

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00618

(22) Data de depozit: 28/08/2015

(41) Data publicării cererii:
28/02/2017 BOPI nr. 2/2017

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
ȘI DEZVOLTARE PENTRU FIZICĂ ȘI
INGINERIE NUCLEARĂ "HORIA
HULUBEI", STR.REACTORULUI NR.30,
MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:
• DÂNCUȘ IOAN, STR.MATEI VOIEVOD,
NR.103-113, BL.O3, AP.42, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;
• URSESCU DANIEL,
STR.SOLD.ENE MODORAN NR.13,
BL.M169, SC.1, ET.2, AP.12, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) METODĂ ȘI SISTEM DE GENERARE A UNUI FASCICUL DE
MONITORIZARE A PULSURILOR ULTRASCURTE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un sistem de generare a unui puls laser similar ca parametri fizici și simultan cu un puls ultrascort util, necesar pentru monitorizarea în timp real a duratei pulsurilor și a altor parametri fizici asociați pulsului util, pentru sisteme laser care utilizează metoda de amplificare cu pulsuri modulate. Metoda conform invenției constă în folosirea unui fascicul rezidual, de ordin zero, rezultat în cadrul procesului de compresie, fascicul existent intrinsec într-un sistem laser bazat pe amplificarea cu pulsuri modulate, și niște componente optice, poziționate în calea acestui fascicul, care acționează prin modificarea drumului optic și a altor parametri asociați cu pulsul laser rezidual, pentru fiecare componentă spectrală, și îi modifică în așa fel încât să devină identici cu cei ai fasciculului util al sistemului, obținându-se în acest fel un fascicul de monitorizare. Un caz particular al unui sistem folosit pentru aplicarea metodei conform invenției cuprinde două rețele de difracție (G5 și G6) optice, introduse într-un compresor optic, bazat pe patru rețele de difracție (G1, G2, G3 și G4).

Revendicări: 5
Figuri: 4

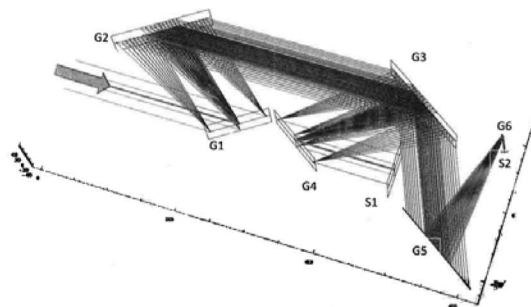


Fig. 1



Secret de serviciu

NESECRET

Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
Informații Clasificate
INTRARE
Nr. 5/23 din 28.08.15

27.08.2015

33

Metodă și sistem de generare a unui fascicul de monitorizare a pulsurilor ultracurte

Invenția se refera la o metoda si un sistem de generare a unui puls laser similar ca parametri fizici si simultan cu pulsul ultrascurt util, necesar pentru monitorizarea in timp real a duratei pulsurilor si ai altor parametri fizici asociati acestuia, pentru sisteme laser ce utilizează metoda de amplificare cu pulsuri modulate (Chirped Pulse Amplification – CPA) [G.A. Mourou, T Tajima, S.V. Bulanov, Optics in the relativistic regime, Reviews of Modern Physics 78 (2) (2006)] si care produc in acest fel pulsuri ultracurte si intense. Monitorizarea duratei pulsurilor si ocazional a altor parametri fizici intr-un mod direct (simultan cu utilizarea pulsului util) este esentiala pentru caracterizarea acestor tipuri de lasere si pentru a putea corela efectele produse de pulsurile utile cu parametrii fizici ai pulsurilor laser respective.

Exista diverse moduri de generare a unui fascicul de monitorizare (eșantionarea pulsului util).

Este cunoscuta metoda de obținere a acestui fascicul prin intermediul unei ferestre parțial reflectorizante, care permite impartirea fasciculului laser intr-un fascicul laser util (transmis) si un fascicul laser de monitorizare (reflectat). O astfel de abordare are mai multe dezavantaje: i) o parte din fasciculul laser este pierdut, ii) fasciculul laser util trebuie sa treacă printr-un mediu optic, iar prin aceasta trecere caracteristicile lui, de exemplu distorsiunea frontului de unda impreuna cu compozitia si dispersia spectrala, pot fi substanțial modificate in comparatie cu fasciculul de monitorizare obtinut in acest fel.

De asemenea este cunoscuta metoda de obținere a fasciculului de monitorizare prin intermediul unei oglinzi cu reflexie mai mica de 100% si cu transmisie nenula. Intr-un astfel de caz, fasciculul laser este împărțit intr-un fascicul laser util (reflectat) si un fascicul laser de monitorizare (transmis). O astfel de metoda are următoarele dezavantaje: i) o parte din energia pulsului laser util este pierduta in fasciculul de monitorizare, ii) fasciculul de monitorizare are caracteristici spectrale diferite datorita profilului spectral de transmisie al oglinzii, iii) fasciculul de monitorizare are caracteristici spațiale, in particular distorsiunea frontului de unda, diferite datorita caracteristicilor spațiale de transmisie diferite ale oglinzii, iv) fasciculul de monitorizare suferă modificări la trecerea prin mediul optic suport al oglinzii, in particular este dispersat spectral sau poate fi modificat prin procese optice nelinare.

De asemenea este cunoscuta metoda de obținere a fasciculului de monitorizare care consta in utilizarea unei oglinzi de dimensiuni mai mici decât fasciculul laser si selectarea unei porțiuni din fascicul pentru obținerea fasciculului de monitorizare. O astfel de metoda are următoarele dezavantaje: i) o parte din energia fasciculului util este pierduta in fasciculul de monitorizare, ii) fasciculul util suferă o distorsiune spațiala introdusa de oglinda de selectare a fasciculului de monitorizare, distorsiune ce se

Secret de serviciu

Ioan Dăncu

Ursecu Daniel

Pagina 1 | 5

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MARCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2015 00618
Data depozit 28-08-2015

poate mari in timpul propagarii ulterioare a fascicului de monitorizare, influențând negativ utilitatea pulsurilor utile obținute.

Metoda pentru obținerea fascicului de monitorizare, conform invenției, elimina dezavantajele mai sus menționate prin aceea ca folosește un fascicul rezidual rezultat in cadrul procesului de compresie, fascicul existent intrinsec in sistemul laser bazat pe CPA ce au compresoare cu rețele de difracție si îl aduce la aceiași parametri temporali, spațiali și spectrali ca și fasciculul laser util dar fără a pierde din energia fascicului util, fără a utiliza refracția pentru fasciculul util sau pentru cel de monitorizare, aceasta generând distorsiuni, si fără a distorsiona spațial fasciculul util. In toate sistemele laser bazate pe CPA exista un astfel de compresor de puls bazat pe elemente dispersive. Metoda pentru obținerea fascicului de monitorizare, conform invenției poate fi aplicata in cazul sistemelor de compresie bazate pe rețele optice de difracție, unde fasciculul util este cel obținut in ordinul întâi de difracție. Rețelele folosite in compresoarele laser sunt in așa fel construite încât majoritatea energiei pulsului laser este direcționată in ordinul întâi de difracție. Cu toate acestea o parte din energie, de obicei circa 10%, este obținuta in ordinul zero de difracție (corespunzător reflexiei) si in mod tradițional este pierduta.

Metoda de generare a unui fascicul de monitorizare a pulsurilor ultracurte, conform invenției, elimina dezavantajele mai sus menționate prin aceea ca, in scopul prezervării similarității fascicului de monitorizare cu fasciculul util si pentru a evita modificarea energetică, temporală, spațială sau spectrală a fascicului util, folosește unul dintre fasciculele reziduale de ordin zero ce apar in compresorul optic din sistemul laser CPA si componente optice poziționate în acest fascicul. Componentele optice introduse acționează prin modificarea drumului optic si ai altor parametri asociați cu pulsul laser rezidual, pentru fiecare componenta spectrala, si le modifica in așa fel incat sa ii faca identici cu cei din fasciculul util, obținându-se in acest fel fasciculul de monitorizare.

In acest fel pot fi evitate elementele optice care operează in refracție atât pentru fasciculul util cât și pentru cel de monitorizare și, de asemenea, nu se modifică energetic, temporal, spațial sau spectral pulsul util.

Sistemul de generare a unui fascicul de monitorizare a pulsurilor ultracurte, conform invenției, elimina dezavantajele mai sus menționate prin aceea ca, in scopul prezervării

similarității fasciculului de monitorizare cu fasciculul util și pentru a evita modificarea energetică, temporală, spațială sau spectrală a fasciculului util, producerea unui fascicul de monitorizare a pulsurilor ultrascurte se face folosind un fascicul rezidual obținut în ordinul zero de difracție (corespunzător reflexiei) pe una dintre rețelele din compresorul optic al sistemului laser CPA, utilizând, pe lângă elementele optice constitutive ale compresorului, una sau mai multe rețele de difracție cu dimensiuni variabile dar identice ca reflectivitate și număr de linii pe milimetru cu cele din compresor, și eventual alte componente optice în reflexie, în așa fel încât, prin difracția pe aceste rețele de difracție adiționale și prin reflexii pe celelalte componente introduse, un puls identic cu pulsul util de la ieșirea din compresorul laserului CPA este reconstituit. În acest fel sunt evitate elementele optice care operează în refracție atât pentru fasciculul util cât și pentru cel de monitorizare și, de asemenea, nu se modifică energetic, temporal, spațial sau spectral pulsul util. Componentele optice introduse acționează prin modificarea drumului optic pentru diferitele componente spectrale ale fasciculului de monitorizare în așa fel încât să le facă egale cu cele din fasciculul util.

În cele ce urmează se da un exemplu de realizare a invenției, cu referire la figurile 1, 2, 3 și 4 care reprezintă:

-fig.1, vedere în perspectiva a două rețele de difracție optice G5 și G6, introduse într-un compresor optic bazat pe patru rețele de difracție, G1, G2, G3 și G4, împreună cu ray-tracing-ul unor raze ce simulează pulsurile ce intra în compresor.

-fig.2, comparație a drumului optic obținut pentru un fascicul de monitorizare în cazul unui puls de monitorizare conform invenției (linie continuă) față de un puls de monitorizare obținut prin trecerea printr-o oglindă cu transmisie nenulă (linie punctată), folosind ca material sticla BK7

- fig.3, comparație a poziției de ieșire relative, obținută pentru un fascicul de monitorizare în cazul unui puls de monitorizare conform invenției (linie continuă) față de un puls de monitorizare obținut prin trecerea printr-o oglindă cu transmisie nenulă (linie punctată), folosind ca material sticla BK7

- fig.4, comparație a unghiului de ieșire relativ, obținută pentru un fascicul de monitorizare în cazul unui puls de monitorizare conform invenției (linie continuă) față de un puls de monitorizare obținut prin trecerea printr-o oglindă cu transmisie nenulă (linie punctată), folosind ca material sticla BK73

Sistemul laser exemplificat in fig. 1, conform invenției, utilizează, la nivelul compresorului optic cu patru rețele de difracție G1, G2, G3 si G4, un puls laser 1, indicat prin sageata la intrarea in compresor, care ajunge prin refracția de ordin întâi la rețeaua de difracție G3 unde partea utila se refracta spre o ultima rețea de difracție a compresorului G4 iar partea reziduala obținuta in ordinul zero de difracție merge mai departe si întâlnește o rețea de difracție G5 si apoi, după difracția pe aceasta, întâlnește o alta rețea de difracție G6, plasată paralel cu rețeaua G5.

Geometria celor doua rețele G5 si G6 este aleasa in asa fel incat sa reproduca sistemul optic format din rețelele G3 si G4. Aceasta inseamna ca distanta dintre rețelele G5 si G6, este aceeasi cu cea dintre rețelele G3 si G4, unghiul de incidenta pe rețeaua G5 fiind egal cu cel de incidenta pe rețeaua G3 iar cel de incidenta pe rețeaua G4 este acelasi cu cel facut pe rețeaua G6.

Pulsul laser util ajunge pe un ecran imaginar, notat in figura cu S1, iar pulsul laser de monitorizare este generat la nivelul unui alt ecran imaginar, notat S2. Parametrii fascicului laser generati la nivelul ecranului S2 sunt identici cu cei ai fascicului generati la iesirea din compresor (adica pe ecranul S1).

Astfel, drumurile optice relative pentru fiecare componenta spectrala in parte coincid pana la o constanta arbitrara, asa cum este ilustrat in figura 2, figura 3 si figura 4, prin curba continua, cu valoare constanta. Prin contrast, atunci cand fasciculul este eșantionat cu o alta metoda, folosind o fereastră sau oglinda de sticla (in simulări am ales sticla de tip BK7 cu grosime de 20mm plasata la un unghi de 45 de grade fata de axa fascicului), se obtin drumuri optice diferite pentru componentele spectrale, asa cum este indicat in figura 2 prin curba punctata, pozitii de iesire diferite pentru componentele spectrale, asa cum este indicat in figura 3 prin linia punctata si unghiuri de iesire diferite pentru componentele spectrale, asa cum este indicat in figura 4 prin lina punctata. Aceasta este echivalent cu o dispersie spectrala, deci unei modificări a duratei pulsului de monitorizare fata de cel util.

De asemenea, este evident ca atunci cand rețelele de difracție G5 si G6 au aceeasi eficienta de difracție ca G3 si respectiv G4, intensitatea spectrala a fiecărei componente din pulsul de monitorizare se pastreaza proportionala cu intensitatea spectrala a fiecărei componente din pulsul util.

Metoda si sistemul laser, conform invenției, prezinta urmatoarele avantaje:

- permite obținerea unui fascicul de monitorizare perfect comprimat simultan cu un

28-08-2015

fascicul util perfect comprimat;

- fasciculul de monitorizare astfel obținut nu implica modificarea proprietăților spațiale, temporale sau spectrale ale fasciculului util.

Secret de serviciu

NESECRET

S/69 27.08.2015
Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
Informații Clasificate
INTRARE
Nr. SP 23 din 28.08.15

REVENDICARI

1. Metodă de generare a unui fascicul de monitorizare a pulsurilor ultrascurte, **caracterizata prin aceea ca**, pentru a asigura un impact neglijabil asupra pulsului laser util, folosește un fascicul rezidual rezultat in cadrul procesului de compresie, fascicul existent intrinsec in sistemul laser bazat pe CPA ce au compresoare cu rețele de difracție si îl aduce la aceiași parametri temporali, spațiali și spectrali ca și fasciculul laser util dar fără a pierde din energia fasciculului util, si fără a distorsiona spațial fasciculul util.
2. Metodă de generare a unui fascicul de monitorizare a pulsurilor ultrascurte, ca in revendicarea 1, **caracterizata prin aceea ca**, pentru a genera un puls de monitorizare identic cu pulsul laser util, folosește un fascicul rezidual rezultat in cadrul procesului de compresie, fascicul existent intrinsec in sistemul laser bazat pe CPA ce au compresoare cu rețele de difracție si îl aduce la aceiași parametri temporali, spațiali și spectrali ca și fasciculul laser util dar fără a pierde din energia fasciculului util, si fără a distorsiona spațial fasciculul util, fără a utiliza componente optice in refracție nici pentru fasciculul util si nici pentru cel de monitorizare, aceasta generând distorsiuni.
3. Sistem de generare a unui fascicul de monitorizare a pulsurilor ultrascurte caracterizat prin aceea ca, in scopul prezervării similarității fasciculului de monitorizare cu fasciculul util si pentru a evita modificarea energetică, temporală, spațială sau spectrală a fasciculului util, folosește metoda din revendicarea 1.
4. Sistem de generare a unui fascicul de monitorizare a pulsurilor ultrascurte, ca in revendicarea 3, **caracterizat prin aceea ca**, in scopul prezervării similarității fasciculului de monitorizare cu fasciculul util si pentru a evita modificarea energetică, temporală, spațială sau spectrală a fasciculului util, producerea unui fascicul de monitorizare a pulsurilor ultrascurte se face folosind un fascicul rezidual obținut in ordinul zero de difracție (corespunzător reflexiei) pe una dintre rețelele din compresorul optic al sistemului laser CPA, utilizând, pe lângă elementele optice constitutive ale compresorului, una sau mai multe rețele de difracție cu dimensiuni variabile dar identice ca reflectivitate si număr de linii pe milimetru cu cele din compresor, si eventual alte componente optice în reflexie, in așa fel încât, prin difracția pe aceste rețele de difracție adiționale si prin reflexii pe celelalte componente introduse, un puls identic cu pulsul util de la ieșirea din compresorul laserului CPA este reconstituit.
5. Sistem de generare a unui fascicul de monitorizare a pulsurilor ultrascurte, ca in revendicarea 3, caracterizat prin aceea ca, in scopul prezervării similarității fasciculului de monitorizare cu fasciculul util si pentru a evita modificarea energetică, temporală, spațială sau spectrală a fasciculului util, folosește oglinzi si toate subansamblele mecanice si electrice compatibile cu vidul.

Secret de serviciu

Ioan Dăncuș

Urseșu David

a - 2015, - 00618 -
28-08-2015

Secret de serviciu

NESECRET

8/69 27.08.2015

Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
Informații Clasificate
INTRARE
Nr. 8/23 din 28.08.15

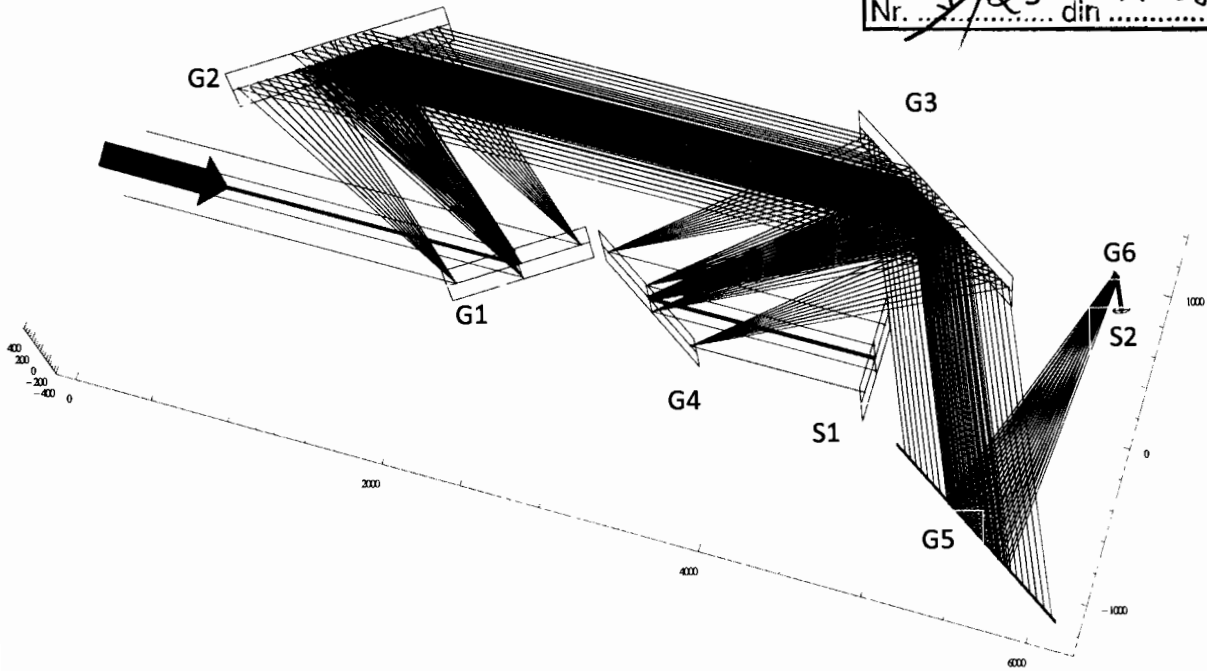


Figura 1

a-2015, - 00618 -

28-08-2015

Secret de serviciu

Ioan Dăncuș
[Signature]

1

Armand David
[Signature]

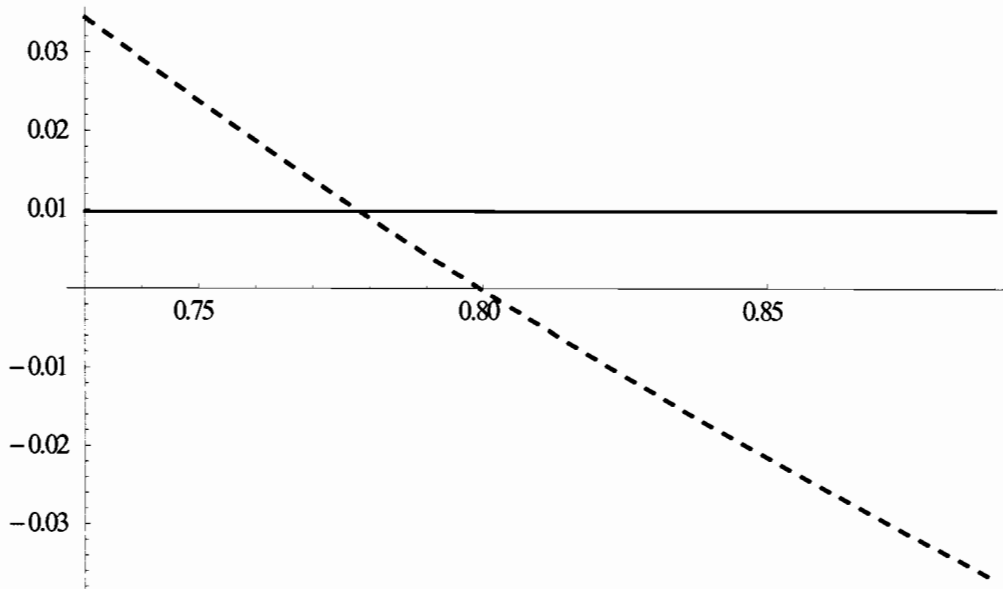


Figura 2

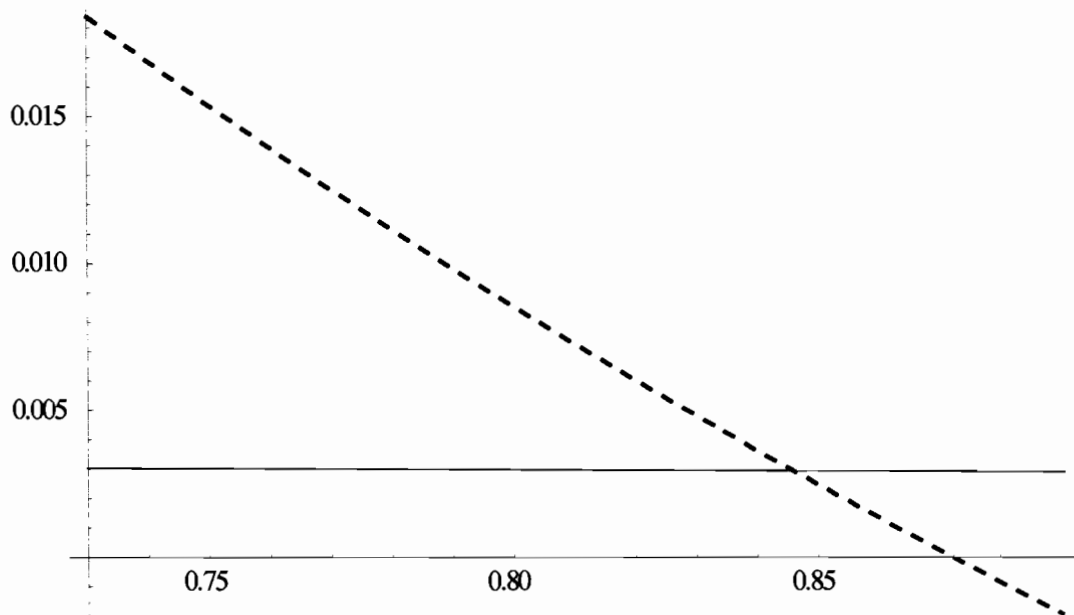


Figura 3 spatial chirp

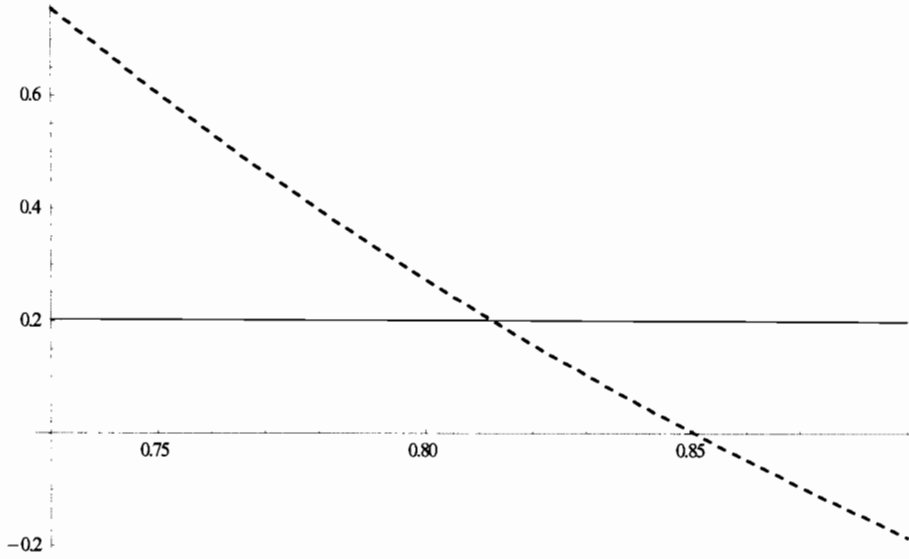


Figura 4 angular chirp