

COMBATEREA INSTABILITĂȚII DE FAZĂ A SEMNALULUI DIGITAL LA RECEPȚIE ÎN REȚELELE DE COMUNICAȚII OPTICE

Țurcanu D.N., Nistiriuc P.P., Alexei A.S., Baxan L.V., Nistiriuc A.P.,
Iazlovețchi M.L., Chihai A.Gh., Finciuc S.I., Soroceanu Iu.
Universitatea Tehnică a Moldovei
dinu.tsurcanu@gmail.com

Abstract. *In this paper is developed a method for improving quality of service QoS (Quality of Service) in optical communication networks through the suppression of physical jitter using a cylindrical lens and reducing of the value BER (Bit Error Rate).*

Cuvinte-cheie: *jitter, rețele de comunicații optice, lentilă cilindrică magnetoreologică.*

I. Introducere

Odată cu trecerea la metodele digitale de transmisiune și de comutație, de rând cu avantajele condiționate de tehnologiile moderne de comunicații, au apărut o serie de probleme, specificul cărora este legat anume cu principiul de transmisiune al semnalului în formă digitală. O clasă de probleme importante în teoria și practica telecomunicațiilor digitale sunt problemele de eșantionare, restabilire și stabilitate al semnalelor de sincronizare în rețelele de comunicații optice (RCO)[1]. În prezenta lucrare se va studia o variantă de soluționare privind combaterea jitterului fizic, care nemijlocit influențează asupra calității de funcționare al sistemului de sincronizare din componența RCO.

Jitter sau instabilitatea fazei se numește modulația în fază a semnalului digital ce se recepționează. Jitterul, la fel ca și parametrii de stabilitate a fazei și zgomotului de fază reprezintă o mare importanță pentru telecomunicațiile moderne [2] și în RCO poate să ducă la reducerea esențială a stabilității de funcționare la zgomot și astfel poate cauza sporirea parametrului BER (Bit Error Rate). Dacă testarea parametrului conform BER ne oferă în cazul dat o informație ce ne indică gradul calității de deservire QoS (bună sau rea), atunci măsurarea jitterului asigură căutarea și depistarea cauzelor de degradare a calității comunicațiilor. În caz general jitterul este un parametru secundar în raport cu parametrul de bază al calității BER, însă datele de măsurare a jitterului pot fi utilizate pentru măsurile preventive de asigurare a calității de transmisiune a semnalelor digitale. Astfel pentru asigurarea calității de deservire necesare în RCO urmează să întreprindem măsuri de combatere a jitterului și îmbunătățire a sincronizării la prelucrarea semnalului digital la recepție.

II. Partea de bază

În cazul RCO distorsiunile semnalului optic sub formă de impulsuri apar la formarea semnalului digital și la propagarea lui prin circuite cu banda de transfer limitată. Transmisiunea semnalului digital prin circuite cu banda de transfer limitată conduce, că forma impulsurilor se distorsionează, are loc antrenarea fronturilor și formarea supradepășirilor, care în anumite condiții pot să se suprapună cu intervalele de timp ale altor canale sau pachete de informație.

Limitarea benzii de frecvență conform frecvenței superioare apar din cauza rapidității de funcționare limitată a bazei de elemente ce se utilizează în echipamentul RCO și din cauza existenței elementelor reactive în circuitele prin care se propagă semnalul digital. În prezentul caz, schema echivalentă a traficului digital poate fi reprezentată prin intermediul circuitului de integrare [3]. Distorsiunea unui impuls și distorsiunea semnalului digital la propagarea lui prin atare circuit

sunt reprezentate în fig. 1.

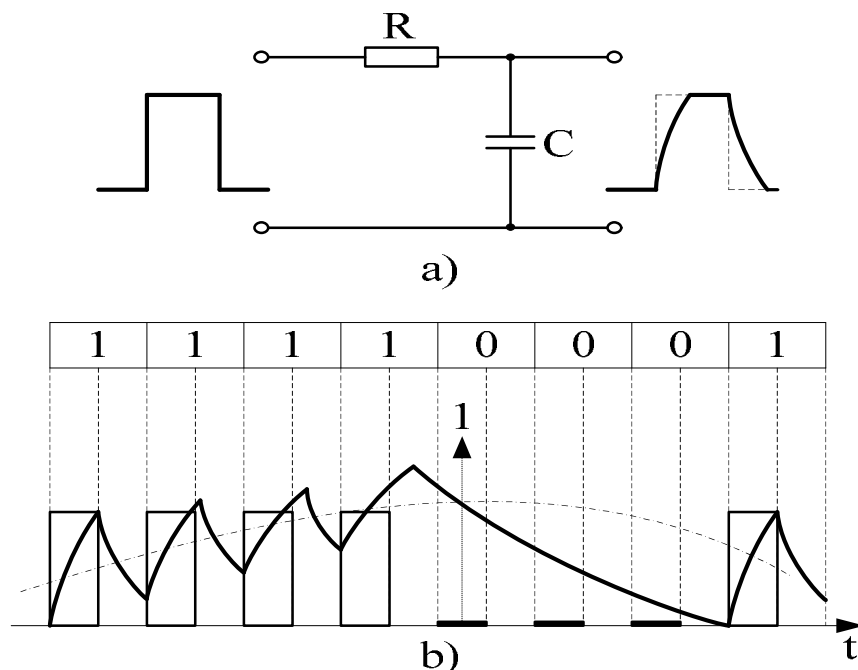


Fig. 1 Distorsiunea unui impuls (a) și distorsiunea semnalului digital (b) la propagarea prin circuitul de integrare RC.

Din fig. 1.b, observăm, că în rezultatul atenuării componentelor de frecvență înaltă are loc suprapunerea fronturilor antrenate a impulsurilor cu intervalele de timp a altor canale sau pachete de informație. Cea mai semnificativă influență tranzitorie le posedă impulsurile canalelor precedente, iar influența asupra canalelor îndepărtate în timp, esențial se reduce. Astfel de distorsiuni și zgomot tranzitoriu care apar în rezultatul limitării benzii de frecvență conform frecvenței superioare sunt numite distorsiuni ale semnalului de genul întâi. După cum observăm din fig. 1b în rezultatul atenuării frecvențelor superioare ale spectrului semnalului digital, apare oscilația mijlocului amplitudinei impulsurilor și astfel în cazul distorsiunilor esențiale dintre simboluri, poate să apară eroare la luarea deciziei despre prezența „0” sau „1” (după cum este indicat prin linia cu săgeată în fig. 1b).

Limitarea benzii de frecvențe conform frecvenței inferioare are loc din cauza existenței elementelor reactive în circuitele de transfer a semnalului digital. În cazul dat schema echivalentă a traficului prin care se propagă semnalul digital, poate fi reprezentată prin intermediul circuitului de diferențiere [3]. Totodată limitarea benzii de transfer conform frecvenței inferioare conduce la influențe tranzitorii între canale din cauza apariției la impulsuri știrbirii vârfurilor și supradepășirilor de polaritate inversă (fig. 2).

Atare supradepășiri de polaritate inversă a impulsurilor se atenuază foarte lent și astfel influenței sunt exercitate canalele mai îndepărtate în timp de la canalul cu pricina. Tipul distorsiunilor și zgomotul tranzitoriu cauzate de limitarea benzii de transfer a semnalului digital conform frecvenței inferioare sunt numite distorsiuni de genul doi. După cum observăm din fig. 2 b în rezultatul atenuării frecvențelor inferioare a spectrului semnalului digital la fel apare oscilația mijlocului amplitudinei impulsurilor, care poate să conducă la eroare la luarea deciziei despre prezența „0” sau „1”.

În RCO reale instabilitatea semnalului de sincronizare apare atât din cauza pricinilor fizice, cât și a pricinilor algoritmice [4]. Instabilitatea sumară a frecvenței de tact a semnalului digital, după cum a fost menționat mai sus se numește instabilitate de fază sau jitter. În dependență de valoarea instabilității frecvenței se deosebesc instabilități de fază, de frecvență sporită $\geq 10\text{Hz}$ [4], care

propriu-zis și este numit jitter și instabilități de fază de frecvență redusă <10Hz [4], care sunt numite baleiaj de fază sau vander. Jitterul cel mai esențial influențează asupra sincronizării de fază și practic nu influențează asupra sincronizării în rețea, și invers, vanderul poate să se acumuleze în rețea și esențial să influențeze asupra sistemului de sincronizare al rețelei.

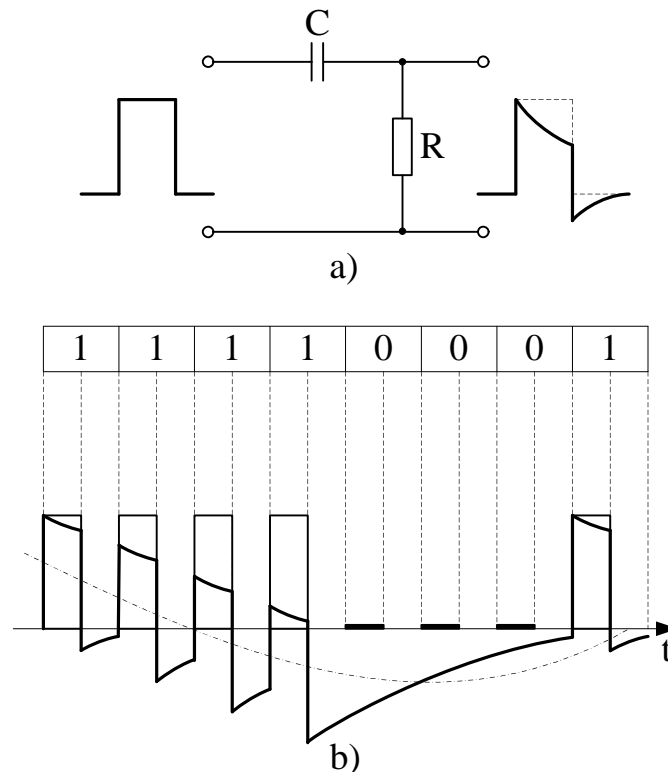


Fig. 2 Distorsiunea unui impuls (a) și distorsiunea semnalului digital (b) la propagarea prin circuitul de diferențiere RC.

Pentru combaterea jitterului și vanderului cauzate de condițiile fizice ale traficului RCO și anume cauzate de limitarea benzii de transfer al traficului de linie și zgomotului termic, se propune de a utiliza lentila cilindrică magnetoreologică [5,6] pentru prelucrarea semnalului digital la recepție.

Construcția elaborată pentru lentila cilindrică magnetoreologică este reprezentată în fig. 3 și constă din fibra optică (1) din cuarț, lentila gradată în $1/4$ (2) din cuarț, camașa din polimer (3), miezul (4) care constă din lichid magnetoreologic în baza prafului de $Y_3Fe_5O_{12}$ și uleiului de polietilsiloxan. Lentila cilindrică este amplasată coaxial în interiorul a trei bobine de magnetizare (5) amplasate consecutiv. Fiecare bobină de magnetizare acționează pe segmentul cu lungimea $l=3Lp$, unde Lp este pasul lentilei.

În procesul de magnetizare valoarea indicelui de refracție a miezului lentilei se reduce proporțional pătratului razei, adică obținem lentila cu indicele de refracție gradat parabolic și traiectoria de propagare a luminii prin el va poseda forma de sinusoidă. Pentru lentilele cilindrice gradate pasul Lp a traiectoriei sinusoidale a luminii, valoarea unghiului aperturic q și aperturii numerice NA se determină conform formulelor [7]:

$$Lp=2\pi/g, \quad (1)$$

$$q = \arcsin[n(0) \cdot g \cdot a], \quad (2)$$

$$NA=\sin q, \quad (3)$$

unde g este gradul de focusare a lentilei, $n(0)=1,9$ – indicile de refracție pe axa lentilei, $a=125\mu m$ – raza miezului lentilei.

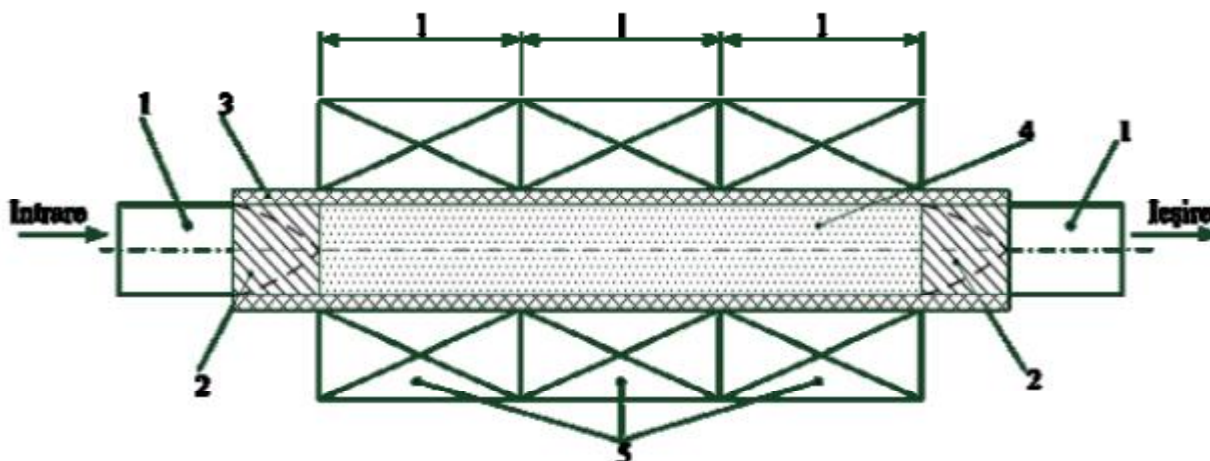


Fig. 3. Lentila cilindrică magnetoreologică.

Pentru combaterea jitterului și vanderului semnalului digital în RCO curentul de magnetizare al bobinelor, luând în considerare, că timpul de reacționare al lichidului magnetoreologic din componența lentilei alcătuiește unități de milisecunde [5], se modifică conform unui anumit algoritm, astfel ca modificările profilului indicelui de refracție să compenseze oscilațiile mijlocului amplitudinii impulsurilor semnalului digital la recepție, cauzate de limitarea benzii de transfer, atât conform frecvenței superioare, cât și conform frecvenței inferioare ale spectrului semnalului.

Astfel lentila cilindrică magnetoreologică ne permite prin alegerea lungimii, diametrului, numărului de segmente pentru bobinele de magnetizare și distribuția profilului indicelui de refracție a miezului pe segmentele corespunzătoare să efectuăm combaterea efectivă ale jitterului și vanderului la prelucrarea semnalului digital la recepție în RCO..

III. Concluzii

Astfel lentila cilindrică magnetoreologică ne permite prin alegerea lungimii, diametrului, numărului de segmente pentru bobinele de magnetizare și distribuția profilului indicelui de refracție a miezului pe segmentele corespunzătoare să efectuăm combaterea efectivă ale jitterului și vanderului la prelucrarea semnalului digital la recepție în RCO și să sporim calitatea de deservire QoS.

IV. Referințe

1. Бакланов И.Г. NGN: принципы построения и организации. –Москва: Эко-Трендз, 2008. -256с.
2. Бакланов И.Г. Тестирование и диагностика систем связи. –Москва: Эко-Трендз, 2001. -264с
3. Крухмалев В.В. Цифровые системы передачи. –Москва: Радио и связь, 2007. -352с.
4. Шмалько А.В. Цифровые сети связи. –Москва: Эко-Трендз, 2001. -282с.
5. Нистирюк П., Цуркану Д., Берегой Е. Цилиндрическая линза. Авторское свидетельство. МД 2434 G2 2004.04.30. -5с.
6. Нистирюк П., Цуркану Д., Берегой Е. Цилиндрическая линза. Каталог инноваций в области нанотехнологий, промышленной инженерии, строительных материалов и технологий. Программа по развитию предпринимательства в научно-техническом секторе СТЕР-2006, том 3, Кишинев, 2006. –с.40-41.
7. Суэмацу Я., Катаока С., Кисино К. Основы оптоэлектроники. –Москва: Мир, 1988. -288с.