

# Utilizarea Sistemului de Sincronizare Exterioară pentru Sporirea Stabilității la Zgomot în Cazul Metodei Homodine de Recepție a Semnalelor Optice

Chihai A.G., Nistiriuc A.P., Bejan N.P., Iazlovețchi M.L., Baxan L.V.,  
Nistiriuc P.V., Sharma Popovici N., Drăguțan N., Russu G.  
Facultatea de Inginerie și Management în Electronică și Telecomunicații  
Universitatea Tehnică a Moldovei  
Chișinău, Moldova  
andreichihai@gmail.com

**Abstract** — In the infrared wavelength range  $\lambda = 1...6$  microns, we investigated the use of external injection timing on the basis of a cylindrical lens (CL) with tunable parameters for better noise immunity with homodyne method of receiving optical signals.

**Termeni cheie** — Recepția coerentă a semnalelor optice, metoda homodină de recepție a semnalelor optice, sistem de sincronizare exterior, sporirea stabilității semnalului la zgomot, dioda laser locală, lentilă cilindrică, oglindă parabolică.

## I. INTRODUCERE

Recepția coerentă a semnalelor optice, în particular prin heterodinare sau de tip homodină, permite transferul spectrului semnalului informațional la frecvențele intermediare de valori reduse ce se încadrează în gama de microunde. Astfel, se simplifică prelucrarea și separarea semnalelor, și la fel ajustarea într-o gamă largă de frecvențe, ocupate de către sistemele optice cu multiplexarea spectrală a canalelor WDM (Wavelength Division Multiplexing). În plus, prin selectarea corespunzătoare a puterii diodei laser locale (heterodinei) (DLL) se poate de suprimat toate zgomotele, cu excepția zgomotului de alicie a DLL. Acest lucru permite să asigurăm valoarea maximă a raportul semnal / zgomot în sistemul de recepție.

În practica de proiectare a sistemelor de transmisiuni optice coerente, de regulă, se utilizează metodele digitale de transmisiune a semnalelor modulate în amplitudine, frecvență și fază. Prelucrarea semnalelor digitale nominalizate la o frecvență intermediară ne permite să utilizăm circuitele radiotehnice bine cunoscute pentru demodularea semnalelor digitale. De asemenea sistemele optice cu detecția coerentă a semnalelor necesită restricții în privința reducerii influenței fluctuațiilor de variație a polarizării și fazei semnalelor optice ce se recepționează sau utilizarea metodelor de recepție care nu sunt sensibile la variațiile nominalizate.

## II. PARTEA DE BAZĂ

Printre diversele circuite de recepție pentru comunicațiile optice coerente, cel mai sensibil este circuitul receptorului de tip homodin, deoarece banda de frecvență necesară în acest caz, este limitată de frecvența superioară a detectorului, egală cu banda de frecvență a semnalului transferat în gama de frecvențe joase. În același timp pentru circuitul de recepție prin heterodinare banda de frecvență necesară sporește de 2-5 ori [1,2]. Acest avantaj a circuitului de recepție de tip homodină devine tot mai important, deoarece viteza de transmisiune a informației în prezent tinde spre valori de zeci de Gbps și mai mult, ce se încadrează în valorile frecvențelor de limită a fotodiodelor în avalanșă care la fel constituie zeci și sute de GHz. Cu toate acestea, în circuitul de recepție de tip homodin este necesar să ajustăm fazele semnalului optic purtător de informație și semnalului optic a DLL, care este asigurată de un sistem complex de ajustare automată a fazei. În figura 1. este reprezentată schema pentru detecția coerentă de tip homodină a semnalelor optice cu sincronizare exterioară.

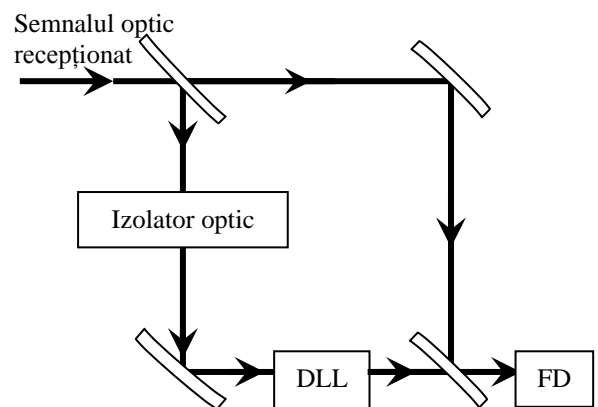


Fig. 1. Sistemul de sincronizare exterioară la detecția coerentă de tip homodină a semnalelor optice.

Conform schemei reprezentate în fig. 1 semnalul diodei laser locale (DLL) se sincronizează conform fazei cu faza semnalului informațional în rezultatul fenomenului de injecției a DLL de la semnalul optic ce se recepționează. Pentru a spori performanțele sistemului de sincronizare exterioară cu detecție coerentă de tip homodină a semnalelor optice se propune de utilizat un sistem de sincronizare exterioară a injecției DLL pe baza unei lentilei cilindrice [3], care va reduce atât fluctuațiile de fază cât și fluctuațiile de polarizare a semnalelor optice ce se mixează.

Construcția lentilei cilindrice (LC) este prezentată în fig. 2 și este constituită din conectoarele optice (1), lentila gradată în  $\lambda/4$  (2), cămașă din polimer (3), miezul (4) dintr-un fluid magnetoreologic bazat pe pulbere din granat de fier  $Y_3Fe_5O_{12}$  [4] și uleiului polietilsiloxan [5]. Lentila cilindrică este amplasată coaxial în interiorul a cinci bobine de magnetizare (5) aranjate succesiv de-a lungul axei lentilei posedând un miez solid (6) din magneto-dielectric în bază compusului de fier cu carbon de marca P-100 [6] și miezul magnetoreologic (7) în baza pulberii compusului de fier cu carbon [6] și uleiului polietilsiloxan [5].

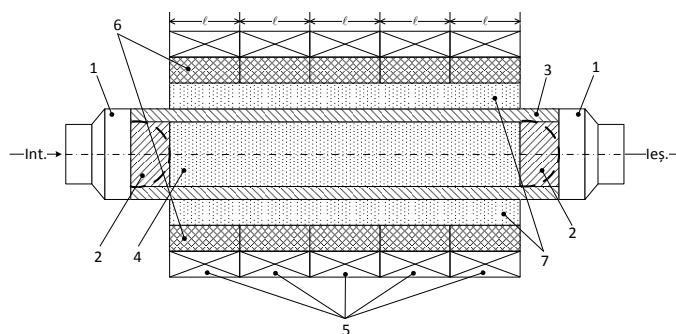


Fig. 2. Lentila cilindrică.

Această construcție a lentilei cilindrice permite lent să reglăm bobinele de magnetizare, care pot fi amplasate atât simetric cât și asimetric față de axa optică a lentilei. În procesul de magnetizare a miezurilor solid și în baza fluidului magnetoreologic sub acțiunea bobinelor (5), variază panta profilului indicelui de refracție al miezului (4), indicele de refracție treptat se reduce proporțional razei miezului la pătrat, adică se obține o lentilă cu indicele de refracție gradat parabolic, ce permite propagare sinusoidală a semnalului optic pe segmentul egal cu pasul lentilei  $L_p$ . Pasul traiectoriei sinusoidale  $L_p$  al semnalului optic, unghiul  $\Theta$  pe axa optică și apertura numerică NA a lentilei cilindrice au fost evaluate în conformitate cu următoarele ecuații [7]:

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

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

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

unde  $g$  este gradul de focusare a lentilei,  $n(0) = 1,9$  - indicele de refracție pe axa lentilei,  $a=125 \mu\text{m}$ - raza miezului lentilei.

Pasul lentilei în mediu alcătuiește  $L_p=2,5 \text{ mm}$ , iar fiecare bobină acționează pe segmentul lentilei cu lungimea  $l = 10 L_p$ .

Schema elaborată de sincronizare optică exterioară în baza lentilei cilindrice (LC) în cazul metodei de recepție a semnalelor optice de tip homodină este reprezentată în fig. 3.

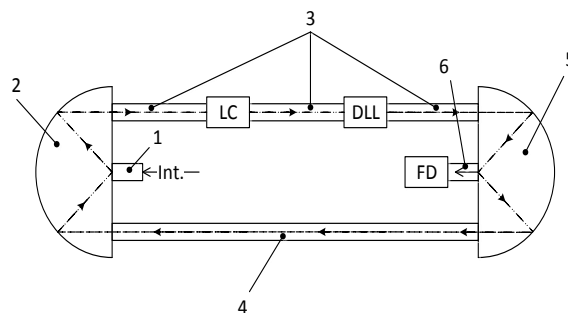


Fig. 3. Sistemul de sincronizare exterioară în baza lentilei cilindrice pentru metoda de recepție a semnalelor optice de tip homodină.

Conform schemei din fig.3, semnalul recepționat ce se propagă prin fibra optică cu bicuplor (1) (cu coeficientul de ramificare aproximativ 1:1), este divizat în două semnale, care prin intermediul unei oglinzi parabolice (2), trunchiată simetric, sunt orientate în fibrele optice (3) și (4). În fibra optică (3) este conectată lentila cilindrică LC, reprezentată în fig. 1 și dioda laser locală DLL, care se declanșează de la semnalul de ieșire al lentilei cilindrice. Semnalul optic de la DLL, care se propaga prin fibra optică (3) și semnalul optic care se propagă prin fibra optică (4), cu ajutorul unei oglinzi parabolice (5), trunchiată simetric, se focusează în mixerul fibrei optice (6) și apoi se detectează de către fotodiodă (FD) în avalanșă.

## CONCLUZII

Utilizarea lentilei cilindrice (LC) cu parametrii restructurabili în circuitul cu sincronizare exterioară în cazul metodei de recepție a semnalelor optice de tip homodină ne permite să obținem reducerea sensibilității receptorului sub nivelul de 3dB, eroarea de fază se obține mai puțin de 0,2 rad. și probabilitatea erorii de bit  $P_{er}=10^{-9}$  pentru sistemele de comunicații optice cu vitezele de transmisiune a informației pînă la 10 Gbps.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Скляров О.К. Волоконно – оптические сети и системы связи. – Москва: Лань, 210. -376с.
- [2] Иванов А.Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения. – Москва. Сайрус Системс,1999. -672с.
- [3] Нистирюк П., Цуркану Д., Берегой Е., Цилиндрическая линза. Авторское свидетельство. МД 2434 G2 2004.04.03. -5с.
- [4] Акустические кристаллы. Справочник/ Под ред. М.П.Шаскольской. – Москва: Наука, 1982. -632с.
- [5] Конструкционные и электротехнические материалы / Под ред. В.А.Филикова. – Москва: Высшая школа, 1990. - 296с.
- [6] Преображенский А.А., Бишард Е.Г. Магнитные материалы и элементы. – Москва: Высшая школа,1986. - 352с.
- [7] Суэмацу Я., Катаока С., Кисино К. Основы оптоэлектроники. – Москва: Мир,1988. - 288с.