# TEORIA FLOQUET PENTRU PROBLEMA 1D A UNUI ELECTRON ÎN INTERACŢIE CU UN POTENŢIAL CU RAZĂ SCURTĂ ŞI CU UN CÂMP LASER BICROMATIC

Dragoş Constantinescu

*Institutul de Ştiinţe Spaţiale, P.O.Box MG-36, Bucureşti, România*

*e-mail: dragos@venus.ifa.ro*

## REZUMAT

Teoria Floquet este o metodă neperturbativă de abordare a ecuaţiei Schrödinger pentru Hamiltonieni care au o dependenţă periodică de timp. Prin utilizarea acestei metode rezolvarea ecuaţiei Schrödinger dependente de timp se reduce la rezolvarea unei ecuaţii de vectori şi valori proprii pentru un operator numit *Hamiltonian Floquet*[1,5,6].

Problema 1D prezentată aici este interacţia unui electron cu un potenţial cu rază scurtă $V(x)$ şi cu un cimp laser bicromatic descris de potenţialul vectorial

$$A(t) = A_0^f \sin(\omega t) + A_0^h \sin(N\omega t + \varphi)$$

Hamiltonianul Floquet pentru această problemă este

$$\mathcal{H}_{nq}(x) = \left(\frac{1}{2m}P^2 - n\hbar\omega\right)\delta_{nq} - V_{n-q}\left(\alpha_0^f, \alpha_0^h, x\right)$$

unde $V_n$ este componenta Fourier a potenţialului $V$ in sistemul propriu al electronului clasic iar $\alpha_0^f$ şi $\alpha_0^h$ sunt cantităţi proporţionale cu intensitatea radiaţiei fundamentale, respectiv armonice.

Rezolvând ecuaţia Floquet se găsesc quasienergiile complexe $E_j$. În funţie de alegerea condiţiilor asimptotice pentru funţia de undă quasienergiile găsite vor reprezenta o *stare fizică* (care poate fi o stare existentă şi înaintea aplicării câmpului sau o *stare light–induced*) sau o *stare shadow.* Pentru stările fizice partea reală a quasienergiei reprezintă energia nivelului iar partea imaginară dă rata de ionizare.

În rezultatele prezentate câmpul este

$$V(x) = -0,27035e^{-\left(\frac{x}{2}\right)^2}$$

Acest potenţial are în lipsa câmpului o singură stare legată, cu energia $E_g = -0,1327(u.a.)$. Frecvenţa fundamentală este $\omega = 0,236$ ordinul armonicii este $N = 3$ iar intensitatea armonicii este de 10 ori mai mare decit cea a fundamentalei.

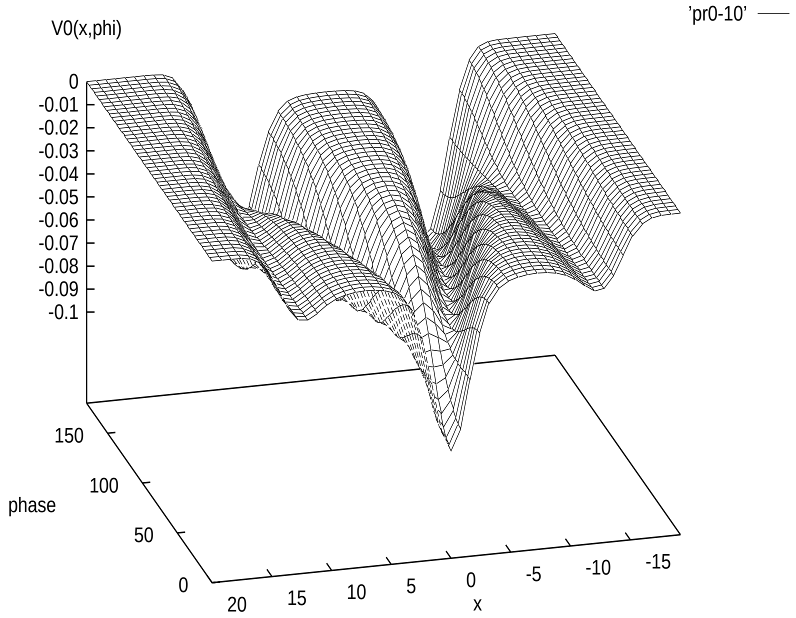



Figura 1: Potenţialul îmbrăcat $V_0$ pentru $\alpha_0^f = 10$ în funcţie de defazajul $\varphi$ şi de distanţa $x$. Se obsevă cum $V_0$ trece de la un potenţial cu un singur minim la unul cu două minime cu creşterea defazajului.

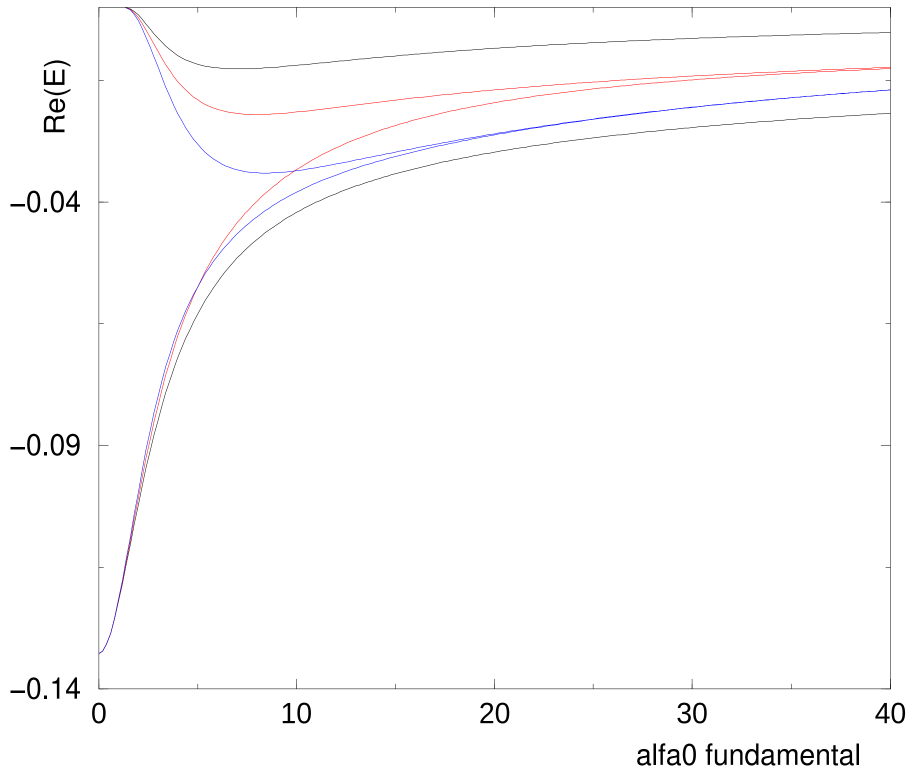



Figura 2: Nivelul fundamental şi primul nivel indus în limita de frecvenţe înalte în funcţie de $\alpha_0^f$ pentru defazajele $\varphi = 0°$, $\varphi = 90°$ si $\varphi = 180°$. La intensităţi mari poate fi vazută degenerarea celor două stări la defazaje nenule.

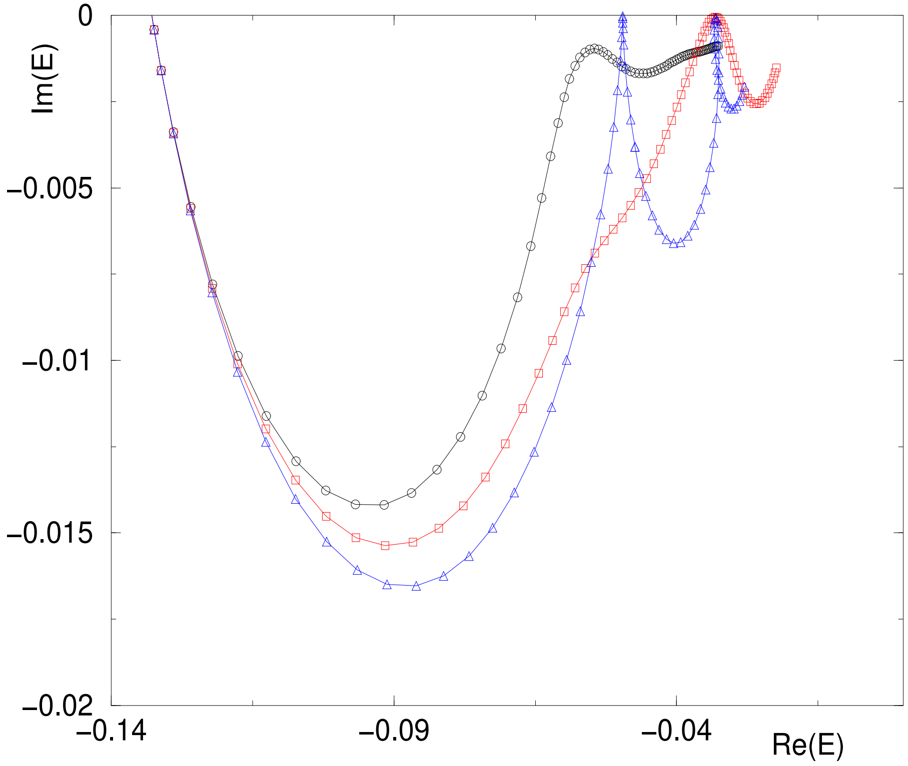



Figura 3: Quasienergia complexă a stării fundamentale pentru $\alpha_0^f = 0 \rightarrow 15$ şi $\varphi = 0°, 90°, 180°$.

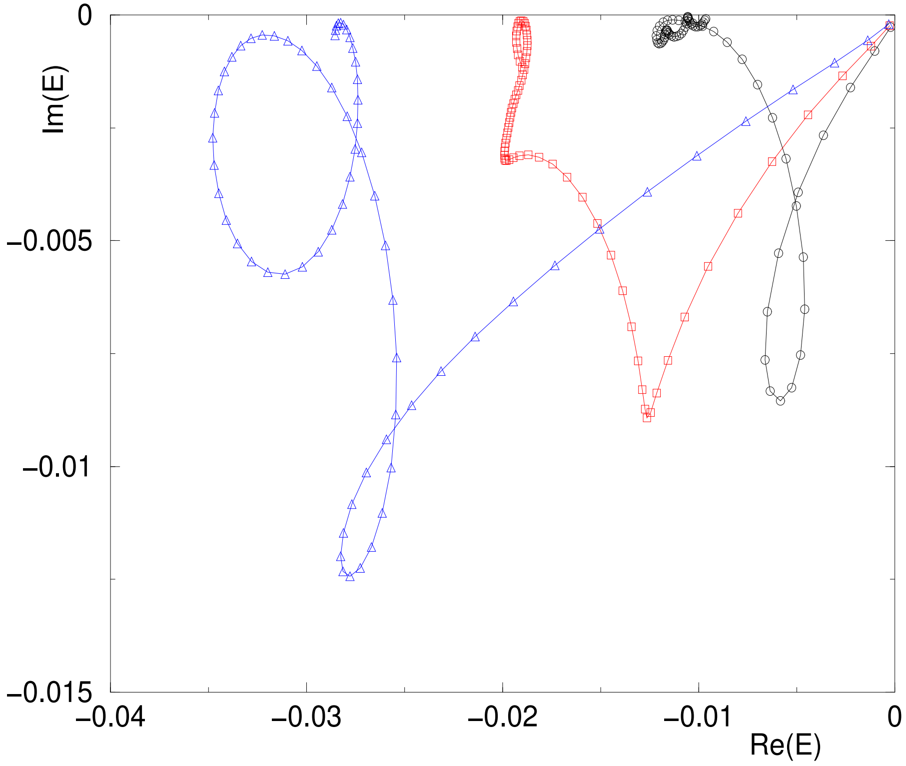
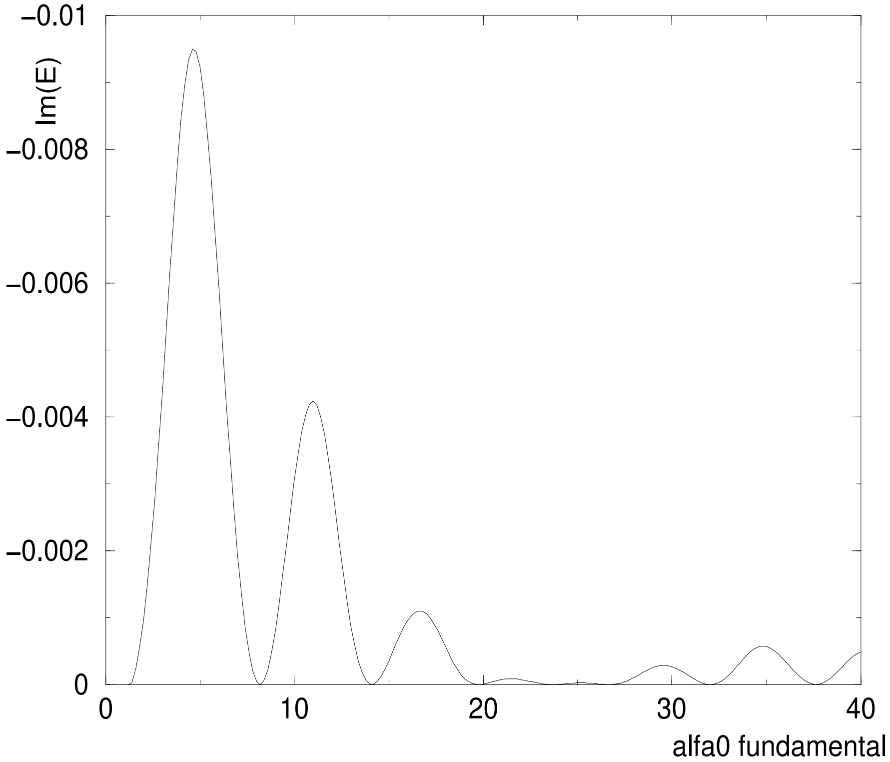



Figura 4: Quasienergia complexă a stării induse pentru $\alpha_0^f = 0 \rightarrow 15$ şi $\varphi = 0°, 90°, 180°$.



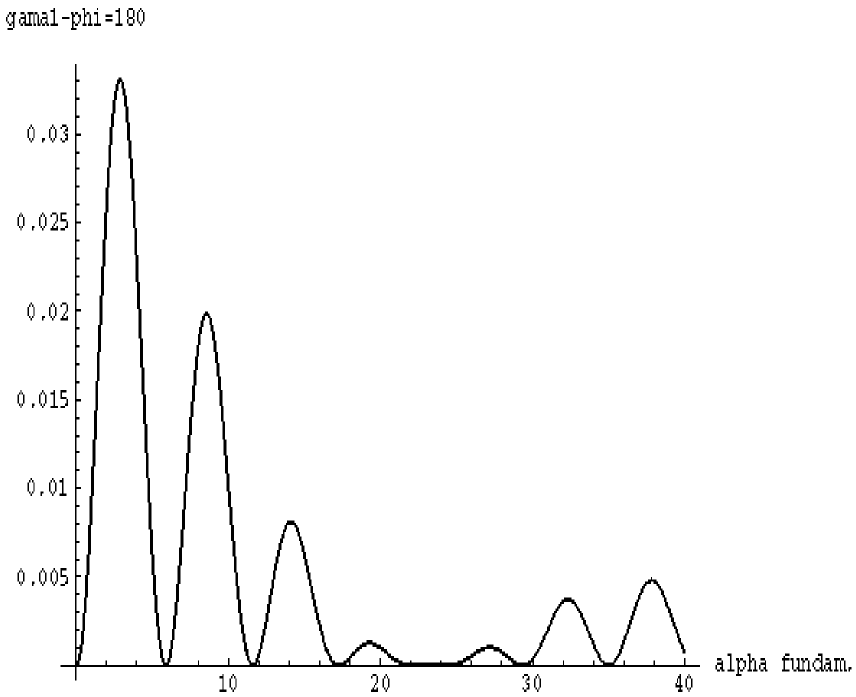




Figura 5: Partea imaginară a quasienergiei primei stări induse obţinută cu un Hamiltonian Floquet trunchiat la blocurile 0 şi 1.

Figura 6: Rata de ionizare unifotonică a primei stări induse găsită fără a se alpela la teoria Floquet [7].

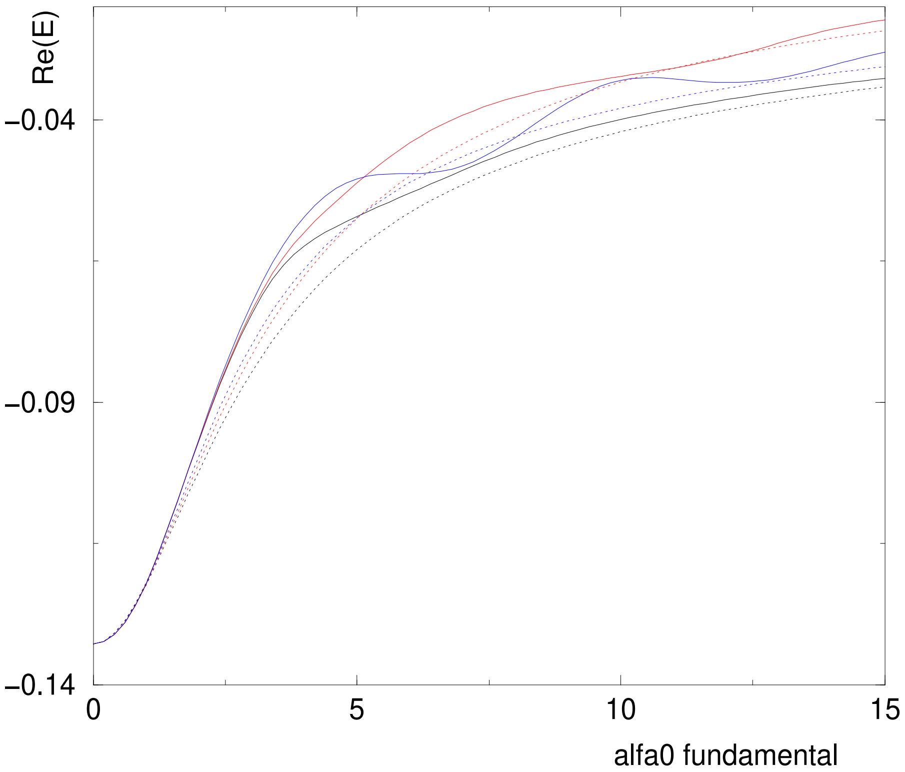



Figura 7: Nivelul fundamental full Floquet şi în limita de frecvenţe înalte în funcţie de intensitatea radiaţiei pentru $\varphi = 0°, 90°, 180°$

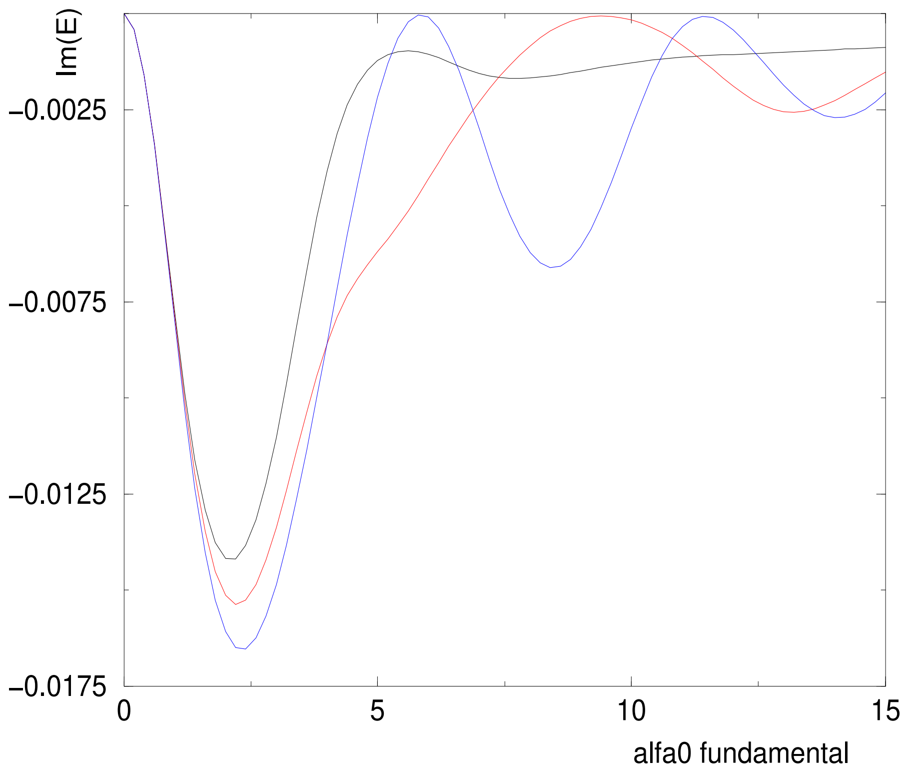



Figura 8: Partea imaginară a quasienergiei stării fundamentale. Rata de ionizare este $\Gamma = -2Im(E)$.

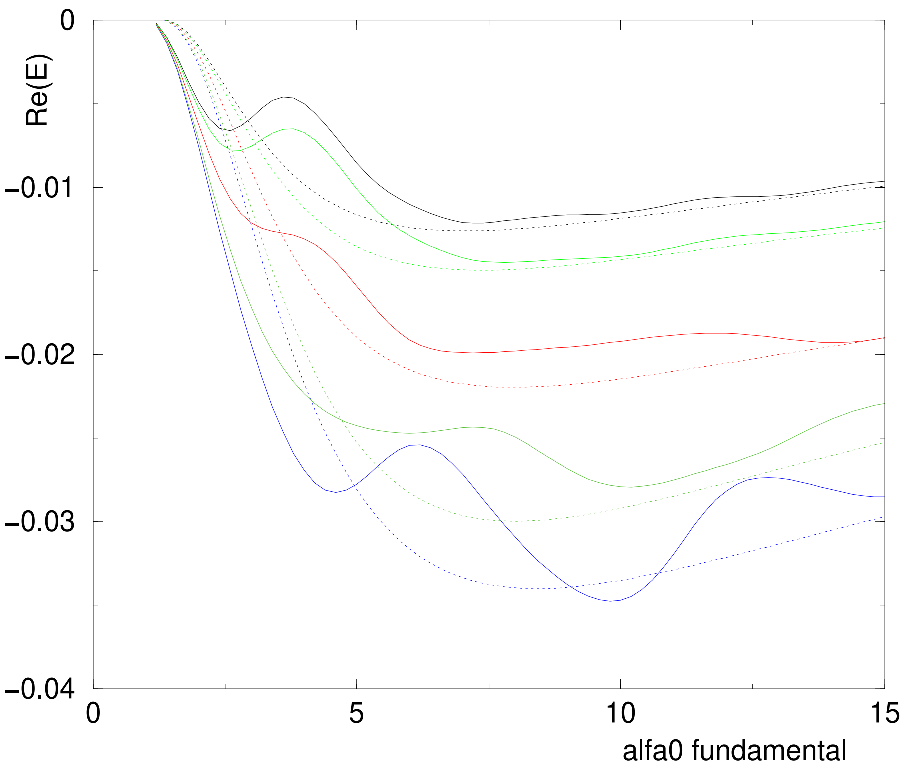



Figura 9: Nivelul indus full Floquet şi în limita de frecvenţe înalte în funcţie de intensitatea radiaţiei pentru $\varphi = 0°, 45°, 90°, 135°, 180°$.

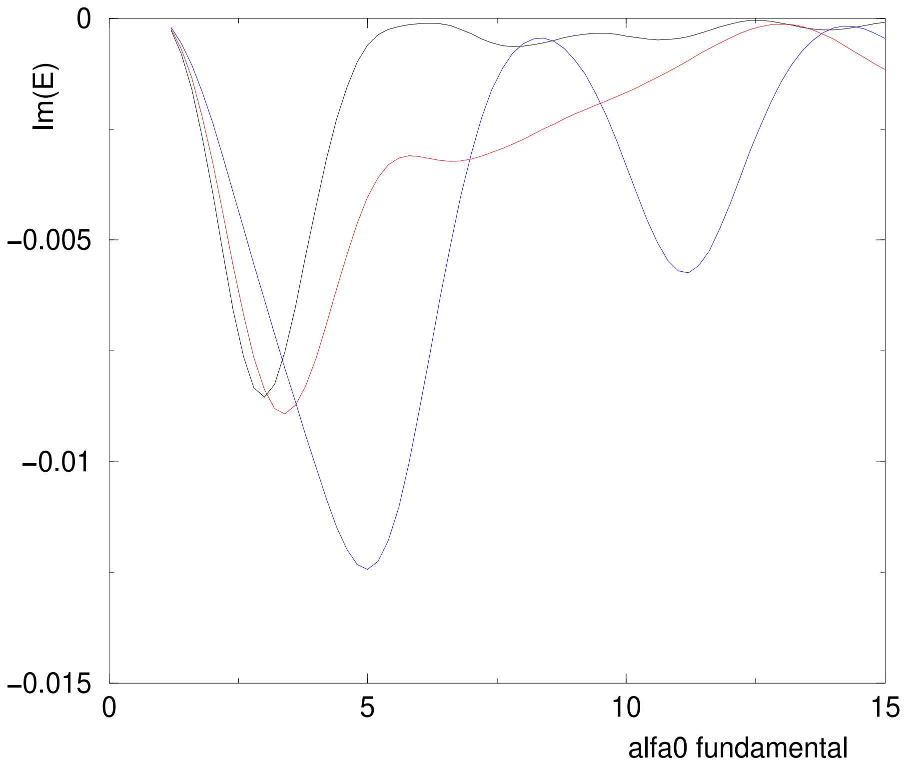



Figura 10: Partea imaginară a quasienergiei primei stări induse. Rata de ionizare este $\Gamma = -2Im(E)$.

## Referinţe


[1] C. J. Joachain et P. Franken, Interaction Laser-Atomes , U.L.B.

[2] B. H. Bransden and C. J. Joachain, Physics of Atoms and Molecules, Longman Inc., New York (1983)

[3] M. Gavrilă, Atoms in Intense Laser Fields, M. Gavrilă, Academic Press, New York, p.435, (1992)

[4] M. Marinescu and M. Gavrilă, Phys. Rev. A, **53**, 2513, (1996)

[5] J. H. Shirley, Phys. Rev. B **138**, 974, (1965)

[6] F. H. M. Faisal, Theory of Multiphoton Processes, Plenum Press, (1987)

[7] G.Yao and Shih-I Chu, Phys.Rev. A **45**, 6735 (1992)

[8] A. S. Fearnside, R. M. Potvliege, and R. Shakeshaft, Phys. Rev. A **51**, 1471 (1995)

[9] R. M. Potvliege, and R. Shakeshaft, Atoms in Intense Laser Fields, M. Gavrilă, Academic Press, 1992, p.373

[10] M. Dörr and R. M. Potvliege, Phys. Rev. A **41**, 1472 (1990)

[11] L. S. Brown and T. W. B. Kibble, Phys. Rev. A **133**, 705 (1964)