

UOT 629.31**TAM OPTİK ŞƏBƏKƏLƏRİN 7D OPTİK FOTON KOMMUTATORU**

M.H. HƏSƏNOV*

Məqalədə optik lifli veriliş şəbəkələrində dalğa uzunluğuna görə sıxlaşdırılmış informasiya kanallarının kommutasiya olunmasının, marşrutlanmasının metod və arxitekturaları, eləcə də istifadə olunan optik-foton kommutatorlarının parametrlərinin analizi, qurulma prinsiplərinə baxılmışdır. Prinsipcə, yeni idarə olunan 7D optik foton kommutatoru əsaslandırılaraq təklif edilmişdir.

Acar sözlər: Optik lifli veriliş şəbəkələri, foton kommutatorları, mikroelektromexaniki sistem, optik kanal, dalğa uzunluğu.

Giriş. Müxtəlif səviyyəli optik lifli veriliş şəbəkələrinin (OLVŞ) geniş tədqiqi informasiya selinin kommutasiya olunmasının və marşrutlanmasının yeni metod və arxitekturalarının yaranmasını tələb edir.

Hal-hazırda mövcud rabitə xidmətləri ilə bərabər yeni multimediyə rabitə xidmətlərinə olan tələbatla əlaqədar artan istifadəçilərə sürətlə ötürülən informasiyanın həcminə uyğun olaraq, optik şəbəkə avadanlıqlarının, o cümlədən, optik kommutasiya qurğularının sürətinin nəzərə çarpacaq səviyyədə artırılması və yeni kommutasiya texnologiyalarının yaradılmasını tələb edir. Qeyd olunan texniki məsələlər optik-kvant, elektrooptik, maqnitooptik, akustooptik, mikroelektrooptik və digər yarımkeçirici, mikromexaniki optik strukturların fiziki prinsipləri əsasında müvəffəqiyyətlə həll olunur [1, 3-7].

OLVS-nin gələcək inkişafı tam optik foton şəbəkələrinin və optik rabitə xətlərinin yaradılması ilə bağlıdır. Belə sistemlərdə elektron qurğuların və elektron proseslərdən istifadə etmədən siqnalın verilişi, qəbul və emal prosesləri tam foton səviyyəsində həyata keçiriləcək. Bu məqsədlə, optik idarə olunan optik kommutatorlar, yeni böyük tutumlu optik-kross kommutatorlar, məsafədən optik qidalandırılan optik gücləndiricilər, optik impuls generatorları, optik passiv elementlər: optik səviyyədə kanal ayrıcıları, birləşdiricilər, optik ventillər, xromatik dispersiya kompensatorları, optik süzgəclər, polyarizator və sirkulyatorlar, multipleksor və demultipleksorlar, optik prosessorlar və s. optik qurğular tədqiq və tətbiq olunmaqla bərabər, yeni optik qurğular yaradılır. Beləliklə, yeni nəsill OLVS-nin bütün

* Azərbaycan Texniki Universiteti
E-mail: mhasanovnew@gmail.com

komponentlərinin, o cümlədən yeni foton kommutatorlarının yaradılması nəzəri, eksperimental, kompyuter modelləşməsinə əsaslanaraq tətbiqinə baxılması məqsəduyğundur.

İşin məqsədi optik-foton kommutatorlarının parametrlərinin, qurulma prinsiplərinin analizi əsasında yeni idarə olunan 7D optik foton kommutatorunun yaradılmasıdır.

Optik şəbəkələrdə optik foton kommutatorları

Müasir optik şəbəkələrdə əsasən, optik kanalların kommutasiyası zamanı qeyd olunan optik foton kommutatorlarından istifadə olunur:

- Termo optik;
- Elektrooptik;
- Maye kristallı;
- Akustooptik;
- İnterferometrik;
- Mikro elektro mexaniki sistemli

(MEMS);

- Difraksiyalı;
- Qeyri xətti optik lif əsaslı;
- Yarımkecirici optik kristal əsasında

və s.

Müasir foton kommutasiya texnologiyalarında MEMS, elektrooptik, optik lifin və yarımkecirici materialların qeyri xətti effekti əsasında hazırlanmış kommutatorlardan istifadə olunur. Eyni zamanda digər müxtəlif fiziki kvant-optik xassələr əsasında termooptik, elektrooptik, mayeli kristallı matrisalar əsasında, foton kristallarından istifadə etməklə çoxsaylı foton kommutatorları da tədqiq olunur.

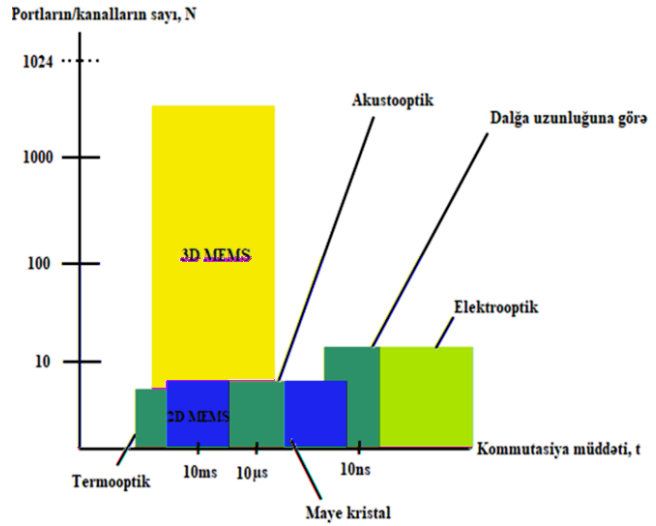
Kanalları kommutasiya edən optik kommutatorların təsnifatı şəkil 1-də göstərilmişdir.

Şəkil 1-dən görüldüyü kimi tam optik şəbəkələrdə foton kommutatorlarını xarakterizə edən əsas göstəricilərdən port-kanal sayını, kanalların kommutasiya müddətinin göstərmək olar. Müqayisəli analizin nəticələrinə əsasən demək olar ki, kanalların kommutasiya müddətinin aşağı olmasına baxmayaraq, MEMS tipli foton kommutatorları qabarit ölçülərinin kiçik olması (30 dəfə), eyni zamanda cüzi enerji tələb etməsi (təqribən digər kommutatorlarda 100 dəfə az enerji tələb edir) [4] , n sayda giriş kanallarını n sayda çıxış kanallarına kommutasiya ($n \times n$) etmək olar. Lakin hal-hazırda 3D modelli optik foton kommutatorlarının müxtəlif konstruksiyaları mövcuddur ki, bu tip kommutatorların konstruktiv və port/kanal tutumuna kanalların kommutasiya sürətinə görə çatışmamazlıqları mövcuddur.

MEMS tipli optik foton kommutatorlarının qeyd olunan texniki imkanlarının artırılması məqsədilə ilk dəfə olaraq yeni 7D optik foton kommutatoru hazırlanmışdır.

7D optik foton kommutatorunun konstruksiyası

Şəkil 2-də yeni 7D optik foton kommutatorun ümumi konstruktiv sxemi və onun elementləri göstərilmişdir. Şəkil 2-dən görüldüyü kimi optik kommutatorun konstruksiyası sadə olmaqla bərabər onun ölçüləri mikromühərriklərin ölçüləri ilə tənzimlənir.



Şəkil 1. Tam optik şəbəkələrdə foton kommutatorlarının port-kanal sayını, kanalların kommutasiya müddətinin (kommutasiya müddəti) müqayisəli analizi

Kommutatorların hazırlanması zamanı mikromühərrik kimi elektromaqnit, paket və diferensial pyezomühərriklər [7], pyezoelektrik deflektorlar, reversiv mühərriklər [2,5] və başqa mikroelektromexaniki və pyezokeramiki mühərriklərdən [5,7] və eyni zamanda interferometrik, difraksiyalı, optik lif qeyrixətli parametrləri əsasında, yarımkecirici optik kristallar əsasında, optik coxkaskadlı sistemlərdən [6] və s. istifadə etmək olar. Təqdim olunan variantda işçi orqanları hərəkət etdirmək üçün pyezomühərriklərin submikrometr, mikrometr və mikkrosaniyə ilə işləmək imkanını və onların tezlik diapazonu birinci elektomexanuki tezlik diapazonunda olduğunu nəzərə alaraq, pyezomühərriklərdən, kanalların kommutasiyasında yarımşəffaf güzgülər əsasında qurulmasına baxılır.

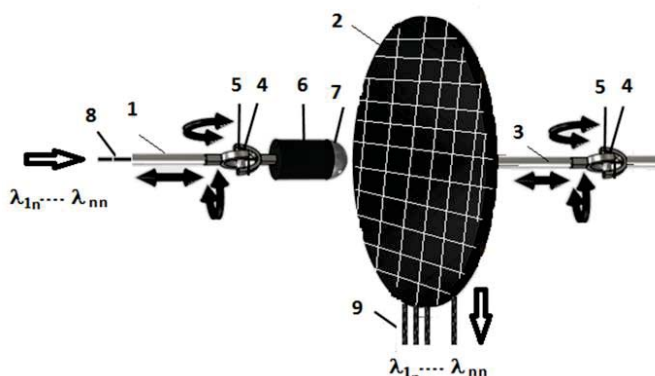
Matris formalı 2-yarım sferik kommutasiya səthinin yarımşəffaf güzgüləri bir-birindən dL məsafədə yerləşmişdir. dL məsafəsi güzgüləri reversiv qeyri xətti hərəkət etdirən 7D istiqamətlərini təmin edən mikromühərriklərin hərəkət ölçülərinə uyğunlaşdırılır.

Şəkil 3-də 7D optik foton kommutatorun kanallarının idarə olunmasının blok sxemi göstərilmişdir.

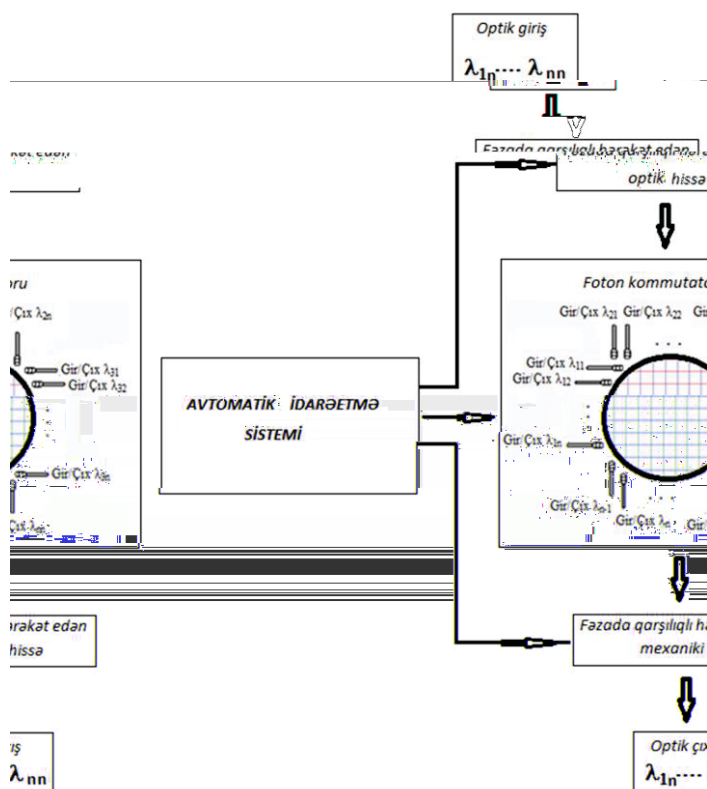
7D optik foton kommutatorunun iş prinsipi

7D optik foton kommutatorunda foton kanallarının kommutasiyası və idarə olunması üçün istifadə olunan mikromühərriklərin hər biri fərdi olaraq avtomatik idarə sistemindən daxil olan idarəetmə komandaları əsasında mikromühərriklərlə idarə olunur (Şəkil 3).

Şəkil 2 və Şəkil 3-dən göründüyü kimi 7D optik foton kommutatoru giriş/çixış λ_{11} -dən giriş/çixış λ_{nn} giriş və çixış portlarına malikdir. Hər bir port giriş və çixış



Şəkil 2. 7D optik foton kommutatorunun modelinin ümumi sxemi
1-fəzada qarşılıqlı hərəkət edə bilən lifli optik hissə; 2- yarım sferik kommutasiya səthi; 3- fəzada qarşılıqlı hərəkət edə bilən mexaniki hissə; 4- kristavina; 5 - mikromühərriklər; 6- skanlayıcı lazer; 7- fokuslayıcı linza; 8- optik dalğa ötürücü; 9- kommutasiya olunan çixış foton kanalları



Şəkil 3. 7D optik foton kommutatorun kanallarının idarə olunmasının blok sxemi

funksiyasını həyata keçirmək imkanına malik idi.

Foton kommutatorunun 1 fəzada qarşılıqlı hərəkət edə bilən lifli optik hissəsinə spektra görə sıxlaşdırılmış n sayda λ_{nm} , dalğa uzunluğu optik foton kanallarından siqnallar daxil olur .

8 optik dalğa ötürücüdən daxil olan optik kanallardan $\sum_{i=1}^n \lambda_{nn} = \lambda_{11+} \lambda_{22+} \lambda_{13+...+} \lambda_{nn} + \lambda_{21} + ... \lambda_{2n} + ... \lambda_{31} + ... \lambda_{3n} + ... \lambda_{nn}$ dalğa uzunluqlarında tələb olunan λ_{xx} -i seleksiya edərək digər 9 kommutasiya olunan optik foton çıxış kanallarına kommutasiya etmək üçün 4 kristavinalara bərkidilmiş avtomatik idarə etmə sistemi tərəfindən verilən uyğun komanda əsasında 5 mikromühərriklərin köməyi ilə 6 skanlayıcı lazer fəzada 7D üzrə hərəkət etmək imkanına malik olduğu üçün lazım olan kanalların kəsişməsinə meyl etdirilir və 7 linza vasitəsilə yarımşəffaf güzgüyə istiqamətləndirilir. Kəsişmə nöqtəsində yerləşən yarımşəffaf güzgünün köməyi ilə kanalların kommutasiyası həyata keçirilir və optik informasiya seli kommutasiya olunan 9 çıxış foton kanallarına ötürülür.

Optik kanalların kommutasiyasını həyata keçirən hər bir yarımşəffaf güzgü iki vəziyyətdə ola bilər. Vəziyyətlərdən biri yarımşəffaf güzgülərin başlanğıc və ya passiv vəziyyətidir. Bu halda yarımşəffaf güzgü optik işıq selinin qarşısını almır və işıq şuaı kanala bir başa düşür. İkinci halda isə yarımşəffaf güzgü yuxarı istiqamətdə qalxmış vəziyyətə olur [4,5]. Bu halda yarımşəffaf güzgü optik selin qabağını kəsir və optik şuanı bir-birinə perpendikulyar iki istiqamətə ayıraraq ayrı-ayrı optik liflərə yönəldir. Yarımşəffaf güzgülərin aktiv işçi hissələri optik işıq selinin əks etdirmə və bir hissəsini ötürmək imkanına malik qatla örtülmüşdür. Yarımşəffaf güzgünün vəziyyəti şəbəkədən daxil olan selin vəziyyətinə müvafiq avtomatik idarəetmə sistemi tərəfindən verilən komanda əsasında idarə olunur. Təqdim olunan foton kommutatorunun 2 yarım sferik kommutasiyasının səthi matris formasında n ədəd şaquli sətir və n ədəd horizontal sütun xətlərin kəsişməsində yerləşən k ədəd hərəkət edən yarımşəffaf güzgüdən ibarətdir. Bu halda kommutatorun $n \times n$ çıxışında $2 \cdot (2^{n-1} - 1) + 2$ kombinasiyasının sayına uyğun kanal alınacaq və daxil olan optik giriş seli istiqamətini müxtəlif istiqamətlərə, o cümlədən əks istiqamətə yönələ biləcək (dalğa uzunluqlarının seleksiyasına və idarə olunma proqramına uyğun). Buradan görüldüyü kimi port/kanal sayına görə mövcud kommutatorlardan 7D optik foton kommutatorunun port/kanal sayı dəfələrlə çox ola bilər ki, belə kommutatorları böyük tutumlu optik-foton kross-kommutatorlarda istifadə etmək olar.

7D optik foton kommutatorunun köməyi ilə optik kanalların kəsişmə nöqtəsində kanalların kommutasiyası üçün yarımşəffaf güzgülərin yerinə interferometrik, difraksiyalı, optik lifin qeyrixətli parametrliliyi, yarımkecirici optik kristalların fiziki xüsusiyyətlərindən də istifadə etməklə kanalların foton kommutasiyasını da həyata keçirmək olar.

Kommutasiya sürətinin artması və optimal hərəkəti üçün 7D optik foton kommutatoru iki istiqamət üzrə 1-fəzada qarşılıqlı hərəkət edə bilən lifli optik hissənin mikromexaniki hissəsi və 3-fəzada qarşılıqlı hərəkət edən mikromexaniki hissələrlə təmin olunmuşdur. 4 kristavinaların hərəkət edən ucluqlarına birləşdirilmiş 5 mikromühərriklərin köməyi ilə, 2 yarım sferik kommutasiya səthi, (matrisalı, $n \times n$ sayda giriş və çıxışa malik hərəkət imkanlı foton kanallarından ibarətdir) və 6 skanlayıcı lazer aşağı-yuxarı və sağa-sola və ya müxtəlif bucaqlar altında ən yaxın məsafəni seçir və mikronlarla hərəkət edərək optik kanalların kommutasiyasını təmin edir. 2 yarım sferik kommutasiya səthinin bütün vəziyyətləri 7D optik

foton kommutatorunun kanallarının avtomatik idarəetmə sistemi tərəfindən nəzarət və idarə olunur.

Nəticə. Məqalədə aparılmış optik kommutatorların analizi nəticəsində, böyük tutumlu optik-foton kross-kommutatorları üçün, prinsipcə, yeni 7D optik foton kommutatorunun qurulma prinsipi əsaslandırılmış və onun arxitekturası və iş prinsipi verilmişdir.

REFERENCE

1. **Gaivorovskaya G.S., Ryabov A.B.** Osobnosti primeneniya opticheskikh kommutatorov v sovremennyh informacionnyh setyah.. – София: ИТНЕА, 2011, № 22. С. 169-181.
Гайворовская Г.С., Рябов А.В. Особенности применения оптических коммутаторов в современных информационных сетях. Applicable Information Models. – Sofia. I