1, \overline{r}_2, \ldots \overline{r}_n$ şi $\overline{r}_S$.

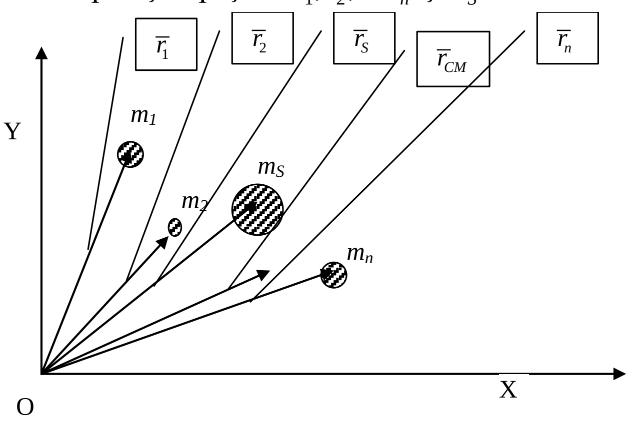

Fig. 1.4.1

În aceste condiţii, centrul de masă CM al SP are vectorul de poziţie $\overline{r}_{CM}$ dat de ecuaţia:

$$\overline{r}_{CM} = \frac{m_1\overline{r}_1 + m_2\overline{r}_2 + \ldots + m_n\overline{r}_n + m_S\overline{r}_S}{m_1 + m_2 + \ldots + m_n + m_S} \tag{1.4.1}$$

Dacă mutăm originea O a sistemului de referinţă în CM, acest fapt este echivalent cu a scrie în ecuaţia 1.4.1 $\overline{r}_{CM} = 0$. Notând $m_1 + m_2 + \ldots + m_n + m_S = m_T$, unde m_T este masa totală a SP, ecuaţia 1.4.1 devine:

---

[1] Pentru analizele pe termen lung ale parametrilor orbitalului solar sunt importante doar mişcările celor patru planete gigant, restul planetelor având (cu câteva excepţii) doar contribuţii minore.

$$\frac{m_S}{m_T}\overline{r_S} = -\frac{m_1}{m_T}\overline{r_1} - \frac{m_2}{m_T}\overline{r_2} - \ldots - \frac{m_n}{m_T}\overline{r_n} \tag{1.4.2}$$

de unde rezultă vectorul de poziţie al Soarelui faţă de CM:

$$\overline{r_S} = -\frac{m_1}{m_S}\overline{r_1} - \frac{m_2}{m_S}\overline{r_2} - \ldots - \frac{m_n}{m_S}\overline{r_n} \tag{1.4.3}$$

Notând $\frac{m_S}{m_i} = q_i \quad i \in [1, n]$, ecuaţia 1.4.3 devine:

$$\overline{r_S} = -\sum_{i=1}^{n} \frac{\overline{r_i}}{q_i} \tag{1.4.4}$$

1.5 - Mişcarea reală a unei planete în coordonate heliocentrice

În sistemul de coordonate heliocentric planul de referinţă este planul ecuatorial solar, în care axa de referinţă X_{ecl} este axa echinocţiilor (vezi fig. 1.5.1). Mărimile implicate în definirea orbitelor planetare în acest sistem de referinţă sunt:

- Ω longitudinea nodului ascendent NA;
- ω argumentul periheliului;
- $\varpi = \omega + \Omega$ longitudinea periheliului;
- M este anomalia medie;
- v este anomalia adevărată;
- r este raza vectoare a planetei;
- $L = M + \omega + \Omega$ este longitudinea medie

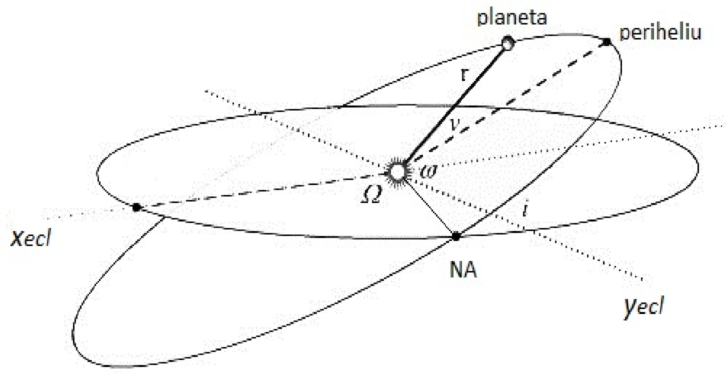

Fig. 1.5.1

Aproximarea poziţiei unei planete poate fi făcută utilizând elementele orbitale deja menţionate împreună cu cele indicate mai jos, valorile acestora şi ratele de variaţie seculară fiind date în tabelele 1.5.1.A şi 1.5.1.B, valori valabile pentru intervalul temporal 3000BC - 3000AD.

Elementele orbitale împreună cu variaţiile lor seculare sunt:

- $a_0, \dot{a}$ semiaxa mare a orbitei [UA, UA/secol];
- $e_0, \dot{e}$ excentricitatea [, /secol];
- $i_0, \dot{i}$ înclinarea orbitei [grade, grade/secol];
- $L_0, \dot{L}$ longitudinea medie [grade, grade/secol];
- $\varpi_0, \dot{\varpi}$ longitudinea periheliului [grade, grade/secol];
- $\Omega_0, \dot{\Omega}$ longitudinea nodului ascendent [grade, grade/secol];

Pentru calculul elementelor orbitale se calculează $a = a_0 + \dot{a} \cdot t$, $e = e_0 + \dot{e} \cdot t$ etc. unde t este numărul de secole trecute începând cu ziua $t_{efe} = J2000.0$.

Cu datele din tabelele 1.5.1.A şi 1.5.1.B se calculează apoi *M* cu ecuaţia:

$$M = L - \varpi + b \cdot t^2 + c \cdot \cos(f \cdot t) + s \cdot \sin(f \cdot t) \qquad (1.5.1)$$

Acum putem determina vectorul de poziţie $r(t) = x(t) + y(t)$ al planetei în planul orbitei sale (axa X fiind axa apsidelor) cu relaţiile 1.3.6 sau 1.3.7. În continuare, prin rotirea axelor de coordonate vom obţine coordonatele ecliptice ale planetelor (vezi fig. 1.5.1) cu ecuaţiile:

$$xe(t) = (\cos\omega\cos\Omega - \sin\omega\sin\Omega\cos i)\cdot x(t) + (-\sin\omega\cos\Omega - \cos\omega\sin\Omega\cos i)\cdot y(t) \qquad (1.5.2)$$

$$ye(t) = (\cos\omega\sin\Omega + \sin\omega\cos\Omega\cos i)\cdot x(t) + (-\sin\omega\sin\Omega + \cos\omega\cos\Omega\cos i)\cdot y(t) \qquad (1.5.3)$$

$$ze(t) = (\sin\omega\sin i)\cdot x(t) + (\cos\omega\sin i)\cdot y(t) \qquad (1.5.4)$$

Dată fiind înclinarea mică a planelor orbitale, mai ales pentru planetele gigant, vom considera $i = 0$, aşa că vor rămâne doar relaţiile 1.5.2 şi 1.5.3 (în varianta redusă):

$$xe(t) = (\cos\omega\cos\Omega - \sin\omega\sin\Omega)\cdot x(t) + (-\sin\omega\cos\Omega - \cos\omega\sin\Omega)\cdot y(t) \qquad (1.5.5)$$

$$ye(t) = (\cos\omega\sin\Omega + \sin\omega\cos\Omega)\cdot x(t) + (-\sin\omega\sin\Omega + \cos\omega\cos\Omega)\cdot y(t) \qquad (1.5.6)$$

unde *xe* şi *ye* sunt coordonatele ecliptice ale planetelor după axele X_{ecl} şi Y_{ecl} din fig. 1.5.1.

Comentariul 1.5.1: Trebuie menţionat că în ecuaţiile 1.5.5 şi 1.5.6 vectorii de poziţie planetari sunt calculaţi în coordonate ecliptice heliocentrice, în timp ce vectorul de poziţie solar dat de ecuaţia 1.4.4 este calculat în coordonatele centrului de masă al SP (baricentrice). Dat fiind faptul că distanţa soarelui faţă de CM poate ajunge până la $1.58 \cdot 10^6$ km, asta înseamnă o eroare maximă de 2.73% pentru vectorul de poziţie al lui Mercur, dar o eroare mult mai mică pentru poziţiile planetelor gigant care au contribuţia cea mai mare la poziţia solară faţă de CM.

Tabelul 1.5.1.A

Planeta	$a_0, \dot{a}$ *ua,ua/secol*	$e_0, \dot{e}$ *rad,rad/secol*	$i_0, \dot{i}$ *gr.,gr./secol*	$L_0, \dot{L}$ *gr.,gr./secol*	$\varpi_0, \dot{\varpi}$ *gr.,gr./secol*	$\Omega_0, \dot{\Omega}$ *gr.,gr./secol*
Me	0.38709843 0.00000000	0.20563661 0.00002123	7.00559432 -0.00590158	252.25166724 149472.67486623	77.45771895 0.15940013	48.33961819 -0.12214182
Ve	0.72332102 -0.00000026	0.00676399 -0.00005107	3.39777545 0.00043494	181.97970850 58517.81560260	131.76755713 0.05679648	76.67261496 -0.27274174
Te	1.00000018 -0.00000003	0.01673163 -0.00003661	-0.00054346 -0.01337178	100.46691572 35999.37306329	102.93005885 0.31795260	-5.11260389 -0.24123856
Ma	1.52371243 0.00000097	0.09336511 0.00009149	1.85181869 -0.00724757	-4.56813164 19140.29934243	-23.91744784 0.45223625	49.71320984 -0.26852431
Ju	5.20248019 -0.00002864	0.04853590 0.00018026	1.29861416 -0.00322699	34.33479152 3034.90371757	14.27495244 0.18199196	100.29282654 0.13024619
Sa	9.54149883 -0.00003065	0.05550825 -0.00032044	2.49424102 0.00451969	50.07571329 1222.11494724	92.86136063 0.54179478	113.63998702 -0.25015002
Ur	19.18797948 -0.00020455	0.04685740 -0.00001550	0.77298127 -0.00180155	314.20276625 428.49512595	172.43404441 0.09266985	73.96250215 0.05739699
Ne	30.06952752 0.00006447	0.00895439 0.00000818	1.77005520 0.00022400	304.22289287 218.46515314	46.68158724 0.01009938	131.78635853 -0.00606302
Pl	39.48686035 0.00449751	0.24885238 0.00006016	17.14104260 0.00000501	238.96535011 145.18042903	224.09702598 -0.00968827	110.30167986 -0.00809981

Termeni adiţionali ce trebuie adăugaţi la calculul lui *M* pentru planetele gigant, în acelaşi interval temporal 3000BC - 3000AD.

Tabelul 1.5.1.B

Planeta	b	c	s	f
Ju	-0.00012452	0.06064060	-0.35635438	38.35125
Sa	0.00025899	-0.13434469	0.87320147	38.35125
Ur	0.00058331	-0.97731848	0.17689245	7.67025
Ne	-0.00041348	0.68346318	-0.10162547	7.67025

2 - Distribuţiile principale ale orbitalului solar

2.1 - Distribuţia spaţio-temporală primară[2] a poziţiei Soarelui

Aşa cum menţionam în introducerea acestei lucrări, pentru început vom neglija corecţiile introduse de tabelul 1.5.1.B, acest fapt însemnând că anomalia medie M a unei planete se va calcula cu ecuaţia:

$$M = L - \varpi \tag{2.1.1}$$

valabilă atât pentru planetele telurice cât şi pentru planetele gigant. Despre motivele acestei neglijări vom discuta spre finalul acestei lucrări.

Distribuţia temporală primară a poziţiei Soarelui în mişcarea sa în jurul centrului de masă al sistemului planetar este dată de ecuaţiile:

$$xes(t) = -\sum_{i=0}^{7} \frac{xe(i,t)}{q_i} \cdot UA\, ;\; yes(t) = -\sum_{i=0}^{7} \frac{ye(i,t)}{q_i} \cdot UA \quad [km] \tag{2.1.2}$$

unde *xes* este coordonata solară după axa ecliptică X_{ecl} (axa echinocţiilor, vezi fig. 1.5.1), *yes* este coordonata solară după axa Y_{ecl}, *xe(i,t)* şi *ye(i,t)* sunt coordonatele ecliptice ale planetei *i* ($i \in [0,7]$) funcţie de *t* (date de ecuaţiile 1.5.5 şi 1.5.6), iar q_i este raportul dintre masa solară şi masa planetei *i*. $UA = 1.4959787 \cdot 10^8$ km este unitatea astronomică de distanţă. Timpul *t* este exprimat în secole faţă de anul referinţă J2000, incrementul temporal fiind de Nz=8.359990576 zile ([3]). Reprezentarea grafică a ecuaţiilor 2.1.2 în coordonate carteziene liniare este dată in fig. 2.1.1.

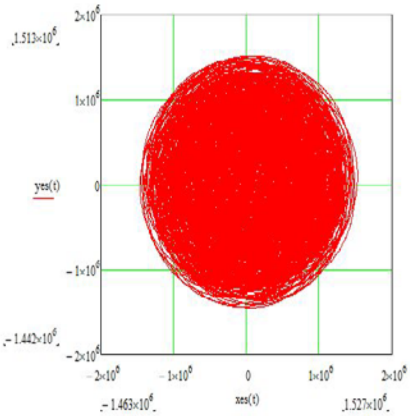

Fig. 2.1.1 Orbitalul solar în coordonate carteziene liniare

Din fig. 2.1.1 se poate observa că domeniul spaţial al orbitalului solar este ocupat aproape uniform, dar observaţia nu este corectă - în imediata apropiere a CM (cu coordonatele 0,0) domeniul spaţial[4] este vid. Acest aspect este vizibil în reprezentarea carteziană logaritmică din fig. 2.1.2.

---

[2] Denumirile distribuţiilor sunt cele introduse în cap. 2 al lucrării [6].

[3] Incrementul temporal *Nz* zile a rezultat în urma divizării intervalului temporal de 60 de secole în care este valabil tabelul efemeridelor (3000BC-3000AC) cu numărul maxim de eşantioane admis de softul utilizat pentru modelare (Mathcad 14) pentru grafice (2^{18}).

[4] În apropierea acestui domeniu acceleraţia radială solară atinge valori foarte mari.

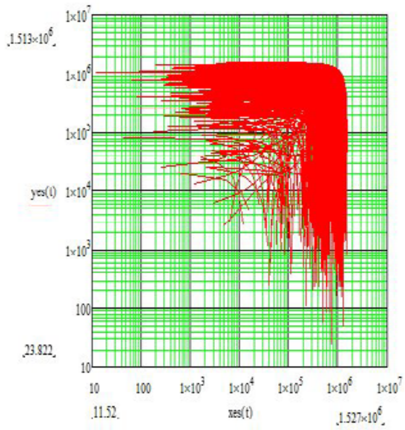

Fig. 2.1.2 Orbitalul solar în coordonate carteziene logaritmice

Din fig. 2.1.2 vedem că zona spaţială cu o rază mai mică de cca $2 \cdot 10^3$ km faţă de CM este neocupată, adică apropierea Soarelui de această zonă este extrem de rară.

2.2 - Distribuţia derivată de ordinul I a poziţiei solare

Componentele distribuţiei temporale derivate a poziţiei solare (viteza orbitală) sunt:

$$vxes(t) = \frac{xes(t) - xes(t - \Delta t)}{Nz}; \; vyes(t) = \frac{yes(t) - yes(t - \Delta t)}{Nz} \quad \left[{}^{km}\!/\!_{zi} \right] \qquad (2.2.1)$$

unde *xes(t)* şi *yes(t)* sunt date de ecuaţiile 2.1.2, iar $\Delta t = 2.28884326 \cdot 10^{-4}$ este incrementul temporal în secole ce corespunde celor *Nz* zile. Reprezentarea grafică a ecuaţiilor 2.2.1 este dată în fig. 2.2.1.

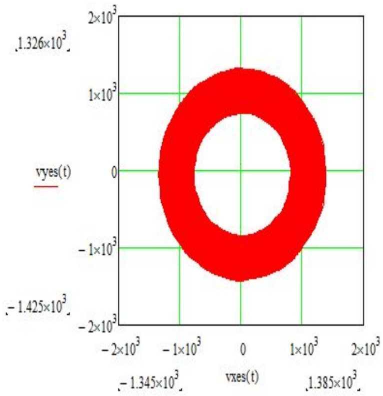

Fig. 2.2.1 Distribuţia temporală a vitezei orbitale solare în jurul CM

Comentariul 2.2.1: Zona colorată din fig. 2.2.1 reprezintă domeniul valorilor vitezei orbitale solare, domeniu aflat între două limite: exterioară şi interioară. Limita exterioară, cu valorile marcate pe figură este formată din contribuţia lui Jupiter la viteza orbitală solară (prezentată în fig. 3.1.2) plus suma contribuţiilor celorlalte planete (mai ales ale celor gigant) la viteza orbitală solară prezentate în par. 3. Limita interioară este formată tot din contribuţia lui Jupiter la viteza orbitală solară minus suma contribuţiilor celorlalte planete. Se prefigurează astfel rolul major al planetei Jupiter în procesele ce au loc în sistemul nostru solar.

Distribuţia temporală a modulului vitezei orbitale solare $ves(t) = \sqrt{vxes(t)^2 + vyes(t)^2}$ este reprezentată în fig. 2.2.2, axa X fiind gradată în secole (valoarea 0 corespunde anului J2000).

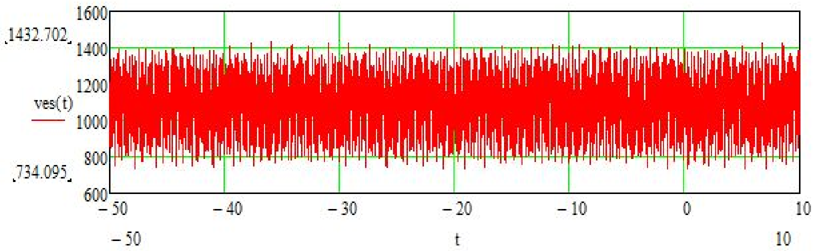

Fig. 2.2.2 Distribuţia temporală a modulului vitezei orbitale solare.

2.3 - Distribuţia derivată de ordinul II a poziţiei solare

Componentele distribuţiei temporale derivate a vitezei solare (acceleraţia orbitală solară) sunt:

$$axes(t) = \frac{vxes(t) - vxes(t - \Delta t)}{Nz}\,;\ ayes(t) = \frac{vyes(t) - vyes(t - \Delta t)}{Nz} \quad \left[{}^{km}\!/_{zi^2}\right] \tag{2.3.1}$$

iar reprezentarea grafică:

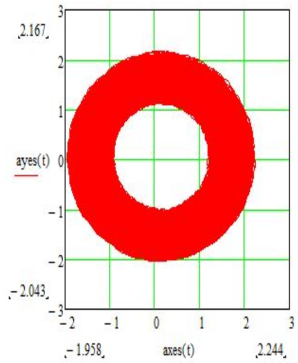

Fig. 2.3.1 Distribuţia acceleraţiei orbitale solare în jurul CM

Comentariul 2.3.1: Şi în cazul acceleraţiei orbitale solare se remarcă un domenu în care se încadrează valorile acestui parametru solar, domeniu aflat între cele două limite: exterioară şi interioară. La fel ca în cazul vitezei orbitale solare, limita exterioară cu valorile marcate pe figură este dată de contribuţia lui Jupiter la accceleraţia orbitală solară (prezentată în fig. 3.1.4) plus suma celorlalte contribuţii planetare. Limita interioară este dată tot de contribuţia joviană la acceleraţia orbitală solară minus suma celorlalte contribuţii planetare la acest parametru.

Distribuţia temporală a modulului acceleraţiei orbitale solare $aes(t) = \sqrt{axes(t)^2 + ayes(t)^2}$ este reprezentată în fig. 2.3.2:

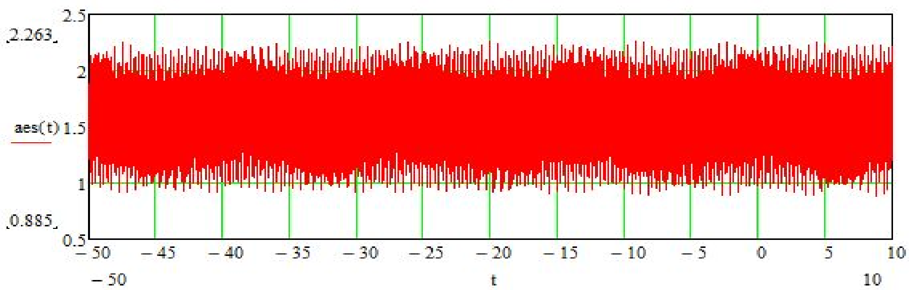

Fig. 2.3.2 Distribuţia temporală a modulului acceleraţiei orbitale solare

2.4 - Distribuţiile distanţei solare faţă de CM

Distanţa Soarelui faţă de CM este dată de modulul vectorului de poziţie solar:

$$res(t) = \sqrt{xes(t)^2 + yes(t)^2} \tag{2.4.1}$$

(vezi fig. 2.4.1 a şi b) iar distribuţiile derivate ale acestei distanţe sunt:

$$vres(t) = \frac{res(t) - res(t - \Delta t)}{Nz} \tag{2.4.2}$$

pentru viteza radială solară (vezi fig. 2.4.2) şi:

$$ares(t) = \frac{vres(t) - vres(t - \Delta t)}{Nz} \tag{2.4.3}$$

pentru acceleraţia radială solară (vezi fig. 2.4.3).

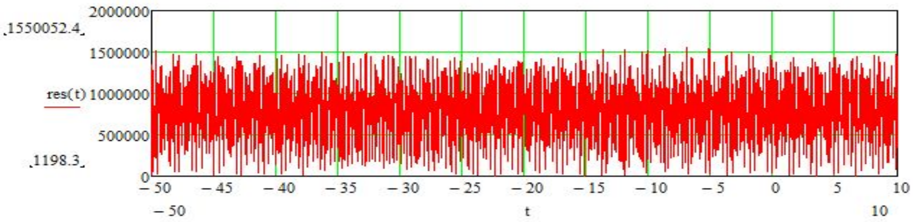

Fig. 2.4.1.a Modulul vectorului de poziţie solar linear

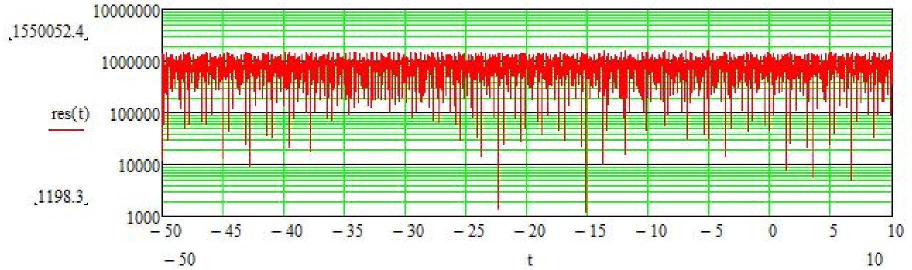

Fig. 2.4.1.b Modulul vectorului de poziţie solar logaritmic

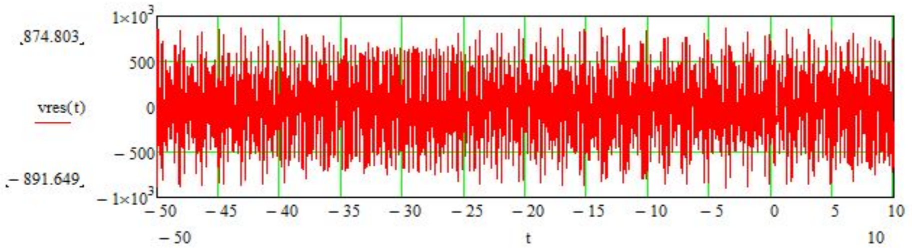

Fig. 2.4.2 Viteza radială solară

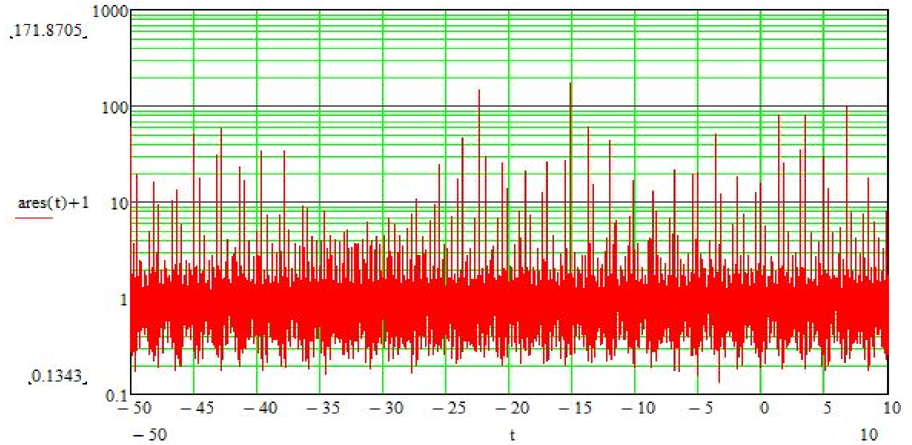

Fig. 2.4.3 Acceleraţia radială solară

Comentariul 2.4.1: În fig. 2.4.3 pentru a putea folosi pentru axa Y coordonate logaritmice (în vederea unei reprezentări mai sugestive) s-au evitat valorile negative prin translaţia cu o unitate a *ares(t)*.

3 - Contribuţiile individuale ale planetelor la mişcarea solară[5]

În continuare vom analiza contribuţiile individuale ale planetelor ce înconjoară Soarele începând cu planetele gigant (care au cea mai importantă contribuţie) şi continuând cu

[5] Fără corecţiile din tabelul 1.5.1.B

planetele telurice. După cum vom vedea mai departe, analiza contribuţiilor individuale ale planetelor la mişcarea solară este foarte importantă deoarece pe baza acesteia vom putea determina:

1. Numărul componentelor spectrale (armonicilor) produse de fiecare planetă, număr proporţional cu excentricitatea *e* a orbitei;

2. Raportul $q_{ai} = \dfrac{A(f_{1i})}{A(f_{2i})}$ unde $A(f_{1i})$ şi $A(f_{2i})$ sunt amplitudinile primei şi a celei de a doua armonice produse de planeta *i* asupra mişcării solare, raport invers proporţional cu *e* ;

3. Listele componentelor spectrale individuale ale planetelor vor fi baza de calcul a diferenţelor pozitive de frecvenţă prezente în spectrul orbitalului solar, aceste diferenţe fiind baza estimării ponderilor contribuţiilor diferitelor planete la mişcarea solară;

4. Valorile globale ale parametrilor solari *viteză* şi *acceleraţie orbitală* sunt date de relaţii dintre aceste valori şi valorile contribuţiilor planetare individuale la aceşti parametri (vezi comentariile 2.3.1 şi 2.3.2).

Deoarece procesele de mişcare ale Soarelui sunt periodice, aşadar caracterizate de o multitudine de frecvenţe, vom stabili nişte reguli privind denumirile adoptate pentru aceste frecvenţe:

1. Fiecărei planete *i* ($i \in [0,7]$ [6]) îi asociem un nume *p* ($p \in [Me, Ve, Te, Ma, Ju, Sa, Ur, Ne]$);

2. *Frecvenţa naturală* a planetei cu numele *p* (fp0) este $f_i = 1/T_i$, unde T_i este perioada de revoluţie a planetei *i* în jurul Soarelui, exprimată în secunde;

3. Armonicile planetei *p* (fp1...fpn) sunt frecvenţele rezultate în urma analizei spectrale a contribuţiei planetei *p* la mişcarea solară.

3.1 - Contribuţia lui Jupiter la mişcarea solară

Poziţia solară datorată exclusiv lui Jupiter în coordonate ecliptice[7] este dată de ecuaţiile:

$$xesJu(t) = -\frac{xe(4,t)}{q_4}\cdot UA\,;\ yesJu(t) = -\frac{ye(4,t)}{q_4}\cdot UA \quad [km] \tag{3.1.1}$$

iar reprezentarea grafică în fig. 3.1.1:

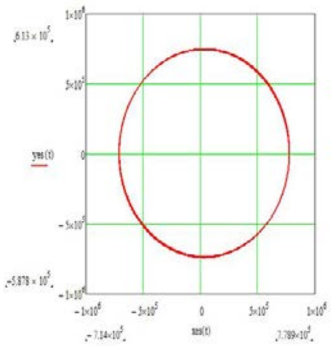

Fig. 3.1.1. Poziţia solară datorată lui Jupiter

Distribuţia derivată de ord. I a poziţiei solare (viteza solară) datorată lui Jupiter este dată de ecuaţiile:

$$vxesJu(t) = \frac{xesJu(t) - xesJu(t-\Delta t)}{Nz}\,;\ vyesJu(t) = \frac{yesJu(t) - yesJu(t-\Delta t)}{Nz} \left[{}^{km}\!/_{zi}\right] \tag{3.1.2}$$

unde *xesJu(t)* şi *yesJu(t)* sunt date de ecuaţiile 3.1.1, iar *vxesJu(t)* şi *vyesJu(t)* sunt componentele vitezei orbitale solare datorate lui Jupiter şi reprezentate în fig. 3.1.2:

---

[6] Contribuţia lui Pluton la mişcarea solară este nesemnificativă ca amplitudine, în plus având o perioadă de revoluţie foarte lungă analiza spectrală pe 60 de secole este imprecisă (sunt doar 24 de perioade).

[7] Vezi comentariul 1.5.1

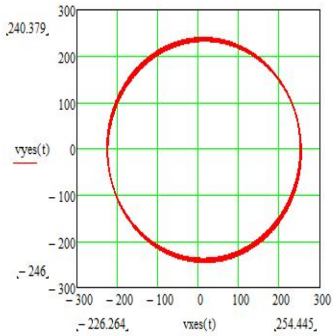

Fig. 3.1.2 Componentele vitezei orbitale solare datorate lui Jupiter

Modulul vitezei orbitale solare datorate lui Jupiter este dat de ecuaţia $vesJu(t) = \sqrt{vxesJu(t)^2 + vyesJu(t)^2}$ a cărei reprezentare este dată în fig. 3.1.3.

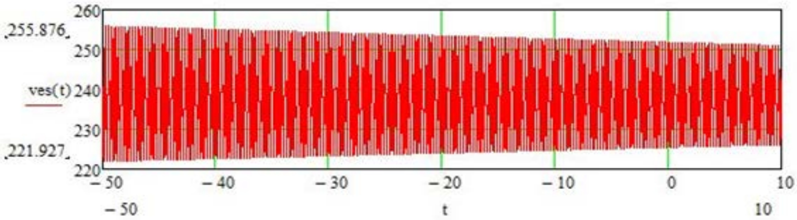

Fig. 3.1.3 Modulul vitezei orbitale solare datorate lui Jupiter

Distribuţia derivată de ord. II a poziţiei solare datorate lui Jupiter (acceleraţia orbitală solară) este dată de ecuaţiile:

$$axesJu(t) = \frac{vxesJu(t) - vxesJu(t-\Delta t)}{Nz};\ ayesJu(t) = \frac{vyesJu(t) - vyesJu(t-\Delta t)}{Nz}\left[{}^{km}\!/_{zi^2}\right] \quad (3.1.3)$$

unde *vxesJu(t)* şi *vyesJu(t)* sunt date de ecuaţiile 3.1.2, iar *axesJu(t)* şi *ayesJu(t)* sunt componentele acceleraţiei orbitale solare datorate lui Jupiter şi reprezentate în fig. 3.1.4:

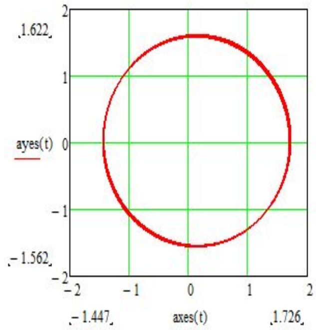

Fig. 3.1.4 Componentele acceleraţiei orbitale solare datorate lui Jupiter

Modulul acceleraţiei orbitale solare $aesJu(t) = \sqrt{axesJu(t)^2 + ayesJu(t)^2}$ produsă de Jupiter este reprezentat în fig. 3.1.5:

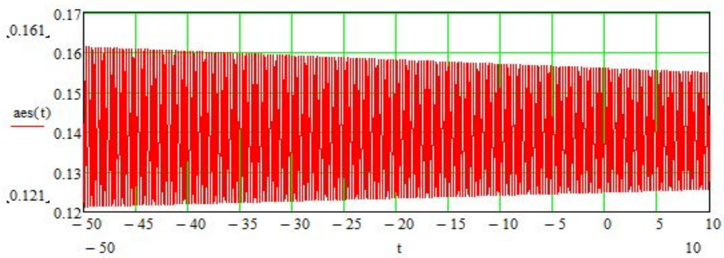

Fig. 3.1.5 Modulul acceleraţiei orbitale solare datorată lui Jupiter

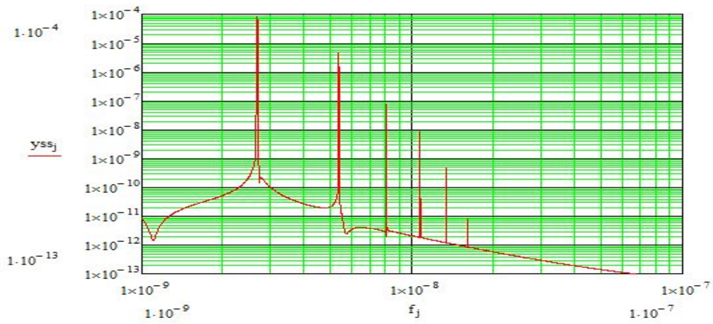

Fig. 3.1.6 Spectru aesJu pg

În fig. 3.1.6 este reprezentat spectrul parametrului *aesJu(t)* din fig. 3.1.5 în urma analizei FFT cu datele filtrate printr-o poartă (fereastră) Gauss de tip $pg(n) = e^{-\left(\frac{n-\mu}{\sigma}\right)^2}; \mu = \frac{N}{2}; \sigma = \frac{\mu}{3}$, unde *n* este numărul eşantionului din şirul de $N = 2^{18}$ eşantioane.

Componentele spectrale mai importante ca amplitudine ale contribuţiei joviene la *aes* solară care rezultă din fig. 3.1.6 sunt date în tabelul 3.1.1.

Tabelul 3.1.1

Frecvenţa [Hz]	Amplitudinea	Comentarii
f1=2.6724e-009	8.0105e-005	fJu1
f2=5.3447e-009	4.3270e-006	fJu2=2fJu1 q_a=18.51
f3=8.0118e-009	7.8814e-008	fJu3=3fJu1
f4=1.0684e-008	8.0121e-009	fJu4=4fJu1
f5=1.3357e-008	4.7326e-010	fJu5=5fJu1

3.2 - Contribuţia lui Saturn la mişcarea solară

Poziţia solară datorată exclusiv lui Saturn este dată de ecuaţiile:

$$xesSa(t) = -\frac{xe(5,t)}{q_5} \cdot UA;\ yesSa(t) = -\frac{ye(5,t)}{q_5} \cdot UA \quad [km] \tag{3.2.1}$$

iar reprezentarea lor grafică este dată în fig. 3.2.1.

Distribuţia derivată a poziţiei solare datorată lui Saturn este dată de ecuaţiile:

$$vxesSa(t) = \frac{xesSa(t) - xesSa(t-\Delta t)}{Nz};\ vyesSa(t) = \frac{yesSa(t) - yesSa(t-\Delta t)}{Nz} \quad \left[{km}/{zi}\right] \tag{3.2.2}$$

unde *xesSa(t)* şi *yesSa(t)* sunt date de ecuaţiile 3.2.1, iar *vxesSa(t)* şi *vyesSa(t)* sunt vitezele orbitale solare datorate lui Saturn date de ecuaţiile 3.2.2 şi reprezentate în fig. 3.2.2. Modulul vitezei orbitale solare datorată lui Saturn este dat de ecuaţia $vesSa(t) = \sqrt{vxesSa(t)^2 + vyesSa(t)^2}$ a cărei reprezentare este dată în fig. 3.2.3:

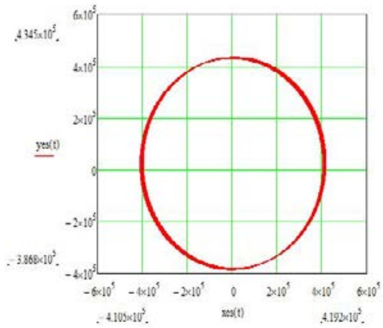

Fig. 3.2.1 Poziţia solară datorată lui Saturn

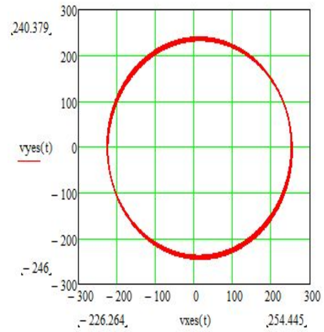

Fig. 3.2.2 Componentele vitezei orbitale solare datorate lui Saturn

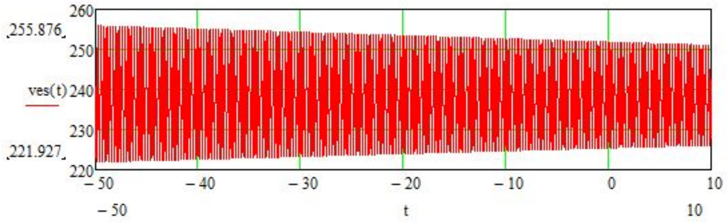

Fig. 3.2.3 Modulul vitezei orbitale solare datorate lui Saturn

Distribuţia derivată de ord. II a poziţiei solare datorate lui Saturn (acceleraţia orbitală solară) este dată de ecuaţiile:

$$axesSa(t) = \frac{vxesSa(t) - vxesSa(t-\Delta t)}{Nz}; \; ayesSa(t) = \frac{vyesSa(t) - vyesSa(t-\Delta t)}{Nz} \left[{}^{km}\!/_{zi^2} \right] \quad (3.2.3)$$

unde *vxesSa(t)* şi *vyesSa(t)* sunt date de ecuaţiile 3.2.2, iar *axesSa(t)* şi *ayesSa(t)* sunt componentele acceleraţiei orbitale solare datorate lui Saturn şi reprezentate în fig. 3.2.4:

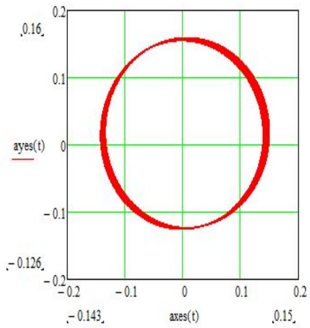

Fig. 3.2.4 Componentele acceletaţiei orbitale solare datorate lui Saturn

Modulul acceleraţiei orbitale solare $aesSa(t) = \sqrt{axesSa(t)^2 + ayesSa(t)^2}$ produsă de Saturn este reprezentat în fig. 3.2.5:

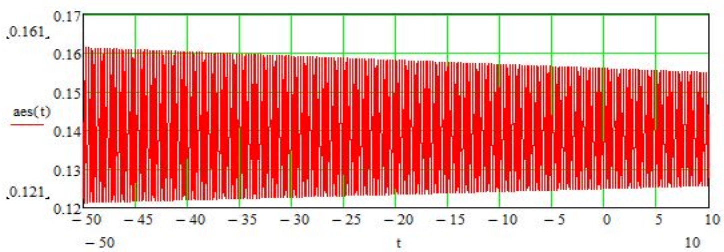

Fig. 3.2.5 Modulul acceleraţiei orbitale solare datorată lui Saturn

Analiza spectrală a parametrului *aesSa(t)* reprezentat în fig. 3.2.5 este dată în fig. 3.2.6 în aceleaşi condiţii ca cele pentru Jupiter.

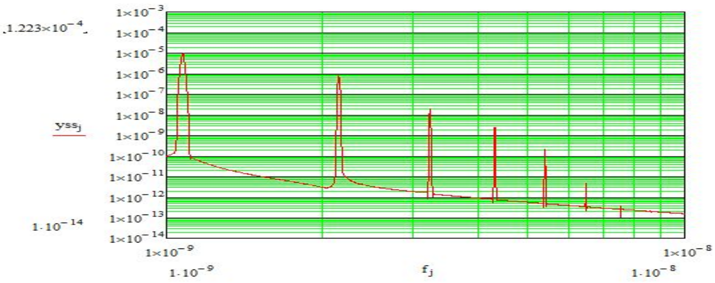

Fig. 3.2.5 Spectru aesSa pg

Componentele spectrale ale contribuţiei lui Saturn la acceleraţia solară care rezultă din fig. 3.2.5 sunt date în tabelul 3.2.1.

Tabelul 3.2.1

Frecvenţa [Hz]	Amplitudinea	Comentarii
f1=1.0774e-009	9.5205e-006	fSa1
f2=2.1495e-009	7.6037e-007	fSa2=2fSa1 qSa=12.52
f3=3.2269e-009	1.8746e-008	fSa3=3fSa1
f4=4.299e-009	2.4874e-009	fSa4=4fSa1
f5=5.3764e-009	2.1108e-010	fSa5=5fSa1

3.3 - Contribuţia lui Uranus la mişcarea solară

Poziţia solară datorată exclusiv lui Uranus este dată de ecuaţiile:

$$xesUr(t) = -\frac{xe(6,t)}{q_6}\cdot UA\,;\; yesUr(t) = -\frac{ye(6,t)}{q_6}\cdot UA \quad [km] \qquad (3.3.1)$$

iar reprezentarea lor grafică este dată în fig. 3.3.1.

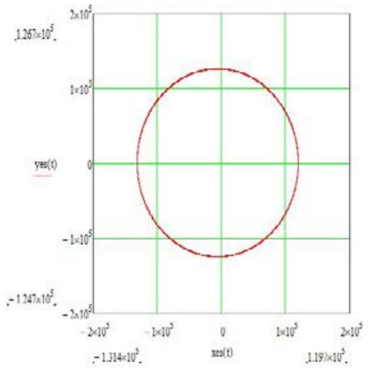

Fig. 3.3.1 Poziţia solară datorată lui Uranus

Distribuţia derivată a poziţiei solare datorată lui Uranus este dată de ecuaţiile:

$$vxesUr(t) = \frac{xesUr(t) - xesUr(t-\Delta t)}{Nz}\,;\; vyesUr(t) = \frac{yesUr(t) - yesUr(t-\Delta t)}{Nz} \left[{}^{km}\!/_{zi}\right] \qquad (3.3.2)$$

unde *xesUr(t)* şi *yesUr(t)* sunt date de ecuaţiile 3.3.1, iar *vxesUr(t)* şi *vyesUr(t)* sunt componentele vitezei orbitale solare datorate lui Uranus date de ecuaţiile 3.3.2 şi reprezentate în fig. 3.3.2.

Modulul vitezei orbitale solare datorate lui Uranus este dat de ecuaţia $vesUr(t) = \sqrt{vxesUr(t)^2 + vyesUr(t)^2}$ a cărei reprezentare este dată în fig. 3.3.3:

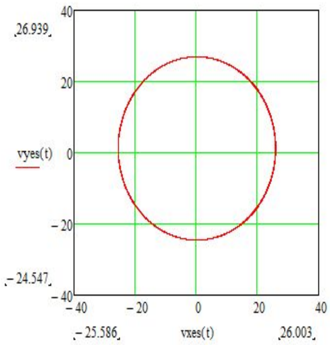

Fig. 3.3.2 Componentele vitezei orbitale solare datorate lui Uranus

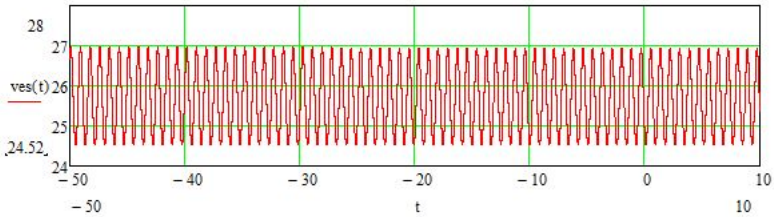

Fig. 3.3.3 Modulul vitezei orbitale solare datorate lui Uranus

Distribuţia derivată de ord. II a poziţiei solare datorate lui Uranus (acceleraţia orbitală solară) este dată de ecuaţiile:

$$axesUr(t) = \frac{vxesUr(t) - vxesUr(t - \Delta t)}{Nz} ;\ ayesUr(t) = \frac{vyesUr(t) - vyesUr(t - \Delta t)}{Nz} \left[{}^{km}\!\big/_{zi^2} \right] \quad (3.3.3)$$

unde *vxesUr(t)* şi *vyesUr(t)* sunt date de ecuaţiile 3.3.2, iar *axesUr(t)* şi *ayesUr(t)* sunt componentele acceleraţiei orbitale solare datorate lui Uranus şi reprezentate în fig. 3.3.4:

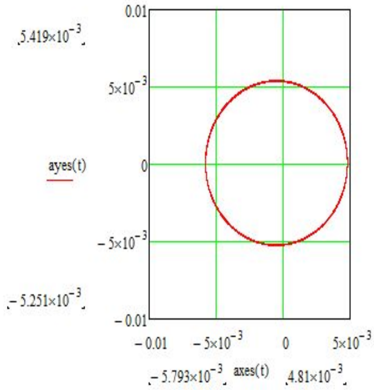

Fig. 3.3.4 Componentele acceleraţiei orbitale solare datorate lui Uranus

Modulul acceleraţiei orbitale solare $aesUr(t) = \sqrt{axesUr(t)^2 + ayesUr(t)^2}$ produsă de Uranus este reprezentat în fig. 3.3.5:

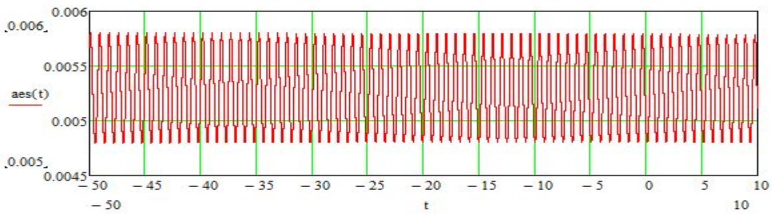

Fig. 3.3.5 Modulul acceleraţiei orbitale solare datorate lui Uranus

Analiza spectrală a parametrului *aesUr(t)* reprezentat în fig. 3.3.5 este dată în fig. 3.3.6 în aceleaşi condiţii ca cele pentru Jupiter şi Saturn.

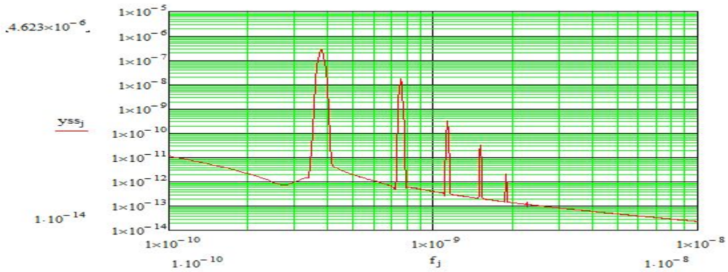

Fig. 3.3.6 Spectru aesUr pg

Componentele spectrale ale contribuţiei lui Uranus la mişcarea solară care rezultă din fig. 3.3.6 sunt date în tabelul 3.3.1.

Tabelul 3.3.1

Frecvenţa	Amplitudinea	Comentarii
f1=3.7498e-010	2.744e-007	fUr1
f2=7.5523e-010	1.6678e-008	fUr2=2fUr1 qUr=16.45
f3=1.1302e-009	3.1394e-010	fUr3=3fUr1
f4=1.5105e-009	3.1352e-011	fUr4=4fUr1

3.4 - Contribuţia lui Neptun la mişcarea solară

Poziţia solară datorată exclusiv lui Neptun este dată de ecuaţiile:

$$xesNe(t) = -\frac{xe(7,t)}{q_7}\cdot UA\,;\ yesNe(t) = -\frac{ye(7,t)}{q_7}\cdot UA \quad [km] \qquad (3.4.1)$$

iar reprezentarea lor grafică este dată în fig. 3.4.1. Distribuţia derivată de ord. I a poziţiei solare datorate lui Neptun este dată de ecuaţiile:

$$vxesNe(t) = \frac{xesNe(t) - xesNe(t-\Delta t)}{Nz}\,;\ vyesNe(t) = \frac{yesNe(t) - yesNe(t-\Delta t)}{Nz} \left[{}^{km}\!/_{zi}\right] \qquad (3.4.2)$$

unde *xesNe(t)* şi *yesNe(t)* sunt date de ecuaţiile 3.4.1, iar *vxesNe(t)* şi *vyesNe(t)* sunt vitezele orbitale solare datorate lui Neptun, date de ecuaţiile 3.4.2 şi reprezentate în fig. 3.4.2.

Modulul vitezei orbitale solare datorate lui Neptun este dat de ecuaţia $vesNe(t) = \sqrt{vxesNe(t)^2 + vyesNe(t)^2}$ a cărei reprezentare este dată în fig. 3.4.3:

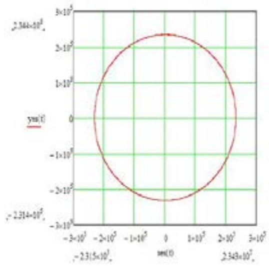

Fig. 3.4.1 Poziţia solară datorată lui Neptun

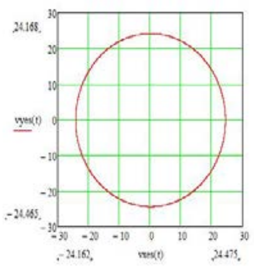

Fig. 3.4.2 Componentele vitezei orbitale solare datorate lui Neptun

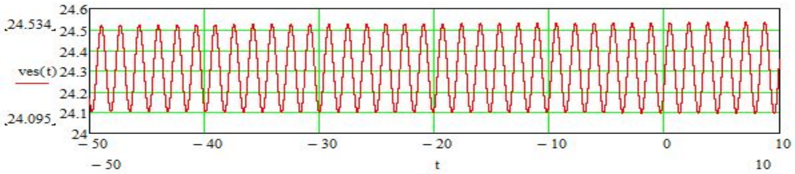

Fig. 3.4.3 Modulul vitezei orbitale solare datorate lui Neptun

Distribuţia derivată de ord. II a poziţiei solare datorate lui Neptun (acceleraţia orbitală solară) este dată de ecuaţiile:

$$axesNe(t)=\frac{vxesNe(t)-vxesNe(t-\Delta t)}{Nz};\ ayesNe(t)=\frac{vyesNe(t)-vyesNe(t-\Delta t)}{Nz}\left[{}^{km}\!\!\diagup_{zi^2}\right] \quad (3.4.3)$$

unde *vxesNe(t)* şi *vyesNe(t)* sunt date de ecuaţiile 3.4.2, iar *axesNe(t)* şi *ayesNe(t)* sunt componentele acceleraţiei orbitale solare datorate lui Neptun şi reprezentate în fig. 3.4.4:

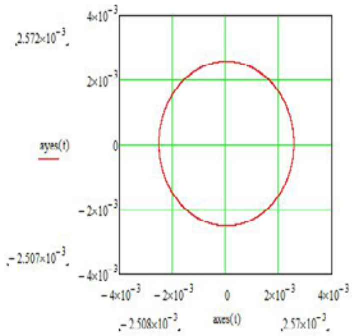

Fig. 3.4.4 Componentele acceleraţiei orbitale solare datorate lui Neptun

Modulul acceleraţiei orbitale solare $aesNe(t)=\sqrt{axesNe(t)^2+ayesNe(t)^2}$ produsă de Neptun este reprezentat în fig. 3.4.5:

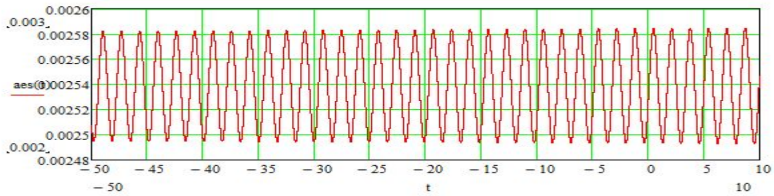

Fig. 3.4.5 Modulul acceleraţiei orbitale solare datorate lui Neptun

Analiza spectrală a parametrului *aesNe(t)* reprezentat în fig. 3.4.5 este dată în fig. 3.4.6 în aceleaşi condiţii ca cele pentru Jupiter, Saturn şi Uranus.

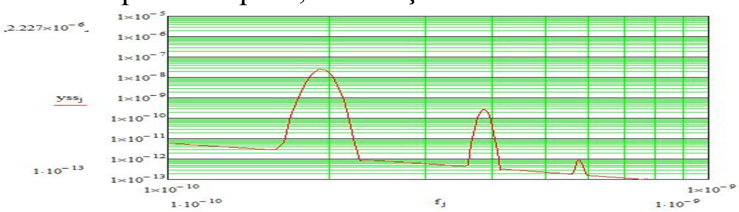

Fig. 3.4.6 Spectru aesNe pg

Componentele spectrale ale contribuţiei lui Neptun la mişcarea solară care rezultă din fig. 3.4.6 sunt date în tabelul 3.4.1.

Tabelul 3.4.1

Frecvenţa	Amplitudinea	Comentarii
f1=1.9277e-010	2.3993e-008	fNe1
f2=3.8554e-010	2.8049e-010	fNe2=2fNe1 q_a=85.5
f3=5.7567e-010	1.013e-012	fNe3=3fNe1

3.5 - Contribuţia lui Marte la mişcarea solară

Poziţia solară datorată exclusiv lui Marte este dată de ecuaţiile:

$$xesMa(t) = -\frac{xe(3,t)}{q_3} \cdot UA\,;\; yesMa(t) = -\frac{ye(3,t)}{q_3} \cdot UA \quad [km] \tag{3.5.1}$$

iar reprezentarea lor grafică este dată în fig. 3.5.1. Distribuţia derivată de ord. I a poziţiei solare datorate lui Marte este dată de ecuaţiile:

$$vxesMa(t) = \frac{xesMa(t) - xesMa(t-\Delta t)}{Nz}\,;\; vyesMa(t) = \frac{yesMa(t) - yesMa(t-\Delta t)}{Nz} \left[{km}/{zi} \right] \tag{3.5.2}$$

unde *xesMa(t)* şi *yesMa(t)* sunt date de ecuaţiile 3.5.1, iar *vxesMa(t)* şi *vyesMa(t)* sunt vitezele orbitale solare datorate lui Marte, date de ecuaţiile 3.5.2 şi reprezentate în fig. 3.5.2.

Modulul vitezei orbitale solare datorate lui Marte este dat de ecuaţia $vesMa(t) = \sqrt{vxesMa(t)^2 + vyesMa(t)^2}$ şi nu prezintă pe toată durata investigată vreo variaţie a amplitudinii, aşa că nu-l mai reprezentăm.

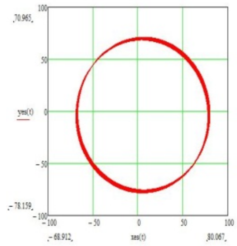

Fig. 3.5.1 Poziţia solară datorată lui Marte

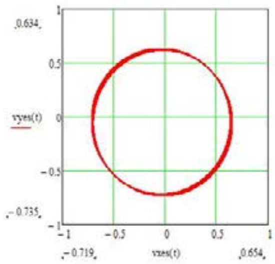

Fig. 3.5.2 Viteza orbitală solară datorată lui Marte

Distribuţia derivată de ord. II a poziţiei solare datorate lui Marte (acceleraţia orbitală solară) este dată de ecuaţiile:

$$axesMa(t) = \frac{vxesMa(t) - vxesMa(t-\Delta t)}{Nz}\,;\; ayesMa(t) = \frac{vyesMa(t) - vyesMa(t-\Delta t)}{Nz} \left[{km}/{zi^2} \right] \tag{3.5.3}$$

unde *vxesMa(t)* şi *vyesMa(t)* sunt date de ecuaţiile 2.5.2, iar *axesMa(t)* şi *ayesMa(t)* sunt componentele acceleraţiei orbitale solare datorate lui Marte reprezentate în fig. 3.5.3:

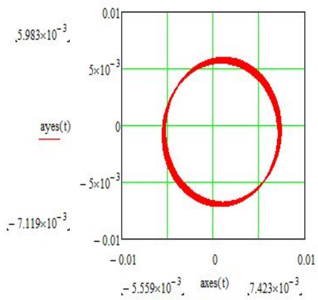

Fig. 3.5.3 Acceleraţia orbitală solară datorată lui Marte

Modulul acceleraţiei orbitale solare $aesMa(t) = \sqrt{axesMa(t)^2 + ayesMa(t)^2}$ produsă de Marte nu prezintă nicio variaţie în timp aşa că nu-l mai reprezentăm, dar analiza spectrală a lui este dată în fig. 3.5.4 în aceleaşi condiţii ca pentru planetele gigant.

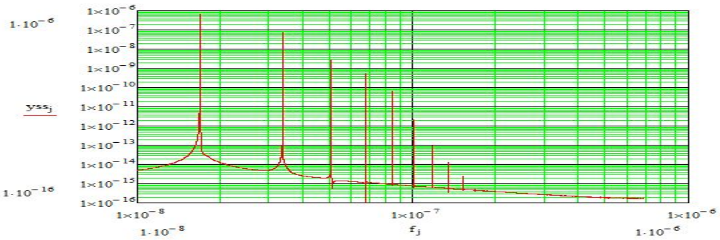

Fig. 3.5.4 Spectru aesMa pg

Componentele spectrale ale contribuţiei lui Marte la mişcarea solară care rezultă din fig. 3.5.4 sunt date în tabelul 3.5.1.

Tabelul 3.5.1

Frecvenţa	Amplitudinea	Comentarii
f1=1.68475e-008	6.6435e-007	fMa1
f2=3.3695e-008	7.6489e-008	fMa2=2fMa1 qMa=8.85
f3=5.05425e-008	2.8241e-009	fMa3=3fMa1
f4=6.739e-008	5.8027e-010	fMa4=4fMa1
f5=8.42375e-008	7.0792e-011	fMa5=5fMa1

3.6 - Contribuţia Terrei la mişcarea solară

Poziţia solară datorată exclusiv Terrei este dată de ecuaţiile:

$$xesTe(t) = -\frac{xe(2,t)}{q_2}\cdot UA\,;\; yesTe(t) = -\frac{ye(2,t)}{q_2}\cdot UA \quad [km] \tag{3.6.1}$$

iar reprezentarea lor grafică este dată în fig. 3.6.1. Distribuţia derivată de ord. I a poziţiei solare datorate Terrei este dată de ecuaţiile:

$$vxesTe(t) = \frac{xesTe(t) - xesTe(t-\Delta t)}{Nz}\,;\; vyesTe(t) = \frac{yesTe(t) - yesTe(t-\Delta t)}{Nz} \quad \left[{km}/{zi}\right] \tag{3.6.2}$$

unde *xesTe(t)* şi *yesTe(t)* sunt date de ecuaţiile 3.6.1, iar *vxesTe(t)* şi *vyesTe(t)* sunt componentele vitezei orbitale solare datorate Terrei, date de ecuaţiile 3.6.2 şi reprezentate în fig. 3.6.2. Distribuţia derivată de ord. II a poziţiei solare datorate Terrei (acceleraţia orbitală solară) este dată de ecuaţiile:

$$axesTe(t) = \frac{vxesTe(t) - vxesTe(t-\Delta t)}{Nz}\,;\; ayesTe(t) = \frac{vyesTe(t) - vyesTe(t-\Delta t)}{Nz} \left[{km}/{zi^2}\right] \tag{3.6.3}$$

unde *vxesTe(t)* şi *vyesTe(t)* sunt date de ecuaţiile 3.6.2, iar *axesTe(t)* şi *ayesTe(t)* sunt componentele acceleraţiei orbitale solare datorate Terrei reprezentate în fig. 3.6.3:

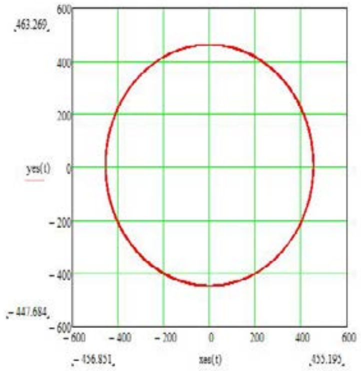

Fig. 3.6.1 Poziţia solară datorată Terrei

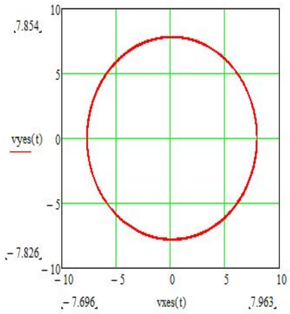

Fig. 3.6.2 Viteza orbitală solară datorată Terrei

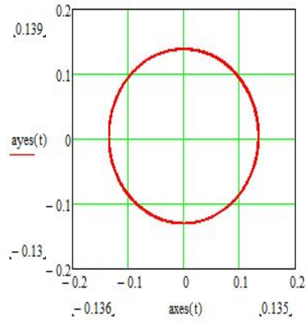

Fig. 3.6.3 Acceleraţia orbitală solară datorată Terrei

Modulul acceleraţiei orbitale solare este $aesTe(t) = \sqrt{axesTe(t)^2 + ayesTe(t)^2}$ al cărui spectru este dat în fig. 3.6.4:

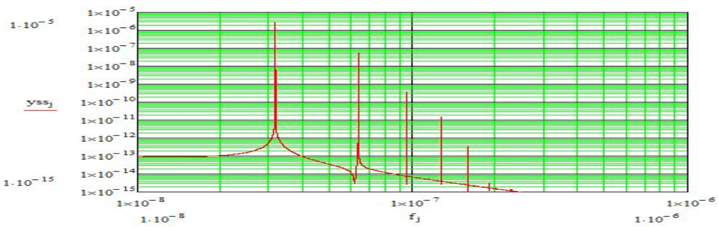

Fig. 2.6.4 Spectru aesTe pg

Componentele spectrale ale contribuţiei Terrei la acceleraţia orbitală solară *aesTe(t)*, sunt date în tabelul 3.6.1.

Tabelul 3.6.1

Frecvenţa	Amplitudinea	Comentarii
f1=3.1688e-008	2.6756e-006	fTe1
f2=6.3376e-008	5.6677e-008	fTe2=2fTe1 qTe=47.21
f3=9.5064e-008	3.8158e-010	fTe3=3fTe1
f4=1.2675e-007	1.4964e-011	fTe4=4fTe1
f5=1.5844e-007	3.4538e-013	fTe5=5fTe1

3.7 - Contribuţia lui Venus la mişcarea solară

Poziţia solară datorată exclusiv lui Venus este dată de ecuaţiile:

$$xesVe(t) = -\frac{xe(1,t)}{q_1} \cdot UA\,;\; yesVe(t) = -\frac{ye(1,t)}{q_1} \cdot UA \quad [km] \tag{3.7.1}$$

iar reprezentarea lor grafică este dată în fig. 3.7.1. Distribuţia derivată de ord. I a poziţiei solare datorate lui Venus este dată de ecuaţiile:

$$vxesVe(t) = \frac{xesVe(t) - xesVe(t-\Delta t)}{Nz}\,;\; vyesTe(t) = \frac{yesVe(t) - yesVe(t-\Delta t)}{Nz} \left[{}^{km}\!/_{zi}\right] \tag{3.7.2}$$

unde *xesVe(t)* şi *yesVe(t)* sunt date de ecuaţiile 3.7.1, iar *vxesVe(t)* şi *vyesVe(t)* sunt componentele vitezei orbitale solare datorate lui Venus, date de ecuaţiile 3.7.2 şi reprezentate în fig. 3.7.2.

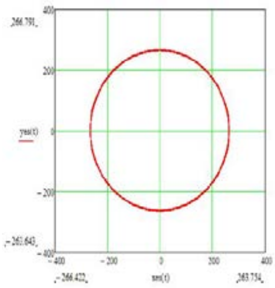

Fig. 3.7.1 Poziţia solară datorată lui Venus

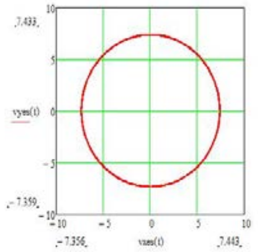

Fig. 3.7.2 Viteza orbitală solară datorată lui Venus

Distribuţia derivată de ord. II a poziţiei solare datorate lui Venus (acceleraţia orbitală solară) este dată de ecuaţiile:

$$axesVe(t)=\frac{vxesVe(t)-vxesVe(t-\Delta t)}{Nz};\; ayesVe(t)=\frac{vyesVe(t)-vyesVe(t-\Delta t)}{Nz}\left[{}^{km}\!/_{zi^2}\right] \quad (3.7.3)$$

unde *vxesVe(t)* şi *vyesVe(t)* sunt date de ecuaţiile 3.7.2, iar *axesVe(t)* şi *ayesVe(t)* sunt componentele acceleraţiei orbitale solare datorate lui Venus reprezentate în fig. 3.7.3:

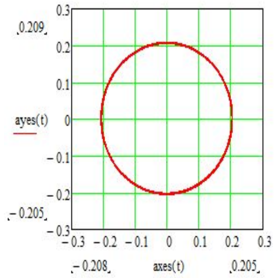

Fig. 3.7.3 Acceleraţia orbitală solară datorată lui Venus

Modulul acceleraţiei orbitale solare este $aesVe(t)=\sqrt{axesVe(t)^2+ayesVe(t)^2}$ al cărui spectru este dat în fig. 3.7.4:

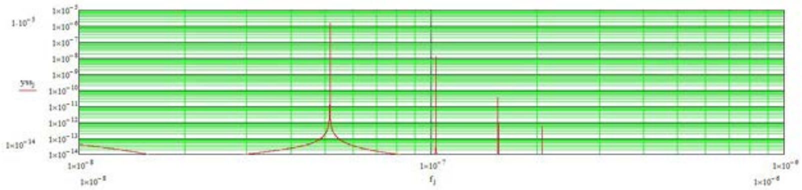

Fig. 3.7.4 Spectru aesVe pg

Componentele spectrale ale contribuţiei lui Venus la acceleraţia orbitală solară *aesVe(t)*, sunt date în tabelul 3.7.1.

Tabelul 3.7.1

Frecvenţa	Amplitudinea	Comentarii
f1=5.1509e-008	1.8261e-006	fVe1
f2=1.0302e-007	1.7348e-008	fVe2=2fVe1 qVe=105.26
f3=1.5453e-007	5.3764e-011	fVe3=3fVe1
f4=2.0604e-007	9.2124e-013	fVe4=4fVe1

3.8 - Contribuţia lui Mercur la mişcarea solară

Poziţia solară datorată exclusiv lui Mercur este dată de ecuaţiile:

$$xesMe(t) = -\frac{xe(0,t)}{q_0} \cdot UA\,;\; yesMe(t) = -\frac{ye(0,t)}{q_0} \cdot UA \quad [km] \tag{3.8.1}$$

iar reprezentarea lor grafică este dată în fig. 3.8.1. Distribuţia derivată de ord. I a poziţiei solare datorate lui Mercur este dată de ecuaţiile:

$$vxesMe(t) = \frac{xesMe(t) - xesMe(t - \Delta t)}{Nz}\,;\; vyesMe(t) = \frac{yesMe(t) - yesMe(t - \Delta t)}{Nz} \left[{}^{km}\!/_{zi}\right] \tag{3.8.2}$$

unde *xesMe(t)* şi *yesMe(t)* sunt date de ecuaţiile 3.8.1, iar *vxesMe(t)* şi *vyesMe(t)* sunt componentele vitezei orbitale solare datorate lui Mercur, date de ecuaţiile 3.8.2 şi reprezentate în fig. 3.8.2.

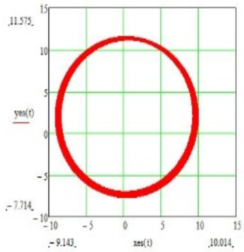

Fig. 3.8.1 Poziţia solară datorată lui Mercur

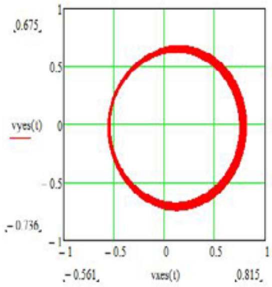

Fig. 3.8.2 Viteza orbitală solară datorată lui Mercur

Distribuţia derivată de ord. II a poziţiei solare datorate lui Mercur (acceleraţia orbitală solară) este dată de ecuaţiile:

$$axesMe(t) = \frac{vxesMe(t) - vxesMe(t - \Delta t)}{Nz}\,;\; ayesMe(t) = \frac{vyesMe(t) - vyesMe(t - \Delta t)}{Nz} \left[{}^{km}\!/_{zi^2}\right] \tag{3.8.3}$$

unde *vxesMe(t)* şi *vyesMe(t)* sunt date de ecuaţiile 3.8.2, iar *axesMe(t)* şi *ayesMe(t)* sunt componentele acceleraţiei orbitale solare datorate lui Mercur reprezentate în fig. 3.8.3.

Modulul acceleraţiei orbitale solare este $aesMe(t) = \sqrt{axesMe(t)^2 + ayesMe(t)^2}$ al cărui spectru este dat în fig. 3.8.4.

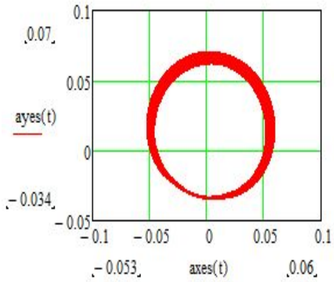

Fig. 3.8.3 Acceleraţia orbitală solară datorată lui Mercur

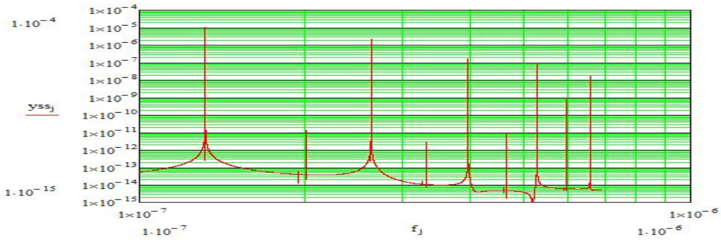

Fig. 3.8.4 Spectru aesMe pg

Componentele spectrale ale contribuţiei lui Mercur la acceleraţia orbitală solară *aesMe(t)*, sunt date în tabelul 3.8.1.

Tabelul 3.8.1

Frecvenţa	Amplitudinea	Comentarii
f1=1.3157e-007	1.0364e-005	fMe1
fa=2.0035e-007	1.3783e-011	fMe2-fTe2
f2=2.6314e-007	2.1445e-006	fMe2=2fMe1 qMe=4.83
fb=3.3192e-007	2.7668e-012	fMe3-fTe2
f3=3.9471e-007	1.6356e-007	fMe3=3fMe1
fc=4.6349e-007	9.0956e-012	fMe4-fTe2
f4=5.2628e-007	7.5607e-008	fMe4=4fMe1
fd=5.9506e-007	8.0831e-010	fMe5-fTe2
f5=6.5784e-007	1.7709e-008	fMe5=5fMe1

Comentariul 3.8.1: Din tabelul 3.8.1 putem observa atât componentele spectrale datorate elipticităţii orbitei mercuriene (componentele fMe1...fMe5), cât şi componentele fa...fd datorate influenţei Terrei.

4 - Amplitudinea componentelor spectrale funcţie de excentricitatea orbitei

Să rezumăm componentele spectrale ale contribuţiilor planetare la mişcarea solară, specificând excentricitatea orbitei şi adăugând frecvenţele orbitale[8] cu sufixul 0.

Tabelul 4.1 - Neptun, e=0.00895439

Nume	Frecvenţa [Hz]	Amplitudinea [A]	Comentarii
fNe0	1.92295E-10		
fNe1	1.9277e-010	2.3993e-008	
fNe2	3.8554e-010	2.8049e-010	2fNe1 q_{a7}=85.5
fNe3	5.7567e-010	1.013e-012	3fNe1

Tabelul 4.2 - Uranus, e=0.04716771

Nume	Frecvenţa [Hz]	Amplitudinea [A]	Comentarii
fUr0	3.771850E-10		
fUr1	3.7498e-010	2.744e-007	
fUr2	7.5523e-010	1.6678e-008	2fUr1 q_{a6}=16.45
fUr3	1.1302e-009	3.1394e-010	3fUr1
fUr4	1.5105e-009	3.1352e-011	4fUr1

Tabelul 4.3 - Saturn, e=0.05415060

Nume	Frecvenţa [Hz]	Amplitudinea [A]	Comentarii
fSa0	1.07574E-09		
fSa1	1.0774e-09	9.5205e-006	
fSa2	2.1495e-09	7.6037e-007	2fSa1 q_{a5}=12.52
fSa3	3.2269e-09	1.8746e-008	3fSa1
fSa4	4.299e-09	2.4874e-009	4fSa1
fSa5	5.3764e-09	2.1108e-010	5fSa1

Tabelul 4.4 - Jupiter, e=0.04839266

Nume	Frecvenţa [Hz]	Amplitudinea [A]	Comentarii
fJu0	2.6714E-09		
fJu1	2.6724e-09	8.0105e-005	
fJu2	5.3447e-09	4.327e-006	2fJu1 q_{a4}=18.5

[8] Frecvenţa orbitală planetară (numită şi frecvenţă naturală planetară) în Hz este inversul perioadei planetare exprimată în secunde.

fJu3	8.0118e-09	7.8814e-008	3fJu1
fJu4	1.0684e-08	8.0121e-009	4fJu1
fJu5	1.3357e-08	4.7326e-010	5fJu1

Tabelul 4.5 - Marte, e=0.09341233

Nume	Frecvenţa [Hz]	Amplitudinea [A]	Comentarii
fMa0	1.684776E-08		
fMa1	1.68475E-08	6.6435e-07	
fMa2	3.3695E-08	7.6489e-08	2fMa1 q_{a3}=8.85
fMa3	5.054250E-08	2.8241e-09	3Ma1
fMa4	6.739E-08	5.8027e-10	4fMa1
fMa5	8.423750E-08	7.0792e-11	5fMa1

Tabelul 4.6 - Terra, e=0.01671022

Nume	Frecvenţa [Hz]	Amplitudinea [A]	Comentarii
fTe0	3.168757E-08		
fTe1	3.16881E-08	2.6756e-06	
fTe2	6.33762E-08	5.6677e-08	2fTe1 q_{a2}=47.21
fTe3	9.50643E-08	3.8158e-10	3fTe1
fTe4	1.26752E-07	1.4964e-11	4fTe1
fTe5	1.58435E-07	3.4538e-13	5fTe1

Tabelul 4.7 - Venus, e=0.00677323

Nume	Frecvenţa [Hz]	Amplitudinea [A]	Comentarii
fVe0	5.150878E-08		
fVe1	5.1509E-08	1.8261e-06	
fVe2	1.03018E-07	1.7348e-08	2fVe1 q_{a1}=105.26
fVe3	1.54527E-07	5.3764e-11	3fVe1
fVe4	2.06036E-07	9.2124e-13	4fVe1

Tabelul 4.8 - Mercur, e=0.20563069

Nume	Frecvenţa [Hz]	Amplitudinea [A]	Comentarii
fMe0	1.315699E-07		
fMe1	1.3157e-07	1.0364e-05	
fMe2	2.63143E-07	2.1445e-06	2fMe1 q_{a0}=4.82
fMe3	3.94707e-07	1.6452e-07	3fMe1
fMe4	5.26281e-07	7.6224e-08	4fMe1
fMe5	6.57855e-07	1.7893e-08	5fMe1

Comentariul 4.1: Datele din tabelele 4.1...4.8 sunt baza de calcul a diferenţelor pozitive de frecvenţe pe care le vom folosi pentru identificarea componentelor rezultate în urma analizei spectrale, componente pe care le vom găsi în tabelul 5.1. Cu datele din tabelele de mai sus se construiesc 8 matrici cu care se calculează diferenţele pozitive a doi termeni din matrici diferite. Rezultă un fişier Excel cu 730 de componente posibile, din care se regăsesc cele 190 frecvenţe din tabelul 5.1.

Din tabelele 4.1...4.8 se observă că există o relaţie de dependenţă directă între mărimea excentricităţii *e* a orbitei unei planete date şi numărul de armonici[9] ai contribuţiei respectivei planete la mişcarea solară. Există de asemenea (vezi tabelul 4.9) o relaţie de dependenţă inversă între mărimea excentricităţii *e* (ordonată crescător în tabel) şi raportul amplitudinilor primelor două componente spectrale q_{ai} .

Tabelul 4.9

Excentricitatea *e*	Planeta	q_{ai}	Comentarii
0.00677323	Venus	105.26	
0.00895439	Neptun	85.5	
0.01671022	Terra	47.21	
0.04716771	Uranus	16.45	anomalia Uranus[10]
0.04839266	Jupiter	18.5	
0.0541506	Saturn	12,52	
0.09341233	Marte	8.85	
0.20563069	Mercur	4.82	

[9] Vorbim de armonicile cu amplitudini importante.

[10] Conform valorii excentricităţii valoarea q_{ai} pentru Uranus ar trebui să fie între 47 şi 18. Motivul pentru care a rezultat o valoare mult diferită nu se cunoaşte.

5 - Componentele spectrale ale parametrului *aes* solar pe un interval temporal de 60 de secole pentru toate planetele.

În continuare vom analiza componentele spectrale ale acceleraţiei orbitale solare pe intervalul temporal al valabilităţii tabelului efemeridelor (60 de secole), fără datele din tabelul 1.5.1.B. Spectrul *aes* în aceste condiţii este dat în fig. 5.1:

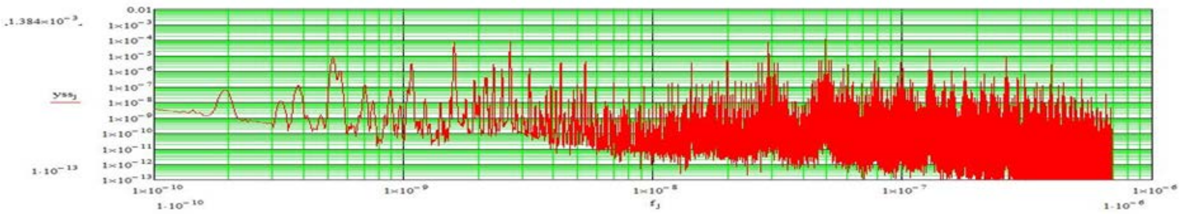

Fig. 5.1 Spectru aes pentru toate planetele

Pentru o imagine mai detaliată acelaşi spectru, dar expandat în fig. 5.2, 5.3 şi 5.4, de observat intervalele frecvenţelor din partea de jos a spectrului.

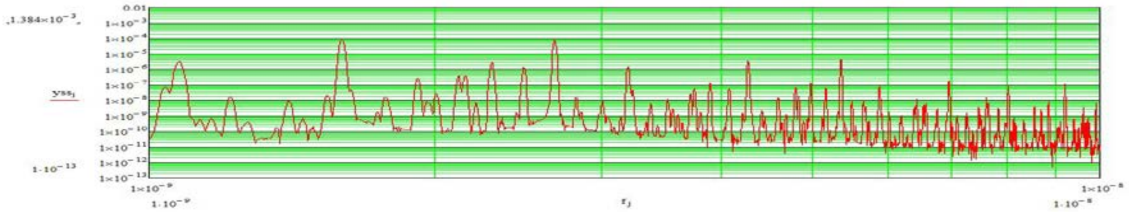

Fig. 5.2 Spectru aes pentru toate planetele zoom 1

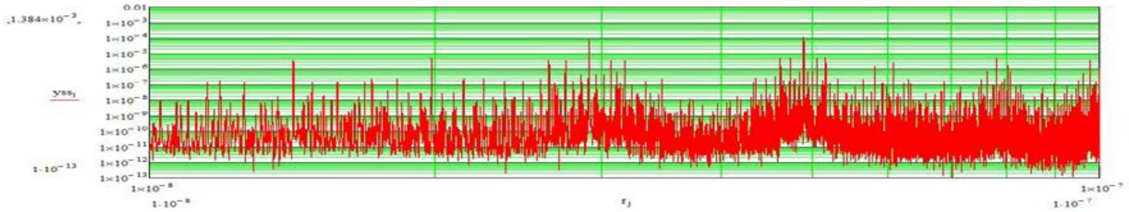

Fig. 5.3 Spectru aes pentru toate planetele zoom 2

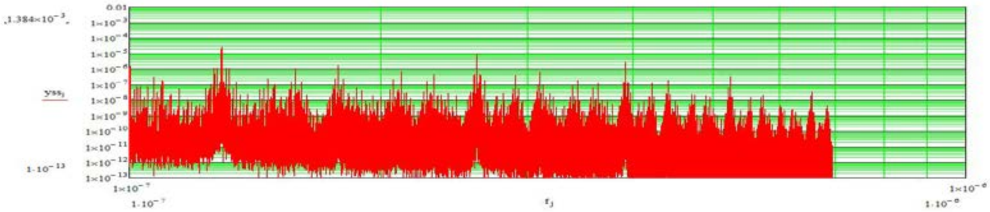

Fig. 5.4 Spectru aes pentru toate planetele zoom 3

Componentele spectrale importante ca amplitudine identificate în spectrul din fig. 5.1 sunt date în tabelul 5.1, în care punctele de suspensie (...) indică un interval cu componente neidentificate. În coloana 4 (componente) sunt trecute numele frecvenţei sau a diferenţei pozitive de frecvenţe ale contribuţiilor planetare la parametrul *aes* solar, iar în coloana 5 numele formantului din care face parte frecvenţa respectivă.

Amplitudinea componentelor nu are unităţi de măsură, ea fiind utilă doar la compararea valorilor între ele. Analiza spectrală s-a făcut tot cu filtrarea datelor printr-o fereastră Gauss.

Tabelul 5.1

Nr.	Frecventa [Hz]	Amplitudinea	Componente	Formant[11]
f01	1.9277E-10	6.0317E-08	fNe1	
f02	3.2216E-10	1.3196E-08	fSa1-fUr2	
f03	3.7498E-10	1.2779E-07	fUr1	
f04	3.8554E-10	6.5233E-08	fNe2	

[11] În privinţa notaţiei formanţilor vezi par. 6.2

f05	4.3307E-10	2.1454E-10	fUr4-fSa1	
f06	5.0173E-10	3.2384E-07	fSa1-fNe3	
f07	5.2285E-10	9.3117E-06	fJu1-fSa2	
f08	5.5454E-10	1.0426E-06	fUr3-fNe3	
f09	5.7567E-10	1.5136E-08	fNe3	
f10	6.3904E-10	1.5507E-10	fSa2-fUr4	
f11	6.9186E-10	8.7879E-08	fSa1-fNe2	
f12	7.0242E-10	1.1846E-07	fSa1-fUr1	
f13	7.5523E-10	1.2400E-08	fUr2	
f14	8.8199E-10	6.4734E-08	fSa0-fNe1	
f15	9.3480E-10	4.0132E-10	fUr4-fNe3	
f16	9.6649E-10	6.6169E-09	fVe1-fMa3	
f17	1.0404E-09	7.2839E-08	fJu2-fSa4	
f18	1.0774E-09	3.2848E-06	fSa1	
f19	1.1302E-09	6.3364E-10	fUr3	
f20	1.1619E-09	7.1672E-10	fJu0-fUr4	
f21	1.3151E-09	3.7548E-11	fUr4-fNe1	
f22	1.3943E-09	5.0370E-09	fSa2-fUr2	
f23	1.5105E-09	4.8875E-11	fUr4	
f24	1.5422E-09	2.1305E-08	fJu0-fUr3	
f25	1.5950E-09	7.8977E-05	fJu1-fSa1	GAf1
f26	1.7745E-09	1.6899E-08	fSa2-fUr1	
f27	1.9171E-09	2.8213E-07	fJu0-fUr2	
f28	1.9594E-09	8.3375E-09	fSa2-fNe1	
f29	2.1178E-09	4.0970E-07	fJu2-fSa3	
f30	2.1495E-09	4.1631E-07	fSa2	
f31	2.2921E-09	2.8750E-06	fJu1-fUr1	GAf2
f32	2.4770E-09	1.3846E-06	fJu1-fNe1	GAf3
f33	2.6724E-09	7.9417E-05	fJu1	GAf4
f34	2.8466E-09	1.7795E-09	fSa3-fUr0	
f35	3.0315E-09	9.0140E-10	fSa3-fNe1	
f36	3.1899E-09	1.6129E-06	fJu2-fSa2	GBf1
f37	3.8924E-09	1.2347E-07	fJu2-fUr1-fSa1	GBf2
f38	4.0772E-09	5.9679E-08	fJu2-fNe1-fSa1	GBf3
f39	4.2092E-09	1.4211E-09	fJu2-fUr3	
f40	4.2673E-09	3.6127E-06	fJu2-fSa1	GBf4, GCf1
f41	4.5895E-09	1.5827E-08	fJu2-fUr2	
f42	4.7849E-09	6.7322E-08	fJu3-fSa3	
f43	4.9645E-09	1.3612E-07	fJu2-fUr1	GCf2
f44	5.1493E-09	6.5549E-08	fJu2-fNe1	GCf3
f45	5.3447E-09	4.3231E-06	fJu2	GCf4
f46	5.8623E-09	7.7154E-08	fJu3-fSa2	GDf1
f47	6.4168E-09	1.1821E-08	fJu4-fSa4	

f48	6.5594E-09	6.0308E-09	fJu3-fUr1-fSa1	GDf2
f49	6.7443E-09	2.8969E-09	fJu3-fNe1-fSa1	GDf3
f50	6.9397E-09	1.7843E-07	fJu3-fSa1	GDf4, GEf1
f51	7.2407E-09	1.5209E-09	fJu3-fUr2	
f52	7.4573E-09	3.5003E-09		
f53	7.5999E-09	1.5159E-08	fJu3-fUr1	GEf2
f54	7.6368E-09	6.9195E-09		
f55	7.8217E-09	3.3276E-09	fJu3-fNe1	GEf3
f56	8.0118E-09	8.0243E-08	fJu3	GEf4, GFf1
f57	8.8357E-09	7.8850E-09	fMa1-fJu3	
f58	9.1948E-09	1.1349E-07	fJu4-fUr4	GFf4
f59	9.6068E-09	3.6250E-09	fJu4-fUr3	
f60	9.9078E-09	6.9750E-09	fJu4-fUr2	GGf1
f61	1.0103E-08	1.0103E-08	fJu4-fNe3	
f62	1.0298E-08	1.0272E-08	fJu4-fNe2	GGf2
f63	1.0462E-08	2.6156E-10	fJu4-fNe1	
f64	1.0790E-08	5.3963E-09	fJu4	GGf3
f65	1.1503E-08	1.5134E-07	fMa1-fJu2	Maf1
f66	1.2580E-08	1.5214E-07	fMa1-fSa4	Maf2
f67	1.2834E-08	1.9226E-10	fTe2-fMa3	
f68	1.3658E-08	1.9184E-08	fMa1-fSa3	
f69	1.4175E-08	3.4446E-06	fMa1-fJu1	Maf3
f70	1.4698E-08	1.9530E-08	fMa1-fSa2	
f71	1.4841E-08	1.5252E-07	fTe1-fMa1	
f72	1.5358E-08	8.6682E-10	fMa1-fUr4	
f73	1.5770E-08	1.5310E-07	fMa1-fSa1	Maf4
f74	1.6076E-08	1.1072E-09	fMa1-fUr2	
f75	1.6219E-08	1.9206E-09	fMa1-fNe3	
f76	1.6436E-08	6.9420E-09	fMa1-fUr1	
f77	1.6631E-08	1.6098E-08	fMa1-fNe1	
f78	1.6848E-08	1.5371E-07	fMa1	Maf5
f79	1.7814E-08	4.2939E-08	fVe1-fMa2	
f80	1.9821E-08	5.1482E-06	fVe1-fTe1	
f81	2.0898E-08	3.1139E-08	fTe1-fJu4	
f82	2.3011E-08	1.5747E-08	fMa2-fJu4	
f83	2.3676E-08	1.6513E-07	fTe1-fJu3	
f84	2.5683E-08	1.0670E-09	fMa2-fJu3	
f85	2.6343E-08	3.4216E-06	fTe1-fJu2	Tef1
f86	2.7421E-08	3.3538E-06	fTe1-fSa4	Tef2
f87	2.7796E-08	3.6026E-09	fVe3-fTe4	
f88	2.8498E-08	4.0884E-07	fTe1-fSa3	
f89	2.9016E-08	7.6631E-05	fTe1-fJu1	Tef3
f90	2.9401E-08	8.8963E-09	fMa2-fSa4	

f91	2.9539E-08	4.1671E-07	fTe1-fSa2	
f92	3.0611E-08	3.4374E-06	fTe1-fSa1	Tef4
f93	3.1023E-08	6.3130E-07	fMa2-fJu1	
f94	3.1308E-08	1.2393E-07	fTe1-fUr1	
f95	3.1688E-08	3.3787E-06	fTe1	Tef5
f96	3.2206E-08	8.4673E-08	fMa2-fUr4	
f97	3.2618E-08	2.8110E-08	fMa2-fSa1	
f98	3.3695E-08	2.8194E-08	fMa2	
f99	3.4661E-08	2.3486E-07	fVe1-fMa1	
f100	3.6505E-08	1.1237E-09	fMe1-fTe3	
f101	3.9642E-08	6.1020E-09	fVe2-fTe2	
f102	4.0883E-08	7.8851E-09	fVe1-fJu4	
f103	4.3497E-08	2.5799E-07	fVe1-fJu3	
f104	4.4569E-08	2.3679E-07	fTe3-fMa3	
f105	4.6164E-08	5.1759E-06	fVe1-fJu2	Vef1
f106	4.6545E-08	1.9189E-07	fTe2-fMa1	
f107	4.7242E-08	5.1709E-06	fVe1-fSa4	Vef2
f108	4.7759E-08	2.3682E-07	fMa3-fJu1	
f109	4.8319E-08	6.4081E-07	fMa3-fSa2	
f110	4.8837E-08	1.1721E-04	fVe1-fJu1	Vef3
f111	4.9359E-08	6.4764E-07	fVe1-fSa2	
f112	4.9914E-08	6.7901E-07	fVe1-fUr4	
f113	5.0432E-08	5.2159E-06	fVe1-fSa1	Vef4
f114	5.1134E-08	1.9128E-07	fVe1-fUr1	
f115	5.1509E-08	5.2981E-06	fVe1	Vef5
f116	5.5359E-08	7.3247E-08	fTe2-fJu3	
f117	5.6436E-08	2.1264E-07	fMa4-fJu4	
f118	5.8031E-08	1.6051E-06	fTe2-fJu2	Te2f1
f119	5.9109E-08	1.2620E-07	fTe2-fSa4	Te2f2
f120	6.0704E-08	2.6841E-06	fTe2-fJu1	Te2f3
f121	6.2299E-08	1.2204E-07	fTe2-fSa1	Te2f4
f122	6.3012E-08	2.1797E-07	fTe2-fUr1	
f123	6.3012E-08	2.1797E-07	fMa4-fSa4	
f124	6.3376E-08	1.1592E-07	fTe2	Te2f5
f125	6.4718E-08	6.1990E-09	fMa4-fJu1	
f126	6.7063E-08	2.3101E-08	fMa4-fUr1	
f127	6.8193E-08	3.9538E-08	fMe1-fTe2	
f128	7.1330E-08	7.0599E-08	fVe2-fTe1	
f129	7.6257E-08	6.5869E-07	fTe4-fMa3	
f130	8.0060E-08	1.7808E-06	fMe1-fVe1	
f131	8.7047E-08	6.6993E-08	fTe3-fJu3	
f132	8.9720E-08	1.1483E-07	fTe3-fJu2	Te3f1
f133	9.0433E-08	6.1926E-09	fTe3-fSa4	Te3f2

f134	9.1315E-08	5.3967E-09	fVe3-fTe2	
f135	9.2392E-08	7.7980E-08	fTe3-fJu1	Te3f3
f136	9.3406E-08	2.3068E-08	fTe3-fUr4	
f137	9.4483E-08	5.4836E-08	fTe3-fNe3	
f138	9.5006E-08	1.6941E-07	fVe2-fJu3	
…				
f139	9.7673E-08	3.7820E-06	fVe2-fJu2	Ve2f1
f140	1.0035E-07	1.6052E-06	fVe2-fJu1	Ve2f3
f141	1.0194E-07	7.1565E-08	fVe2-fSa1	Ve2f4
f142	1.0302E-07	7.3361E-08	fVe2	Ve2f5
f143	1.0954E-07	1.9129E-07	fTe4-fMa1	
f144	1.1472E-07	5.3270E-08	fMe1-fMa1	
f145	1.1606E-07	3.4905E-09	fTe4-fJu4	
f146	1.1874E-07	7.2916E-09	fTe4-fJu3	
f147	1.2141E-07	5.4194E-09	fTe4-fJu2	
f149	1.2243E-07	4.7765E-09	fTe4-fSa4	
f150	1.2356E-07	5.9976E-08	fMe1-fJu3	
f151	1.2463E-07	5.2540E-08	fTe4-fSa2	
f152	1.2623E-07	1.1361E-06	fMe1-fJu2	Mef1
f153	1.2730E-07	1.1528E-06	fMe1-fSa4	Mef2
f154	1.2890E-07	2.5984E-05	fMe1-fJu1	Mef3
f155	1.3049E-07	1.1503E-06	fMe1-fSa1	Mef4
f156	1.3157E-07	1.1064E-06	fMe1	Mef5
f157	1.4651E-07	2.3864E-07	fVe3-fJu3	
f158	1.4918E-07	1.0009E-07	fVe3-fJu2	
f159	1.5185E-07	1.6223E-08	fVe3-fJu1	
f160	1.5411E-07	1.5694E-08	fVe3-fNe2	
f161	1.6058E-07	1.4572E-07	fMe2-fVe2	
f162	1.9535E-07	1.9710E-08	fMe2-fMa4	
f163	1.9976E-07	1.4683E-08	fMe2-fTe2	
f164	2.1163E-07	6.5962E-07	fMe2-fVe1	
f165	2.3145E-07	4.2599E-07	fMe2-fTe1	
f166	2.4064E-07	2.8606E-08	fMe3-fVe3	
f167	2.4629E-07	1.9804E-08	fMe2-fMa1	
f168	2.5513E-07	1.3994E-08	fMe2-fJu3	
f169	2.5780E-07	3.8931E-07	fMe2-fJu2	Me2f1
f170	2.6047E-07	9.5571E-06	fMe2-fJu1	Me2f3
f171	2.6207E-07	4.2197E-07	fMe2-fSa1	Me2f4
f172	2.6314E-07	4.1113E-07	fMe2	Me2f5
f173	3.4320E-07	1.9521E-07	fMe3-fVe1	
f174	3.6302E-07	1.2565E-07	fMe3-fTe1	
f175	3.7786E-07	5.8829E-09	fMe3-fMa1	
f176	3.8937E-07	1.4500E-07	fMe3-fJu2	Me3f1

f177	3.9203E-07	2.8085E-06	fMe3-fJu1	Me3f3
f178	3.9471E-07	1.2476E-07	fMe3	Me3f5
f179	4.2372E-07	1.6211E-08	fMe4-fVe2	
f180	4.7477E-07	2.1981E-08	fMe4-fVe1	
f181	4.9459E-07	1.4104E-08	fMe4-fTe1	
f182	5.2094E-07	6.4344E-08	fMe4-fJu2	Me4f1
f183	5.2361E-07	3.2016E-07	fMe4-fJu1	Me4f3
f184	5.2520E-07	1.4996E-08	fMe4-fSa1	Me4f4
f185	5.2627E-07	8.6946E-09	fMe4	Me4f5
f186	6.0634E-07	2.3394E-09	fMe5-fVe1	
f187	6.2616E-07	1.5347E-09	fMe5-fTe1	
f188	6.5251E-07	2.0451E-08	fMe5-fJu2	Me5f1
f189	6.5518E-07	3.5215E-08	fMe5-fJu1	Me5f3
f190	6.5784E-07	1.3956E-09	fMe5	Me5f5

Tabelul 5.1 cu componentele spectrale ale parametrului solar *aes* ne dezvăluie o mulţime de „secrete” ale proceselor ce au loc în sistemul nostru planetar. Primul şi cel mai important este acela că mişcarea unui CA din sistemul planetar (inclusiv a Soarelui) este influenţată de mişcarea ***CA exterioare***. Pentru planetele telurice este evidentă influenţa lui Jupiter (cea mai puternică), a lui Saturn, urmând apoi Uranus şi Neptun.

În tabelul 5.2 am extras din şirul componentelor spectrale de mai sus pe cele importante, pe care le-am ordonat după amplitudine având astfel posibilitatea de a observa şi înţelege ponderea planetelor la acceleraţia orbitală solară. În coloana 5 a tabelului vedem ponderea procentuală a contribuţiei planetare faţă de suma tuturor acestor contribuţii la parametrul *aes* solar. Observăm contribuţia majoră atât a planetei Jupiter cât şi a planetelor telurice[12] (fără Marte), mai ales a lui Venus.

Tabelul 5.2

Nr.	Combinaţia	Frecvenţa [Hz]	Amplitudinea *aes*	val. rel. [%]
1	fVe1-fJu1	4.8837E-08	1.1721E-04	11.702
2	fJu1	2.6724E-09	7.9417E-05	7.929
3	fJu1-fSa1	1.5950E-09	7.8977E-05	7.885
4	fTe1-fJu1	2.9016E-08	7.6631E-05	7.651
5	fMe1-fJu1	1.2890E-07	2.5984E-05	2.594
6	fMe2-fJu1	2.6047E-07	9.5571E-06	0.954
7	fJu1-fSa2	5.2285E-10	9.3117E-06	0.93
8	fVe1	5.1509E-08	5.2981E-06	0.529
9	fVe1-fSa1	5.0432E-08	5.2159E-06	0.521
10	fVe1-fJu2	4.6164E-08	5.1759E-06	0.517
11	fVe1-fSa4	4.7242E-08	5.1709E-06	0.516
12	fVe1-fTe1	1.9821E-08	5.1482E-06	0.514
13	fJu2	5.3447E-09	4.3231E-06	0.432
14	fVe2-fJu2	9.7673E-08	3.7820E-06	0.378
15	fJu2-fSa1	4.2673E-09	3.6127E-06	0.361
16	fMa1-fJu1	1.4175E-08	3.4446E-06	0.344
17	fTe1-fSa1	3.0611E-08	3.4374E-06	0.343

[12] Când vorbim de contribuţie majoră a planetelor telurice ne referim exclusiv la paramerul *aes* solar.

18	fTe1-fJu2	2.6343E-08	3.4216E-06	0.342
19	fTe1	3.1688E-08	3.3787E-06	0.337
20	fTe1-fSa4	2.7421E-08	3.3538E-06	0.335
21	fSa1	1.0774E-09	3.2848E-06	0.328
22	fJu1-fUr1	2.2921E-09	2.8750E-06	0.287
23	fMe3-fJu1	3.9203E-07	2.8085E-06	0.28
24	fTe2-fJu1	6.0704E-08	2.6841E-06	0.268
25	fMe1-fVe1	8.0060E-08	1.7808E-06	0.178

6 - Formanţi

6.1 - Introducere

Distribuţia pe suport frecvenţial a valorii unui parametru solar rezultată în urma analizei spectrale FFT este un *spectru*. În acest spectru se observă anumite forme (de unde şi denumirea de *formanţi*), care se repetă şi care reprezintă relaţii invariante între anumite componente spectrale.

Comentariul 6.1.1: În Dicţionarul Explicativ al Limbii Române termenul *formant* este definit ca „*zonă de maximă relevanţă a unui spectru acustic*", dar fiind vorba tot de un spectru, acelaşi termen poate fi folosit şi în cazul componentelor spectrale ale mişcării solare.

Din analiza făcută până acum au rezultat trei tipuri de formanţi:

- Formanţi ai planetelor gigant;
- Formanţi ai planetelor telurice;
- Formanţi de modulaţie.

Formanţii planetelor gigant conţin relaţii invariante între componentele spectrale ale parametrilor mişcării Soarelui provocate doar de mişcările planetelor gigant, iar formanţii planetelor telurice conţin relaţii invariante între componentele spectrale ale parametrilor solari provocate de planetele telurice şi planetele gigant. Formanţii de modulaţie conţin armonicile unei frecvenţe centrale (echivalentul purtătoarei la modulaţia de amplitudine clasică a unui semnal), componente simetric dispuse la distanţe egale cu frecvenţa semnalului modulator.

6.2 - Formanţii planetelor gigant

Formanţii planetelor gigant sunt prezentate în varianta mai clară a ignorării perturbaţiilor induse de tabelul 1.5.1.B la mişcarea acestora, caz în care spectrul solar este mult mai clar. În acest caz spectrul *aes* solar este dat în fig. 6.2.1 (fig. 5.2 pe care s-au delimitat zonele ce revin formanţilor A...F, cu componentele indicate şi în tabelul 5.1). Notaţia formanţilor pentru planetele gigant începe cu litera G urmată de indicativul formantului (A...F) şi cel al frecvenţei. Pentru planetele telurice numele formantului este cel al planetei urmat de indicativul frecvenţei.

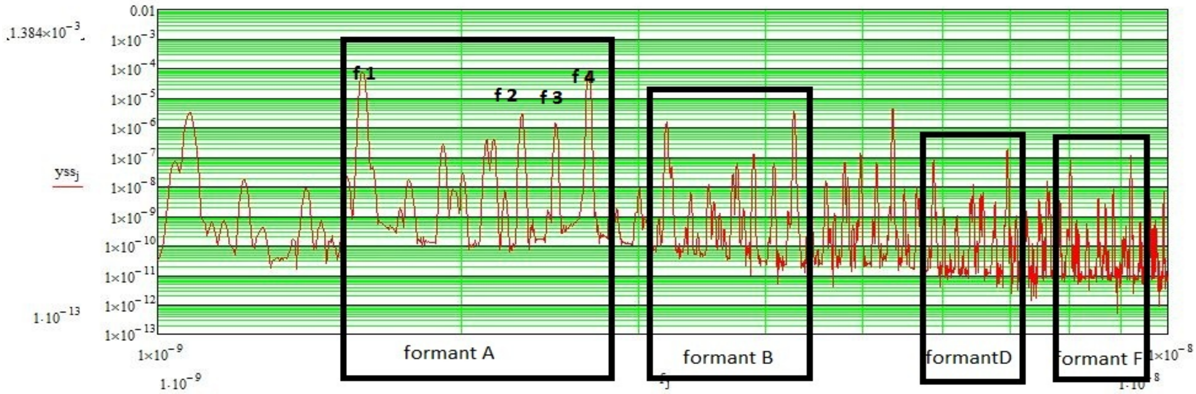

Fig. 6.2.1

Tabelul 6.2.1 Formanţii planetelor gigant

Nr.	Formant A	Componente A	Formant B	Comp. B	Formant C	Comp. C
f1	1.5950e-09	fJu1-fSa1	3.1900e-09	f1+f1 fJu2-fSa2	4.2674e-09	fJu2-fSa1
f2	2.2974e-09	fJu1-fUr1	3.8924e-09	f2+f1 fJu2-fUr1-fSa1	4.9645e-09	fJu2-fUr1
f3	2.4796e-09	fJu1-fNe1	4.0746e-09	f3+f1 fJu2-fNe1-fSa1	5.1493e-09	fJu2-fNe1
f4	2.6724e-09	fJu1	4.2674e-09	f4+f1 fJu2-fSa1	5.3447e-09	fJu2
Nr.	Formant D	Comp. D	Formant E	Comp. E	Formant F	Comp. F
f1	5.8623e-09	fJu3-fSa2	6.9397e-09	fJu3-fSa1	8.0118e-09	fJu3
f2	6.5594e-09	fJu3-fUr1-fSa1	7.5999e-09	fJu3-fUr1	8.8357e-09	fMa1-fJu3
f3	6.7443e-09	fJu3-fNe1-fSa1	7.8217e-09	fJu3-fNe1	9.0892e-09	
f4	6.9397e-09	fJu3-fSa1	8.0118e-09	fJu3	9.1948e-09	fJu4-fUr4

Observăm că frecvenţele (componentele spectrale) ce intră într-un formant al planetelor gigant sunt în număr de patru, iar tipurile de formanţi sunt în număr de șase, marcate cu A, B, C, D, E și F în tabelul 6.2.1 și fig. 6.2.1. În tabelul 6.2.1 sunt indicate cele patru frecvenţe, valoarea frecvenţei, iar în coloanele comentarii compoziţia fiecărei frecvenţe.

Comentariul 6.2.1: Situaţia formanţilor este puţin mai complicată deoarece apar suprapuneri ale acestora. De exemplu formantul C este parţial suprapus cu B, formantul D este parţial suprapus cu E, iar în formantul F apare un component al formantului marţian. De asemenea, mai există un formant al planetelor gigant - formantul G - neinclus în tabelul 6.2.1 ce conţine componente formate cu fJu4 (f60, f62, f64) şi care este parţial suprapus cu formantul lui Marte. Ca o observaţie generală privind formanţii planetelor gigant, ţinând cont şi de informaţiile privind formanţii planetelor telurice unde vor apare şi formanţi de ordin superior, am putea spune că de fapt formanţii planetelor gigant sunt formaţi de odin superior ai planetei Jupiter.

6.3 - Formanţii planetelor telurice

Structura formanţilor planetelor telurice este aceeaşi pentru toate planetele de acest tip, dar ca exemplu am ales doar două mai clare şi anume pe cele ale planetelor Terra şi Venus, reprezentate în fig. 6.3.1 (un fragment mărit din fig. 5.3):

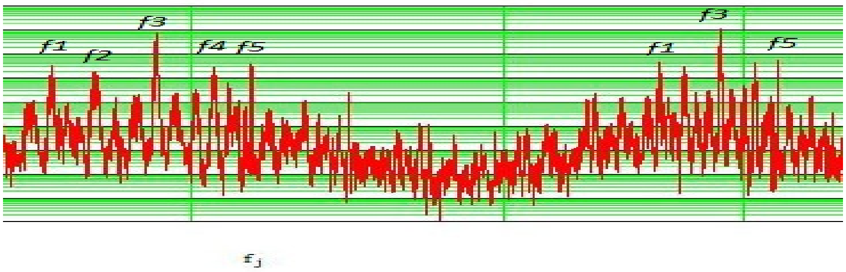

Fig. 6.3.1

Tabelul 6.3.1 Formanţii planetelor telurice

Nr.	Formant Ma	Comp. Ma	Formant Te	Comp. Te	Formant Ve	Comp. Ve
f1	1.15028e-08	fMa1-fJu2	2.63434e-08	fTe1-fJu2	4.61643e-08	fVe1-fJu2
f2	1.25485e-08	fMa1-fSa4	2.73838e-08	fTe1-fSa4	4.72786e-08	fVe1-fSa4
f3	1.41751e-08	fMa1-fJu1	2.90157e-08	fTe1-fJu1	4.88366e-08	fVe1-fJu1
f4	1.57701e-08	fMa1-fSa1	3.06107e-08	fTe1-fSa1	5.04316e-08	fVe1-fSa1
f5	1.68475e-08	fMa1	3.16881e-08	fTe1	5.15090e-08	fVe1

Tabelul 6.3.1 Continuare

Nr.	Formant Me	Comp. Me	Amplitudinea
f1	1.26229e-07	fMe1-fJu2	1.1307e-06
f2	1.27339e-07	fMe1-fSa4	6.8178e-07
f3	1.28902e-07	fMe1-fJu1	2.4377e-05
f4	1.30497e-07	fMe1-fSa1	9.597e-07
f5	1.31569e-07	fMe1	1.1614e-06

În formanţii planetelor telurice se remarcă o componentă centrală f3 în tabelul 6.3.1, cu frecvenţa egală cu diferenţa dintre prima armonică a planetei şi prima armonică a lui Jupiter, această frecvenţă având amplitudinea cea mai mare în cadrul formantului.

Comentariul 6.3.1: În tabelul 6.3.1 sunt date pentru exemplificare şi amplitudinile componentelor din formantul lui Mercur, pentru celelalte planete ele fiind omise din lipsă de spaţiu. Valorile amplitudinilor pentru toţi formanţii sunt însă accesibile în tabelul 5.1, unde componentele formanţilor sunt indicate în ultima coloană. În cazul primelor trei planete telurice (Me, Ve, Te) obsevăm apariţia formanţilor de ordin superior, ajungându-se ca pentru Mercur să avem chiar un formant de ordinul 5. Aici trebuie să remarcăm că rezoluţia în frecvenţă a analizei spectrale cu perioada de eşantionare de 8.36 zile nu este suficientă pentru planeta Mercur, pentru care ar fi nevoie de o perioadă de eşantionare mai scurtă.

6.4 - Formanţii de modulaţie

Un formant de modulaţie este constituit dintr-o componentă centrală şi mai multe componente laterale aşezate simetric faţă de componenta centrală. În fig. 6.4.1 este un asemenea exemplu, în care componenta centrală este f25 (fJu1-fSa1)[13] din tabelul 5.1, însoţită de cele 5 armonice simetrice. Acest formant este la rândul său un element (f1a) al formantului A al planetelor gigant, reprezentat în fig. 6.2.1.

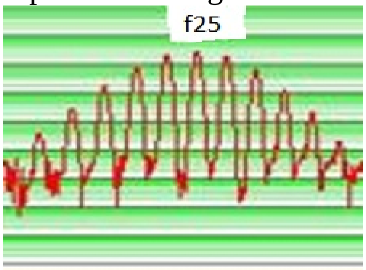

Fig. 6.4.1 Formantul f25

7 - Enigma tabelului 1.5.1.B

7.1 - Contribuţiile individuale ale planetelor gigant conform tabelului 1.5.1.B

În acest caz anomalia medie M a planetei *i* funcţie de timpul *t* se calculează cu ecuaţia:

$$M(i,t) = L(i,t) - \varpi(i,t) + b_i \cdot t^2 + c_i \cdot \cos(f_i \cdot t) + s_i \cdot \sin(f_i \cdot t) \qquad (7.1.1)$$

unde *b, c, s, f* sunt date în tabelul 1.5.1.B reprodus mai jos pentru comoditate.

Tabelul 1.5.1.B

Planeta	b	c	s	f
Ju	-0.00012452	0.06064060	-0.35635438	38.35125
Sa	0.00025899	-0.13434469	0.87320147	38.35125
Ur	0.00058331	-0.97731848	0.17689245	7.67025
Ne	-0.00041348	0.68346318	-0.10162547	7.67025

7.1.1 - Contribuţia lui Jupiter la mişcarea solară

Poziţia solară datorată exclusiv lui Jupiter în coordonate ecliptice este dată de ecuaţiile:

$$xesJu(t) = -\frac{xe(4,t)}{q_4} \cdot UA\,;\; yesJu(t) = -\frac{ye(4,t)}{q_4} \cdot UA \quad [km] \qquad (7.1.1.1)$$

iar reprezentarea grafică în fig. 7.1.1.1:

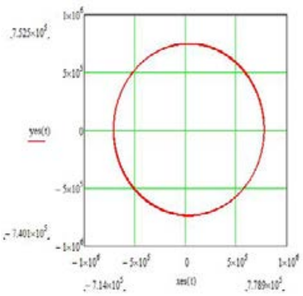

Fig. 7.1.1.1 Poziţia solară datorată lui Jupiter

Distribuţia derivată de ord. I a poziţiei solare (viteza solară) datorate lui Jupiter este dată de ecuaţiile:

[13] Formant de modulaţie apărut în cazul folosirii tabelului 1.5.1.B care determină o modulaţie de amplitudine a fiecărei componente spectrale.

$$vxesJu(t) = \frac{xesJu(t) - xesJu(t-\Delta t)}{Nz}; \; vyesJu(t) = \frac{yesJu(t) - yesJu(t-\Delta t)}{Nz} \left[\frac{km}{zi} \right] \qquad (7.1.1.2)$$

unde *xesJu(t)* şi *yesJu(t)* sunt date de ecuaţiile 7.1.1.1, iar *vxesJu(t)* şi *vyesJu(t)* sunt componentele vitezei orbitale solare datorate lui Jupiter şi reprezentate în fig. 7.1.1.2:

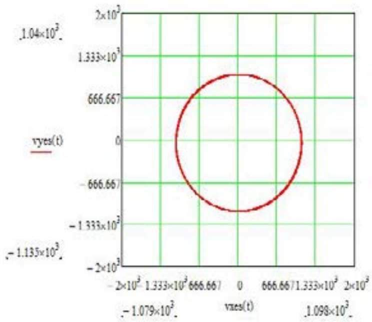

Fig. 7.1.1.2 Componentele vitezei orbitale solare datorate lui Jupiter

Modulul vitezei orbitale solare datorate lui Jupiter este dat de ecuaţia $vesJu(t) = \sqrt{vxesJu(t)^2 + vyesJu(t)^2}$ a cărei reprezentare este dată în fig. 7.1.1.3.

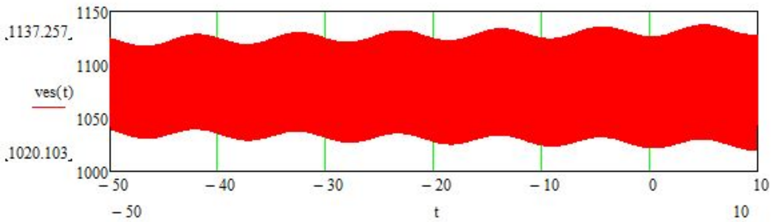

Fig. 7.1.1.3 Modulul vitezei orbitale solare datorate lui Jupiter

Distribuţia derivată de ord. II a poziţiei solare datorate lui Jupiter (acceleraţia orbitală solară) este dată de ecuaţiile:

$$axesJu(t) = \frac{vxesJu(t) - vxesJu(t-\Delta t)}{Nz}; \; ayesJu(t) = \frac{vyesJu(t) - vyesJu(t-\Delta t)}{Nz} \left[\frac{km}{zi^2} \right] \quad (7.1.1.3)$$

unde *vxesJu(t)* şi *vyesJu(t)* sunt date de ecuaţiile 7.1.1.2, iar *axesJu(t)* şi *ayesJu(t)* sunt componentele acceleraţiei orbitale solare datorate lui Jupiter şi reprezentate în fig. 7.1.1.4:

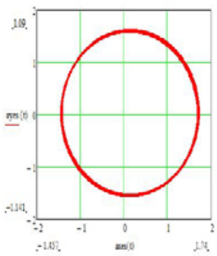

Fig. 7.1.1.4 Componentele acceleraţiei orbitale solare datorate lui Jupiter

Modulul acceleraţiei orbitale solare $aesJu(t) = \sqrt{axesJu(t)^2 + ayesJu(t)^2}$ produsă de Jupiter este reprezentat în fig. 7.1.1.5:

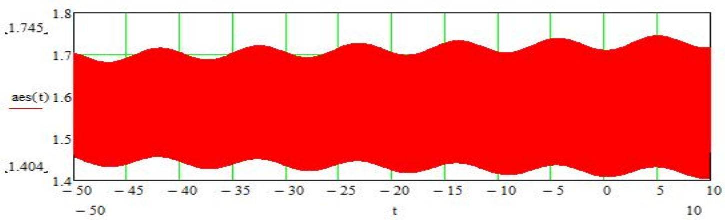

Fig. 7.1.1.5 Modulul acceleraţiei orbitale solare datorate lui Jupiter

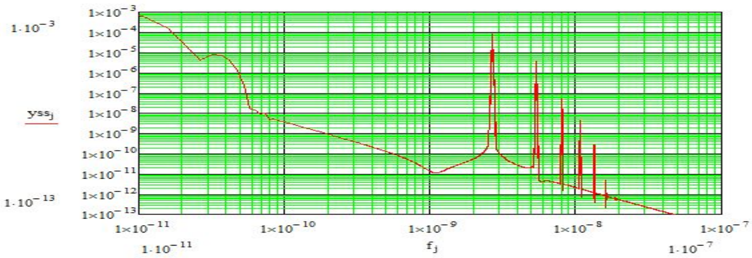

Fig. 7.1.1.6 Spectru aesJu pg

Componentele spectrale mai importante ca amplitudine ale contribuţiei joviene la *aes* solară care rezultă din fig. 7.1.1.6 sunt date în tabelul 7.1.1.1.

Tabelul 7.1.1.1

Frecvenţa [Hz]	Amplitudinea	Comentarii
fm=3.433e-011 923 ani		
f1=2.6724e-009	7.7902e-005	fJu1
f2=5.3447e-009	3.8539e-006	fJu2=2fJu1 q_a=18.51
f3=8.0171e-009	5.5423e-008	fJu3=3fJu1
f4=1.0721e-008	4.3625e-009	fJu4=4fJu1
f5= 1.3325e-008	2.694e-010	fJu5=5fJu1

Faţă de rezultatele analizei contribuţiei lui Jupiter prezentate în par. 3.1 cu neglijarea tabelului 1.5.1.B, observăm că în cazul folosirii ecuaţei 7.1.1 apar diferenţe notabile numai în cazul distribuţiilor temporale ale vitezei şi acceleraţiei orbitale solare. Constatăm că la ambii parametri a apărut o variaţie sinusoidală suprapusă peste valoarea din graficele din par. 3.1. Această variaţie, în urma analizei spectrale ne apare cu frecvenţa fm în tabelul 7.1.1.1, la care corespunde o perioadă de 923 ani. De asemenea componentele spectrale f1...f5 ne apar uşor modulate în amplitudine[14].

7.1.2 - Contribuţia lui Saturn la mişcarea solară

Aşa cum am văzut în cazul lui Jupiter, şi în cazul lui Saturn dacă folosim datele din tabelul 1.5.1.B apar diferenţe notabile doar între graficele derulate în timp ale parametrilor orbitalului solar. În fig. 7.1.2.1 avem graficul modulului vitezei orbitale solare datorate lui Saturn, iar în fig. 7.1.2.2 graficul modulului acceleraţiei solare.

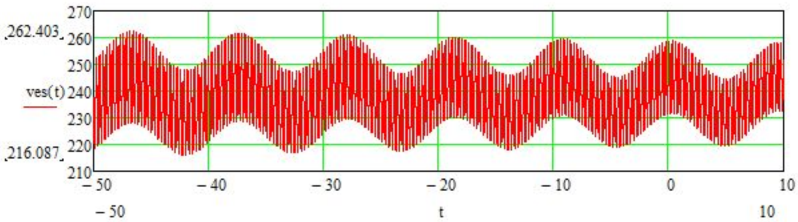

Fig. 7.1.2.1 Modulul vitezei orbitale solare datorate lui Saturn

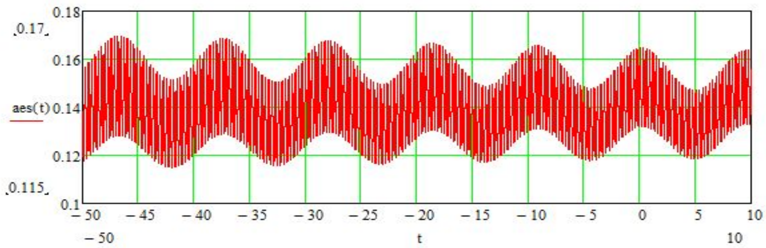

Fig. 7.1.2.2 Modulul acceleraţiei orbitale solare datorate lui Saturn

[14] Componentele modulaţiei în amplitudine ne apar dacă facem un zoom extrem al fig. 7.1.1.6.

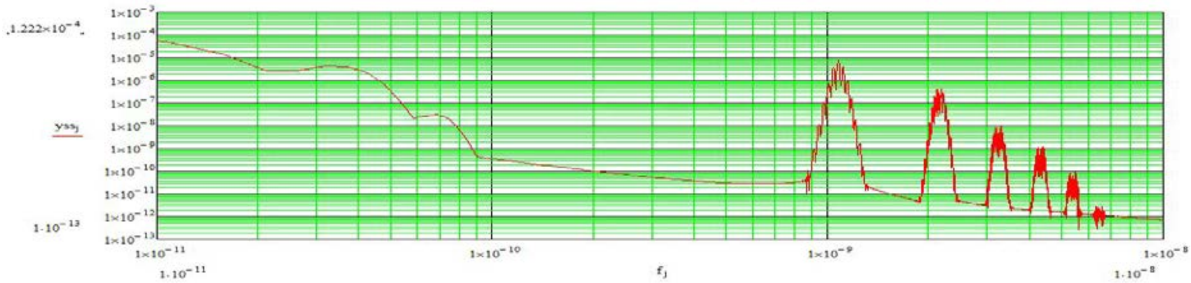

Fig. 7.1.2.3 Spectru aesSa

Tabelul 7.1.2.1

Frecvenţa [Hz]	Amplitudinea	Comentarii
fm1=3.433e-011 923 ani		
fm2=6.8658e-011		2fm1
f1=1.0774e-009	7.557e-006	fJu1
f2=2.1495e-009	2.7573e-007	fJu2=2fJu1 q_a=27.4
f3=3.2269e-009	2.1303e-009	fJu3=3fJu1
f4=4.3043e-009	7.4496e-010	fJu4=4fJu1
f5=5.3711e-009	6.8558e-011	fJu5=5fJu1

În cazul spectrului *aesSa* observăm că modulaţia cu fm este mai puternică decât în cazul lui Jupiter (apare armonica a doua fm2), iar componentele spectrale f1...f5 ne apar clar multiplu modulate în amplitudine.

Comentariul 7.1.2.1: În spectrul *aesSa* devine vizibil pentru fiecare componentă spectrală un formant de modulaţie în centrul căruia se află o componentă spectrală (f1...f5) şi armonicile de modulaţie egal distanţate.

7.1.3 - Contribuţia lui Uranus la mişcarea solară

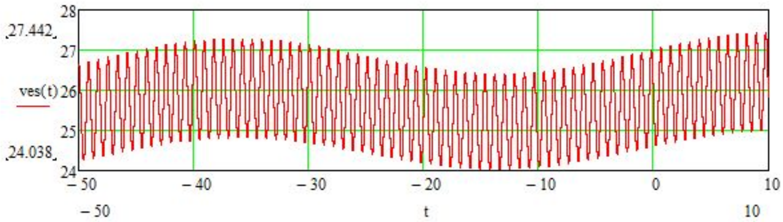

Fig. 7.1.3.1 Modulul vitezei orbitale solare datorate lui Uranus

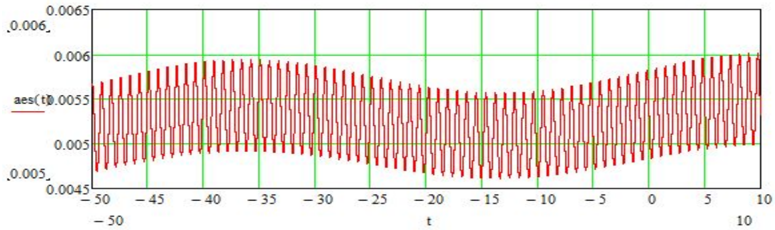

Fig. 7.1.3.2 Modulul acceleraţiei orbitale solare datorate lui Uranus

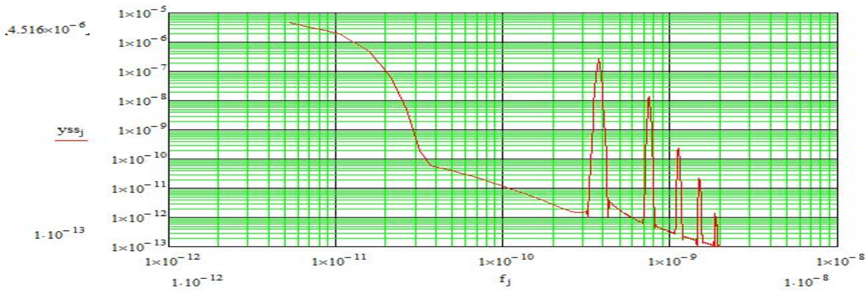

Fig. 7.1.3.3 Spectru aesUr

Datorită faptului că intervalul de eşantionare de 60 de secole cuprinde doar o singură perioadă a variaţiei parametrilor orbitali ai Soarelui provocate de Uranus, analiza spectrală este imposibilă. Din graficul 7.1.3.1 se estimează o perioadă de cca 5000 de ani.

Tabelul 7.1.3.1

Frecvenţa	Amplitudinea	Comentarii
fm3 ~1.0e-011 cca 5000 ani		estimată grafic
f1=3.7498e-010	2.6006e-007	fUr1
f2=7.4467e-010	1.4022e-008	fUr2=2fUr1 qUr=18.55
f3=1.1144e-009	2.3521e-010	fUr3=3fUr1
f4=1.4893e-009	2.2034e-011	fUr4=4fUr1

7.1.4 - Contribuţia lui Neptun la mişcarea solară

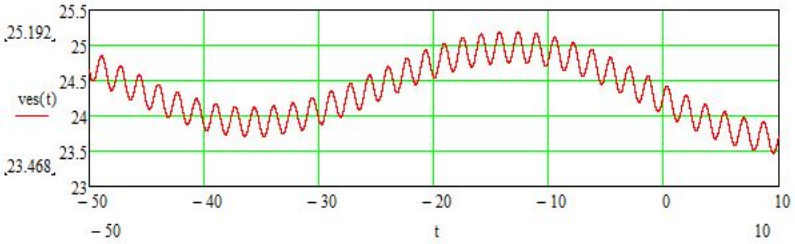

Fig. 7.1.4.1 Modulul vitezei orbitale solare datorate lui Neptun

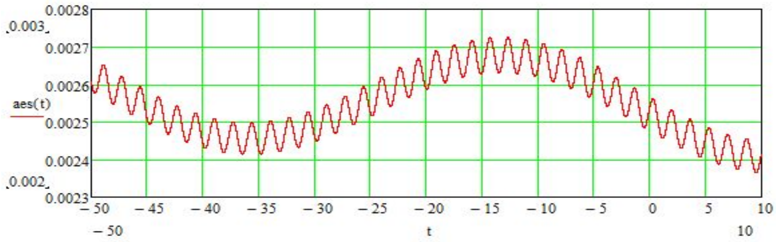

Fig. 7.1.4.2 Modulul acceleraţiei orbitale solare datorate lui Neptun

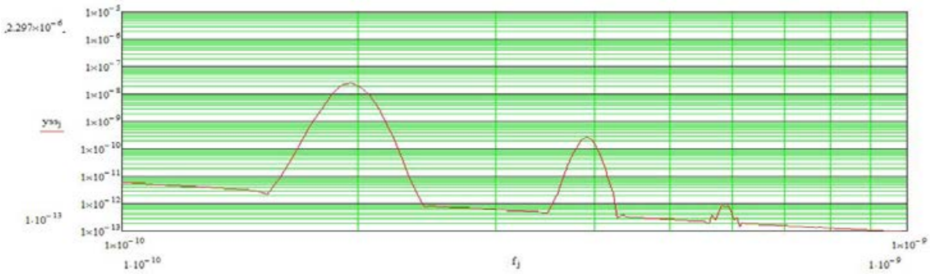

Fig. 7.1.4.3 Spectru aesNe

Datorită faptului că intervalul de eşantionare de 60 de secole cuprinde doar o singură perioadă a variaţiei parametrilor orbitali ai Soarelui provocate de Neptun, analiza spectrală nu poate evidenţia frecvenţa de modulaţie.

Tabelul 7.1.4.1

Frecvenţa	Amplitudinea	Comentarii
fm3 ~1.0e-011 cca 5000 ani		estimată grafic
f1=1.9541e-010	2.5754e-008	fNe1
f2=3.9082e-010	2.6535e-010	fNe2=2Ne1 qNe=97.1
f3=5.8623e-010	7.7001e-013	fNe3=3Ne1

7.2 - Componentele spectrale ale parametrului aes solar pentru toate planetele cu corecţiile din tabelul 1.5.1.B

Spectrul *aes* solar în varianta folosirii tabelului 1.5.1.B este prezentat în fig. 7.2.1 din care putem observa mari diferenţe faţă de cel din fig. 5.1 (reprodus în fig. 7.2.3), în special apariţia a numeroşi formanţi de modulaţie în jurul tuturor componentelor spectrale importante, formanţi rezultaţi în urma modulaţiei cu fm1.

Comentariul 7.2.1: Este evident că ar trebui să apară şi formanţi de modulaţie cu fm3, dar având o valoare atât de mică nu pot fi evidenţiaţi la o analiză spectrală pe intervalul de 60 de secole. În schimb formanţii de modulaţie cu fm1 există cu prisosinţă.

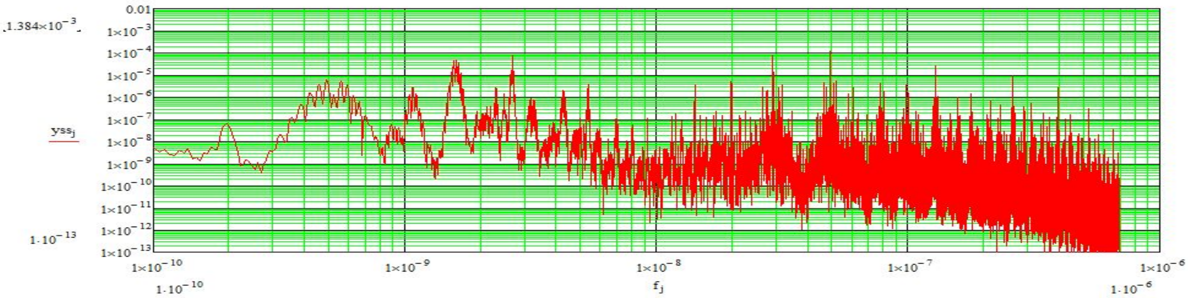

Fig. 7.2.1 Spectru aes pentru toate planetele pe baza datelor din tabelul 1.5.1.B

Fig. 7.2.2 Spectru aes pentru toate planetele pe baza datelor din tabelul 1.5.1.B zoom1

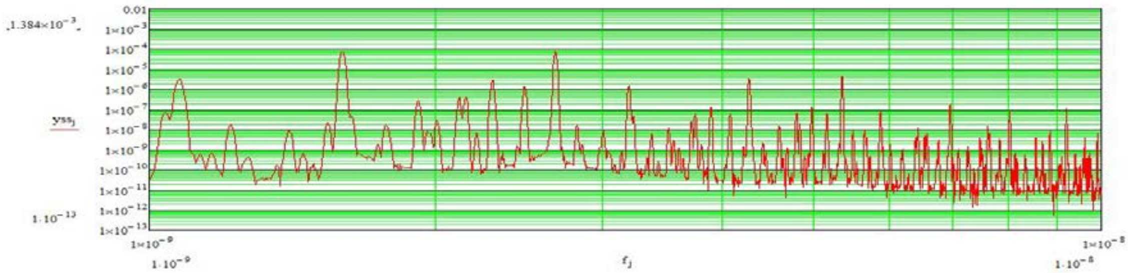

Fig. 7.2.3 Spectru aes pentru toate planetele fără datele din tabelul 1.5.1.B zoom1

Dacă vom compara cele două spectre din fig. 7.2.2 și 7.2.3 vom înţelege de ce am preferat să facem analiza orbitalului solar mai întâi fără datele din tabelul 1.5.1.B.

7.3 - Analiza tabelului 1.5.1.B

Anomalia medie a planetei i funcţie de timpul t conform [1] este dată de ecuaţia 7.1.1 pe care o putem scrie: $M(i,t) = M1(i,t) + M2(i,t)$, unde $M1(i,t) = Lc(i,t) - \omega p(i,t)$ este anomalia medie fără datele din tabelul B, iar $M2(i,t) = b_i \cdot t^2 + c_i \cdot \cos(f_i \cdot t) + s_i \cdot \sin(f_i \cdot t)$ este corecţia anomaliei medii datorate tabelului B. Graficele celor două componente ale anomaliei medii pentru planetele gigant sunt date în figurile următoare:

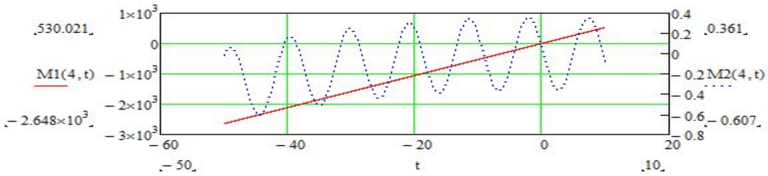

Fig. 7.3.1 Componentele anomaliei medii pentru Jupiter

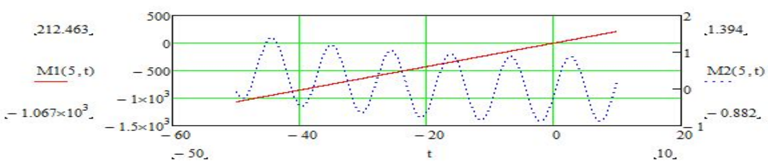

Fig. 7.3.2 Componentele anomaliei medii pentru Saturn

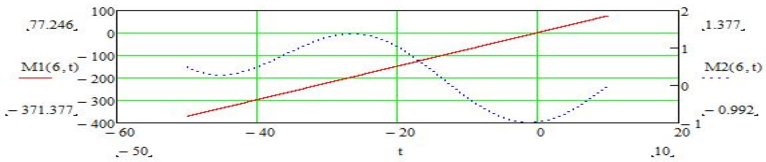

Fig. 7.3.3 Componentele anomaliei medii pentru Uranus

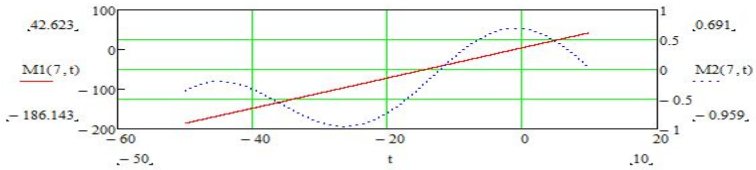

Fig. 7.3.4 Componentele anomaliei medii pentru Neptun

Ponderile corecţiilor anomaliei medii pentru planetele gigant ce rezultă din fig. 7.3.1-7.3.4 sunt de 0.03% pentru Jupiter, de 0.18% pentru Saturn, de 0.53% pentru Uranus şi de 0.72% pentru Neptun.

Tabelul 1.5.1.B implementează aşadar o variaţie periodică în anomalia medie a planetelor gigant, variaţie de forma $\alpha_i(t)+\beta_i(t)$ unde:

- $\alpha Ju(t)=0.0606406\cdot\cos(\omega 1\cdot t)-0.35635438\cdot\sin(\omega 1\cdot t)$ pentru Jupiter;
- $\alpha Sa(t)=-0.13434469\cdot\cos(\omega 1\cdot t)+0.87320147\cdot\sin(\omega 1\cdot t)$ pentru Saturn;
- $\alpha Ur(t)=-0.97731848\cdot\cos(\omega 2\cdot t)+0.17689245\cdot\sin(\omega 2\cdot t)$ pentru Uranus;
- $\alpha Ne(t)=0.68346318\cdot\cos(\omega 2\cdot t)-0.10162547\cdot\sin(\omega 2\cdot t)$ pentru Neptun, unde:
  - ω1=38.35125 grade/secol; T1=938.7 ani; fm1=3.37574e-011 Hz
  - ω2=7.67025 grade/secol; T2=4693.5 ani; fm2=6.75148e-012 Hz
- $\beta Ju(t)=-0.00012452\cdot t^2$;
- $\beta Sa(t)=0.00025899\cdot t^2$;
- $\beta Ur(t)=0.00058331\cdot t^2$;
- $\beta Ne(t)=-0.00041348\cdot t^2$

Observăm că ω1=5ω2, T2=5T1. Din ecuaţia Kepler $\frac{a^3}{T^2}=G\frac{ms+mp}{4\cdot\pi^2}\approx 2.971\times10^{-19}$, rezultă *a1=95.88* UA faţă de 9.54 UA cât are orbita lui Saturn, iar *a2=280.35* UA faţă de 30 UA cât are orbita lui Neptun. De asemenea, fm1=33.75e-012 Hz ar corespunde orbitalului cu *n=5* (2^5=32), iar fm2 la orbitalul cu *n=3* (vezi [4]).

Comentariul 7.3.1: În 2003 astronomii de la California Institute of Technology au descoperit obiectul UB313, numit ulterior Eris[15], estimat cu un diametru de 3000 km, aflat la cca 67 UA faţă de Soare şi cu perioada de cca 560 de ani. Obiectele care ar putea produce perturbaţiile indicate mai sus, judecate după amplitudinea acestor perturbaţii asupra unor planete gigant nu pot fi decât comparabile ca mărime cu acestea.

Componentele perturbaţiei α pentru 60 de secole sunt date în fig. 7.3.5, unde se observă nişte caracteristici foarte interesante:

1. Dependenţa de timp a perturbaţiilor are formă eliptică (excentricitatea ~0.99);
2. Perturbaţiile ce revin planetelor Jupiter şi Saturn sunt similare, dar ale lui Saturn sunt mai mari, la fel sunt similare cele ale lui Neptun şi Uranus, dar ale lui Neptun sunt mai mari;
3. Elipsele ce descriu perturbaţiile Ju&Sa, au axele perpendiculare pe axele elipselor Ur&Ne, adică sunt independente între ele (acest aspect împreună cu raportul exact de 1 la 5 al frecvenţelor fac să apară serioase motive de suspiciune privind caracterul artificial al datelor din tabelul 1.5.1.B);

[15] Patricia Daniels - The New Solar System Ice Worlds, Moons, and Planets Redefined NATIONAL GEOGRAPHIC

4. Mărimea elipselor poate fi pusă în legătură cu distanţa faţă de sursa perturbaţiei, cu alte cuvinte Jupiter este mai departe de sursa perturbaţiei decât Saturn, la fel şi Uranus este mai departe decât Neptun;

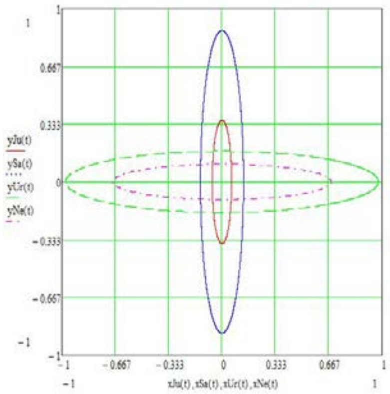

Fig. 7.3.5 Componentele perturbaţiei α(t)

Influenţele combinate ale perturbaţiilor α şi β sunt prezentate în fig. 7.3.6:

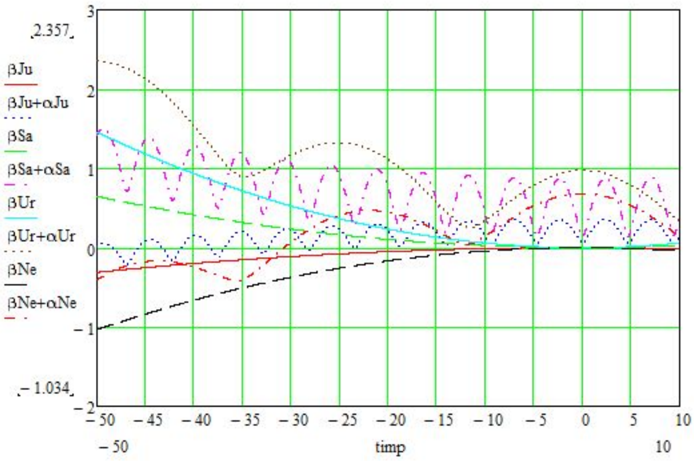

Fig. 7.3.6 Componentele α(t) şi β(t) pentru 60 secole

Toate aceste constatări ne duc inevitabil la câteva concluzii:

1. Fie tabelul 1.5.1.B este o farsă extrem de elaborată menită să conducă la presupuneri fanteziste pe eventualul cercetător ce utilizează datele din lucrarea [1], caz în care nu ar trebui să ţinem cont de el (Întradevăr, dacă nu ţinem cont de tabelul 1.5.1.B în orbitele planetelor gigant nu apar niciun fel de modulaţii, aşa cum am văzut în par. 3);

2. Fie corecţiile introduse de tabelul 1.5.1.B sunt corecte, adică ele ajută la stabilirea mai precisă a poziţiilor planetelor gigant, caz în care trebuie să ţinem cont de cauzele apariţiei unor astfel de perturbaţii, adică de existenţa a doua planete necunoscute ce populează orbitalii cu *n=5* şi *n=3* (vezi [4]).

3. În cazul veridicităţii tabelului 1.5.1.B şi a concluziei de mai sus, este oarecum de înţeles tăcerea în massmedia a celor de la Jet Populsion Laboratory, deoarece dovada clară a existenţei unor noi planete gigant în sistemul nostru solar este o descoperire majoră ce trebuie dovedită de observaţii astronomice concrete. Impedimentul major în ce priveşte verificarea existenţei acestor planete este însă distanţa la care se află: 95 UA respectiv 279 UA faţă de Terra.

4. Aşa cum menţionam în comentariul 7.3.1, amplitudinile perturbaţiilor provocate asupra mişcării unor planete gigant nu pot fi concepute ca venind de la nişte planetoizi gen Pluton sau Eris, ci tot de la planete comparabile ca mărime (poate chiar mai mari).

8 - Analiza influenţei acceleraţiei solare asupra activităţii solare

8.1 - Introducere

Termenul generic *activitate solară* cuprinde în prezent foarte multe variabile unele periodice (număr de pete solare, constanta solară etc.), altele aperiodice (erupţii de pasmă, variaţii ale vântului solar etc.). În acest paragraf este vorba de manifestările periodice, în special de numărul de pete solare a cărui variaţie periodică este numită *ciclu solar*.

Petele solare (sunspots) sunt depresiuni ale atmosferei solare (conform [8], efectul Wilson) cu temperatura cu cca 1500 K mai scăzută faţă de temperatura Soarelui (motiv pentru care ne apar negre), cu zona centrală numită *umbra* înconjurată de o zonă mai puţin întunecată numită *penumbra*. Penumbra are o structură formată din fibre (fibriles) strălucitoare de cca 350-700 km lăţime şi 1500-2800 km lungime îndreptate oblic spre umbra. Toate petele solare au un câmp magnetic de la 1800 la 4000 gauss în funcţie de dimensiunea lor. Dimensiunea tipică a petelor solare este de cca 10000 km iar durata de la câteva zile la câteva luni.

Comentariul 8.1.1: Examinând unele fenomene fizice ce apar în atmosferele planetare sau la suprafaţa Soarelui şi pornind de la observaţia generală conform căreia fenomenele fizice similare au cauze similare[16], putem constata o similitudine între structura unei pete solare şi structura cicloanelor din atmosfera terestră, dar mai ales din atmosfera lui Jupiter unde sunt omniprezente. La un ciclon se remarcă o zonă centrală (ochiul ciclonului) fără o circulaţie aparentă, înconjurată de o zonă cu puternică circulaţie în spirală (ciclonul propriu zis). Direcţia de rotaţie a ciclonului din emisfera nordică este inversă faţă de cea din emisfera sudică, mişcarea ciclonică apărând în zonele cu distribuţie neuniformă pe latitudine a vitezei de rotaţie a atmosferei. După cum se ştie şi Soarele are o distribuţie neuniformă pe latitudine a vitezei de rotaţie axiale, existând şi în cazul său posibilitatea apariţiei cicloanelor, aşa că filosofia obiectuală susţine că petele solare sunt cicloane apărute la suprafaţa Soarelui, umbra fiind echivalentul ochiului ciclonului, iar penumbra fiind echivalentul zonei cu circulaţie spirală a ciclonului.

Aşa cum am văzut în [6], acceleraţia unui sistem material (SM) este efectul unui aport de energie cinetică în urma acţiunii unui flux energetic asupra respectivului SM. Tot în [6] am văzut că forţa este un flux energetic transmis prin suprafaţa reală de separaţie (SRS) a unui SM, flux distribuit mediului interior al acestui SM. În cazul Soarelui, forţa este cea gravitaţională, produsă de toate planetele, forţă[17] ce pune în mişcare Soarele pe orbitalul său.

Dacă vorbim de mişcarea Soarelui, am văzut până acum că au apărut două tipuri de acceleraţie solară:

1. Acceleraţia orbitală ca variaţie a vitezei orbitale a Soarelui, accceleraţie având direcţia tangentei la traiectoria solară;
2. Acceleraţia radială ca variaţie a vitezei radiale a Soarelui, acceleraţie având direcţia razei vectoare (a vectorului de poziţie solar) faţă de CM.

Cele două tipuri de acceleraţie sunt reciproc perpendiculare, am putea spune că ele sunt independente între ele. Faptul că acceleraţia orbitală se manifestă dealungul traiectoriei solare, iar produsul dintre această acceleraţie şi masa solară ne dă forţa ce acţionează asupra Soarelui a dus la concluzia că mişcarea pe o traiectorie închisă poate fi pusă în legătură cu o rotaţie a unui câmp vectorial (teorema Green) pe care o vom analiza în par. 8.2.1.

Deoarece înregistrările activităţii solare (sub forma numărului de pete solare observate) există doar de câteva secole, am redus intervalul temporal de analiză de la 60 de secole (perioada de valabilitate a tabelului efemeridelor) la intervalul 1750-2030, interval în care se încadrează cele 24 de cicluri solare aflate în evidenţa astronomilor, cicluri a căror listă este dată în tabelul 8.2.2 (coloanele 1-3).

---

[16] **Maxwell J.C.** - *Matter and Motion* (1925) Ch.1.19 Maxima generală a fizicii: There is a maxim which is often quoted, that "The same causes will always produce the same effects." or "That like causes produce like effects."

[17] Forţa ce pune în mişcare Soarele în jurul CM este rezultanta unică a tuturor forţelor gravitaţionale ale planetelor ce-l înconjoară.

8.2 - Analiza acceleraţiei orbitale solare

În fig. 8.2.1 este reprezentat parametrul *aes* solar provocat de toate planetele[18], în fig. 8.2.2 acelaşi parametru, dar provocat doar de planetele gigant, iar în fig. 8.2.3 parametrul *aes 0-7* din fig. 8.2.1 filtrat cu funcţia **medsmooth**(*aes_0-7,183*), din care putem vedea că planetele telurice au o contribuţie destul de mică la acceleraţia orbitală solară[19].

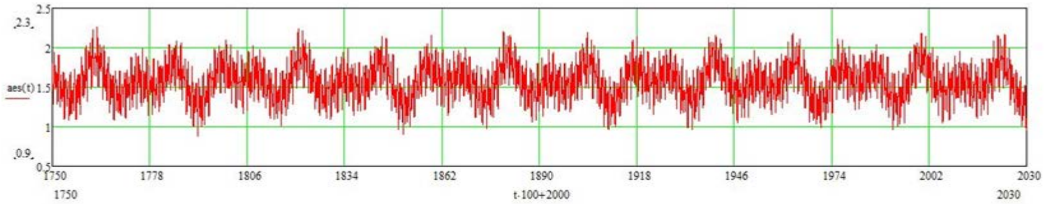

Fig. 8.2.1 aes 0-7

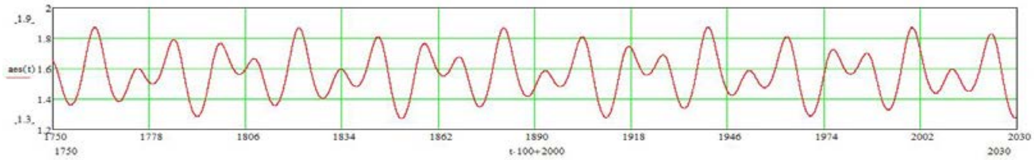

Fig. 8.2.2 aes 4-7

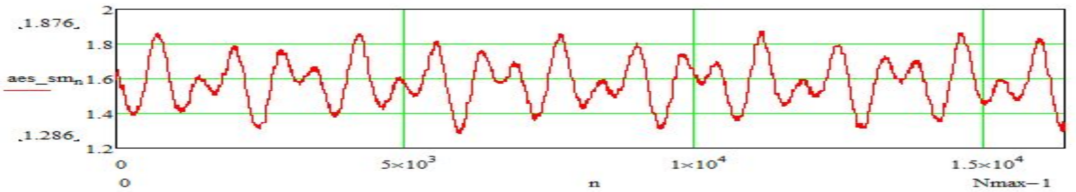

Fig. 8.2.3 aes 0-7_sm

Analiza spectrală a parametrului *aes 4-7* reprezentat în fig. 8.2.2 are ca rezultat următorul spectru:

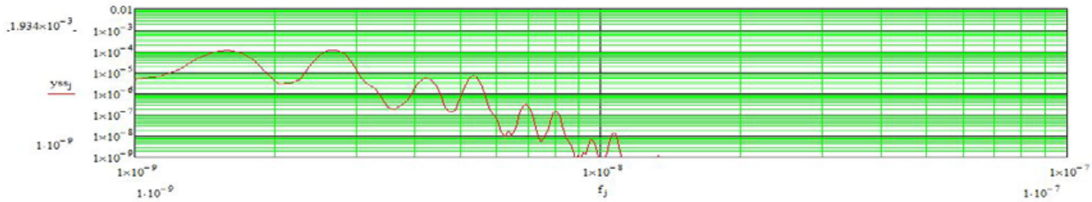

Fig. 8.2.4 Spectru aes 4-7 pg

Componentele spectrului din fig. 8.2.4 sunt date în tabelul 8.2.1, unde în ultima coloană este dată eroarea procentuală dintre valoarea exactă a frecvenţei componentelor (col. 5) şi valoarea din col. 2.

Tabelul 8.2.1

Nr.	Frecvenţa [Hz]	Perioada [ani]	Amplitudinea	Componente	Eroarea [%]
f01	1.5844e-09	19.999	1.6459e-04	fJu1-fSa1 (1.5950e-09)	0.665
f02	2.6595e-09	11.915	1.6335e-04	fJu1 (2.6724e-09)	0.483
f03	4.1874e-09	7.567	7.6567e-06	fJu2-fSa1 (4.2673e-09)	1.872
f04	5.3191e-09	5.957	1.0448e-05	fJu2 (5.3447e-09)	0.479
f05	6.9035e-09	4.59 *[20]	4.3627e-07	fJu3-fSa1 (6.9344e-09)	0.446
f06	8.0352e-09	3.94	1.9511e-07	fJu3 (8.0118e-09)	-0.292
f07	9.5064e-09	3.33	9.9133e-09	fJu4-fSa1 (9.6066e-09)	1.043
f08	1.0638e-08	2.98	2.0764e-08	fJu4 (1.0684e-08)	0.431

[18] Un fragment mult expandat al graficului din fig. 2.3.2

[19] Zgomotul apărut pe fig. 8.2.1 este tocmai contribuţia planetelor telurice la *aes* solar.

[20] Amplitudinea componentelor f05...f08 este de peste 370 ori mai mică decât f01, aşa că nu mai contează.

Din tabelul 8.2.1 observăm că parametrul *aes* solar este "opera" a doar două planete gigant - Jupiter şi Saturn - celelalte planete gigant Uranus şi Neptun neavând (în perioada de timp analizată) nicio contribuţie. De asemenea, amplitudinea primelor două componente (f01, f02 cu perioadele T01=19.999 ani şi T02=11.915 ani) este de peste 15 ori mai mare decât amplitudinea următoarelor două (f03, f04 cu periodele T03=7.567 ani, T04=5.957 ani).

Dacă în locul acceleraţiei solare exacte *aes* vom calcula acceleraţia medie *ames* cu ecuaţia:

$$ames(t) = \frac{ves(t) - ves(t - \Delta t)}{Nz} \tag{8.1}$$

unde *ves(t)* este modulul vitezei orbitale solare, vom obţine graficul comparativ *aes-ames* din fig. 8.2.5.

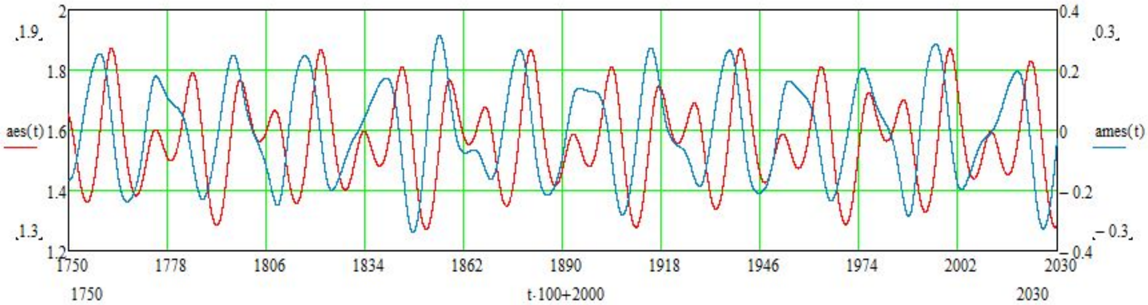

Fig. 8.2.5 Graficul comparativ aes 4-7-ames 4-7

Din graficul 8.2.5 observăm că unele detalii din variaţia *aes* se estompează în cazul *ames*, dar anii de maxim şi minim ai *ames* sunt mai aproape (decalaj mai mic) de anii ciclurilor din lista acestora (coloanele 2 şi 3).

Lista anilor cu minime *ames* - 1766.5, 1787.9, 1809.2, 1824.6, 1847.5, 1869.5, 1885.5, 1906.9, 1928.7, 1945.4, 1965.9, 1987.9, 2002.9, 2026.1.

Lista anilor cu maxime *ames* - 1758.8, 1775, 1796.7, 1816.7, 1839.8, 1855.1, 1877.8, 1894.6, 1914.9, 1937.2, 1954.1, 1974.9, 1995.6, 2018.6.

Tabelul 8.2.2

Nr. ciclu	An minim lista	An maxim lista	An minim aes 4-7	An maxim aes 4-7	Decalaj aes max ani	An min. ames 4-7	An max. ames 4-7
1	1755/02	1761/05	1755.3	1762.2	0.7		1758.8
2	1766/06	1771/05	1769.3	1774.7	3.2	1766.5	1775
3	1775/06	1778/01	1778.9	1785.2	7.1		
4	1784/09	1787/12	1792.1	1798.7	10.7	1787.9	1796.7
5	1798/04	1805/11	1804.2	1808.6	2.7	1809.2	1816.7
6	1810/08	1817/03	1814.6	1821.5	4.2		
7	1823/04	1830/04	1828.4	1833.7	3.3	1824.6	
8	1833/11	1837/01	1838.4	1844.5	7.4		1839.8
9	1843/07	1849/01	1851.3	1857.9	8.8	1847.5	1855.1
10	1855/12	1860/07	1863.5	1868.1	7.4		
11	1867/04	1870/05	1874.1	1881	10.5	1869.5	1877.8
12	1878/12	1884/01	1887.8	1892.9	8.8	1885.5	
13	1890/01	1893/08	1897.4	1903.8	10		1894.6
14	1901/12	1906/07	1910.9	1917.3	10.6	1906.9	
15	1913/06	1917/08	1922.6	1927.2	9.4		1914.9
16	1923/09	1929/12	1933.4	1940.3	10.3	1928.7	
17	1933/10	1937/02	1947.2	1952.3	15.1		1937.2
18	1944/02	1947/07	1956.8	1963.2	15.5	1945.4	1954.1
19	1954/04	1957/10	1970.1	1976.7	18.9		

20	1964/10	1968/05	1981.7	1986.5	18	1965.9	1974.9
21	1976/03	1979/01	1992.6	1999.6	20.5		
22	1986/07	1990/08	2006.4	2011.3	20.5	1987.9	1995.6
23	1996/08	2000/07	2016.1	2022.6	22	2002.9	
24	2008/11		2029.5		20.5		2018.6

Examinând figurile 8.2.1...8.2.3 şi datele din tabelul 8.2.2 putem constata un fapt remarcabil: numărul valorilor minime şi maxime din graficele acceleraţiei orbitale solare este identic cu numărul de cicluri ale activităţii solare din tabelul 8.2.2. Datele (anii) la care au loc respectivele evenimente însă prezintă un decalaj progresiv exagerat de mare (cca 20 de ani la ultimele cicluri), care deocamdată nu poate fi explicat.

Comentariul 8.2.1.1: Dacă privim fig. 8.2.1 vedem că amplitudinea *aes* datorată planetelor gigant este preponderentă iar amplitudinea componentei telurice (zgomotul) este mai mică, însă fără a fi neglijabilă. Până la urmă între relaţiile care modelează valorile *aes_4-7*, *ames_4-7* şi *aes_0-3* se află relaţia ce modelează mai aproape de realitate ciclurile petelor solare, relaţie care ar putea permite pognoza acestui fenomen.

8.2.1 Analiza influenţei acceleraţiei orbitale solare asupra activităţii solare folosind teorema Green

În calculul câmpurilor vectoriale sunt cunoscute două teoreme: Green şi Stokes, ambele definind o relaţie între circulaţia unui vector pe o curbă închisă şi rotorul acelui vector pe suprafaţa delimitată de curba respectivă. În cazul teoremei Green suprafaţa este plană, iar în cazul Stokes teorema este valabilă pentru orice suprafaţă mărginită de curba închisă. Deoarece mişcarea solară[21] se face după o curbă plană ce include o suprafaţă plană, este suficient să apelăm la teorema Green. Fie un vector $\overline{F}(x,y)=P(x)\cdot\overline{i}+Q(y)\cdot\overline{j}$ ($\overline{i},\overline{j},\overline{k}$ fiind versorii axelor X,Y,Z) ce se mişcă pe o curbă închisă *C*, curbă ce mărgineşte o suprafaţă plană *R*.

Teorema Green ne spune că:

$$\oint_C (Pdx+Qdy)=\oint_R\left(\frac{\partial Q}{\partial x}-\frac{\partial P}{\partial y}\right)dA \qquad (8.2.1.1)$$

sau:

$$\oint_C \overline{F}\cdot d\overline{l}=\oint_R(\nabla\times\overline{F})\cdot\overline{k}\,dA \qquad (8.2.1.2)$$

unde $d\overline{l}=dx\cdot\overline{i}+dy\cdot\overline{j}$ şi $\nabla\times\overline{F}=rot\overline{F}$ este rotorul vectorului $\overline{F}$, *dA* fiind elementul de arie al suprafeţei *R*.

În cazul nostru vectorul $\overline{F_i}=m_S\cdot\overline{a}_{esi}$ unde m_S este masa Soarelui, iar $\overline{a}_{esi}$ este acceleraţia orbitală solară în coordonate ecliptice provocată de planeta *i*, cu alte cuvinte $\overline{F_i}$ este forţa gravitaţională exercitată de planeta *i* asupra Soarelui. În membrul stâng al ecuaţiei 8.2.1.2 produsul $\overline{F}\cdot d\overline{l}$ reprezintă lucrul mecanic elementar al forţei gravitaţionale, iar integrala pe curba *C* a acestui lucru mecanic înseamnă energia transferată Soarelui în timp de o perioadă de către planeta *i*. Această energie are o componentă rotaţională, componentă ce poate influenţa atât viteza orbitală a Soarelui cât şi mişcarea sa de rotaţie internă (vezi par. 8.1).

Să revenim la scopul apelării la teorema Green, şi anume - geneza activităţii solare în urma mişcărilor Soarelui provocate de mişcările planetelor ce-l înconjoară. Asta deoarece mişcarea solară are loc după traiectorii eliptice plane, câte una pentru fiecare planetă, elipse cu formă şi dimensiuni cunoscute, suprafaţa delimitată de fiecare elipsă *i* având distribuită pe ea rotorul forţei de atracţie dintre planeta p_i şi Soare. Prezenţa unui câmp rotoric în interiorul fiecărei traiectorii solare este motivul unei posibile influenţe rotorice asupra mişcărilor

[21] Este vorba de mişcarea solară datorată unei anumite planete.

interne solare, mişcări ce pot stimula mişcarea de rotaţie proprie a Soarelui (sau a unei porţiuni din el) şi de aici numărul cicloanelor de la suprafaţa solară (numărul de pete). Să facem câteva estimări numerice pornind de la următoarele date: raza Soarelui $R_S = 6.9599 \cdot 10^5$ km la care corespunde o arie ecuatorială solară $S_S = 1.5218 \cdot 10^{12}$ km^2. Aria orbitei solare provocate de planeta *i* este $S_i = \pi a_i b_i$, iar raportul dintre aria orbitei solare şi aria solară este $k_i = S_i / S_S$.

Tabelul 8.2.1.1

i	Planeta	a_i [km]	b_i [km]	S_i [km^2]	k_i	aesm$_i$ [m/s^2]	Pmed$_i$ [J/s ; W]
1	Mercur	9.614	9.408	284.152	$3.94*10^{-11}$	$7.395*10^{-9}$	$1.155*10^{20}$
2	Venus	264.874	264.868	$2.204*10^5$	$1.448*10^{-7}$	$2.774*10^{-8}$	$4.730*10^{21}$
3	Terra	456.028	455.476	$6.525*10^5$	$4.288*10^{-7}$	$1.804*10^{-8}$	$3.256*10^{21}$
4	Marte	73.561	73.240	16925.67	$1.112*10^{-8}$	$8.459*10^{-10}$	$1.307*10^{19}$
5	Jupiter	$7.431*10^5$	$7.422*10^5$	$1.733*10^{12}$	1.139	$2.108*10^{-7}$	$5.227*10^{24}$
6	Saturn	$2.225*10^5$	$2.221*10^5$	$1.552*10^{11}$	0.102	$1.929*10^{-8}$	$5.622*10^{22}$
7	Uranus	$1.255*10^5$	$1.254*10^5$	$4.944*10^{10}$	0.0325	$7.098*10^{-10}$	$4.196*10^{20}$
8	Neptun	$2.329*10^5$	$2.329*10^5$	$1.704*10^{11}$	0.112	$3.399*10^{-10}$	$1.904*10^{20}$

Coloana 7 a tabelului 8.2.1.1 conţine valorile acceleraţiei ecliptice solare medii exprimate în m/s^2 produse de planeta *i*, iar în coloana 8 găsim intensitatea fluxului energetic transmis Soarelui de planeta *i* (intensitate echivalentă cu puterea medie Pmed).

Comentariul 8.2.1.1: Dacă cunoaştem acceleraţia ecliptică solară medie provocată de planeta *i* $aesm_i$ atunci putem calcula forţa medie $Fmed_i = m_S * aesm_i$, (unde m_S este masa Soarelui), iar produsul dintre această forţă şi lungimea traiectoriei eliptice solare datorate planetei *i* (L_i) ne dă lucrul mecanic $W_i = Fmed_i * L_i$, adică energia transferată Soarelui în timpul unei perioade de către planeta respectivă. Raportul dintre aceasă energie şi durata perioadei *Ti* ne dă puterea medie Pmed$_i$.

Acceleraţia ecliptică solară datorată lui Jupiter *aesJu* = 1.4223... 1.7251 km/zi^2 ne dă o valoare medie de $2.108*10^{-7}$ m/s^2, de 11 ori mai mare decât cea produsă de Saturn. Faptul că aria elipsei mărginită de traiectoria solară produsă de Jupiter este mai mare decât aria ecuatorială solară înseamnă că rotorul forţei de atracţie Soare-Jupiter este distribuit pe o arie ce include atât interiorul solar cât şi atmosfera solară (se întinde pe încă $4.666*10^4$ km înafara Soarelui).

Aria orbitei solare datorată lui Neptun este de $S_7 = 1.7041*10^{11}$ km^2 (11.2% din aria solară), dar acceleraţia orbitală solară produsă este foarte mică (*aesNe* = 0.00249... 0.00258 km/zi^2), de 60 de ori mai mică decât cea produsă de Saturn.

Rezultatul acestor estimări dovedeşte că posibila influenţa a planetelor asupra activităţii solare este dată în mare parte de planetele Jupiter şi Saturn, dar preponderent de Jupiter.

8.3 - Analiza acceleraţiei radiale solare

În cazul analizei acceleraţiei radiale solare, vom restrânge intervalul de analiză al distribuţiilor distanţei solare faţă de CM la perioada 1590-2050, astfel incluzând atât perioada ciclurilor solare cunoscute, cât şi intervalul cunoscut ca “Maunder minimum” (1645 – 1715) în care este menţionată o absenţă (sau un număr redus) de pete solare. În fig. 8.3.1 avem distribuţia distanţei solare faţă de CM, în fig. 8.3.2 distribuţia vitezei radiale şi în fig. 8.3.3 acceleraţia radială solară.

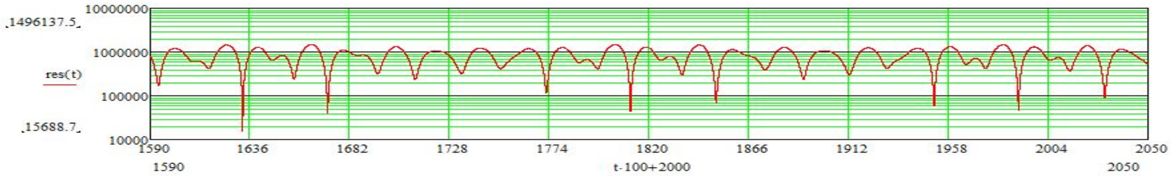

Fig. 8.3.1 res(t) 1590-2050 log

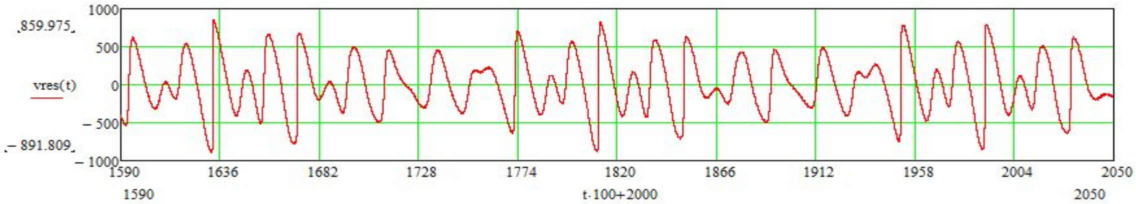

Fig. 8.3.2 vres(t) 1590-2050

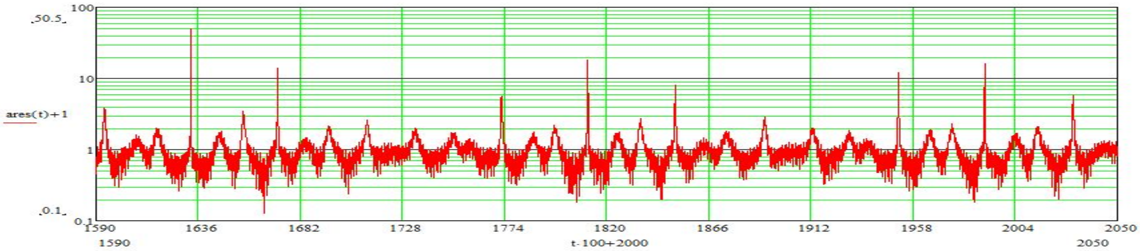

Fig. 8.3.3 ares(t) 1590-2050 log

Am văzut în par. 2.4 unde am analizat distribuţiile distanţei solare faţă de CM că parametrul *ares(t)* (acceleraţia radială solară în coordonate ecliptice, vezi fig. 2.4.3) are o distribuţie temporală extrem de neuniformă, având la anumite momente valori foarte mari.

Din fig. 8.3.3 (o expandare a fig. 2.4.3) observăm că acceleraţia radială are nişte vârfuri (picuri) grupate câte trei (tripleţi), din care cel central este mai mare. Distanţa temporală dintre picurile centrale este de 178.8 ani (perioadă numită “ciclu José” în [7]), iar dintre picurile unui triplet de 39 de ani. Cel mai mare vârf de *ares(t)* din anul 1632.6 cu amplitudinea 50 ar putea marca începutul intervalului Maunder, pe baza supoziţiei că acceleraţia radială pare să inhibe activitatea solară periodică nu să o stimuleze.

Comentariul 8.3.1: Valoarea medie a vârfului acceleraţiei radiale solare de 50 km/zi^2 este doar 14.923 km/zi^2 dacă vom calcula acceleraţia medie ca Δv/Δt, unde Δv şi Δt se stabilesc pe baza graficului expandat din fig. 8.3.2. Vom converti valorile acceleraţiei de la km/zi la m/s: 1 km/zi=0.01157 m/s, 1 km/zi^2=1.33959e-07 m/s^2. La o accceleraţie de 14.923 km/zi^2 corespunde una de 1.999e-06 m/s^2. Ţinând cont că masa Soarelui este de 1.9891e30 rezultă o forţă (F=ma) de 3.978e24 N adică un flux energetic de 3.978e24 J/s furnizat medului interior solar, flux aperiodic ce nu poate influenţa procesele periodice[22] din cadrul aşa numitei “activităţi solare”, dar le poate perturba. Este însă posibil ca anumite evenimente aperiodice ale activităţii solare (explozii, emisii anormale de plasmă etc.) să fie provocate de aportul energetic deosebit de mare al acestor vârfuri de acceleraţie.

9 - Concluzii

1. Mişcarea unui CA din sistemul planetar (inclusiv a Soarelui) este influenţată de mişcarea ***CA exterioare***. Una din cele mai neaşteptate urmări a acestei observaţii este influenţa Terrei asupra mişcării lui Mercur (vezi tabelul 3.8.1), pe lângă influenţa planetelor gigant;
2. În [5] datorită faptului că modelarea mişcărilor planetare era pur teoretică (fără un suport temporal real) importanţa acceleraţiei radiale solare în activitatea solară periodică a fost mult supraevaluată. În prezentul studiu în care este analizată mişcarea în timp real a planetelor după tabelele efemeridelor, s-a putut constata influenţa esenţială asupra activităţii solare periodice a acceleraţiei orbitale solare şi influenţa mult redusă a acceleraţiei radiale;
3. Din tabelele cu frecvenţele orbitale planetare se observă câteva detalii interesante:
   - fSa0-fUr0 = 6.9855E-10 Hz (frecvenţă la care corespunde o perioadă T=16568.71 zile, eroare 1.13% faţă de 2^{14} zile);
   - fSa0-fNe0 = 8.834395E-10 Hz (T=13101.15 zile, eroare -0.046% faţă de 2^{17}/10) zile;

[22] Un proces periodic poate fi influenţat tot printr-o intervenţie (interacţiune) periodică, fie constructivă (sinfazic), fie distructivă (antifazic).

De remarcat că este vorba de frecvenţele naturale planetare (inversul perioadelor) nu de componente spectrale, din care rezultă alte relaţii ce implică puteri ale lui 2 faţă de relaţiile discutate în [4];

4. Din analiza acceleraţiei orbitale solare provocată de forţele gravitaţionale ale planetelor ce înconjoară Soarele a rezultat (vezi tabelul 8.2.1.1) că puterea medie gravitaţională primită de Soare de la toate planetele este de $5.292*10^{24}$ J/s, din care 98.77% de la Jupiter, 1.06% de la Saturn, 0.09% de la Venus, 0.06% de la Terra şi cumulat sub 0,01% de la celelalte planete, aceasta fiind şi proporţia în care planetele din sistemul solar pot influenţa activitatea solară periodică.

5. Analiza acceleraţiei radiale solare în intervalul 1590-2050 nu a evidenţiat vreun efect asupra activităţii solare periodice, cu excepţia posibilei suprimări a acestei activităţi în intervalul cunoscut ca “Maunder minimum” (1645 – 1715) în urma unui impuls masiv al *ares* din anul 1632 (echivalent cu un aport energetic de $3.978*10^{24}$ J/s, vezi comentariul 8.3.1).Totuşi aportul masiv de energie furnizat întregei structuri solare de impulsurile de acceleraţie radială poate să influenţeze procesele din interiorul solar, influenţă care să se manifeste în exterior sub forma erupţiilor de plasmă sau variaţii ale vântului solar.