

Optik Filtrelerde Performans Analizi

Performance Analysis of the Optical Filters

Gizem Pekküçük, İbrahim Uzar, N. Özlem Ünverdi

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Yıldız Teknik Üniversitesi

gizem.pekkucuk@gmail.com, ibrahim.uzar@yahoo.com, unverdi@yildiz.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, optik haberleşme sistemlerinde kullanılan optik devre elemanlarından optik filtrelerin çalışma mekanizmaları incelenmiş ve performans analizleri yapılmıştır. OptiSystem 7.0 simülasyon programı kullanılarak 193.1 THz frekansında çalışan optik devre elemanlarının yer aldığı bir optik haberleşme sistemi modellenmiştir. Optik filtrelerin karakteristik özellikleri gözlenmiş ve veri iletimindeki kalitenin artırılması için sistem üzerinde filtreler incelenmiştir.

Abstract

In this study, optical filters that are used in optical communication systems were examined and their performance analysis were done. An optical communication system was modeled at a frequency of 193.1 THz on the OptiSystem 7.0 simulation software. Characteristic features of the optical filters that are used in the optical systems were studied in order to improve the quality of data transmission.

1. Giriş

Haberleşme ağlarında, veri iletiminin yanında, ses ve video trafiğinin taşınması ve yeni uygulamaların hayatımıza girmesiyle birlikte internet omurgasında yüksek band genişliğine ihtiyaç duyulmuştur. Bu yüksek kapasite ihtiyacı, her geçen gün gelişen fiber optik teknolojisi ile karşılanmaktadır [1, 2].

Optik dalga kılavuzu ile iletimi sağlayan ve veri haberleşmesi, kablolu televizyon sistemleri, telefon ağları, tıp uygulamaları ve ulaşımda yaygın olarak kullanılan optik haberleşme sistemleri, günümüzde en çok tercih edilen haberleşme sistemleridir. Optik haberleşme sistemlerinin geliştirilmesi ve iletimin daha hızlı sağlanması amacıyla performans artırılmasına yönelik uygulamalar yapılmaktadır. Bu konudaki çalışmalar, optik haberleşme sistemlerinde kullanılan sistemin ve optik devre elemanlarının analizi üzerinde yoğunlaşmıştır.

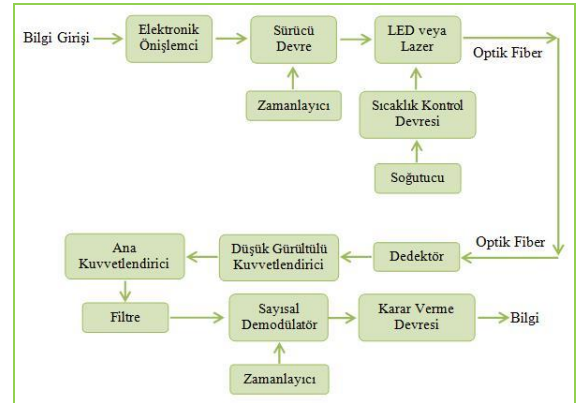
Bu çalışmada, optik haberleşme sistemlerinde kullanılan optik filtreler analiz edilmiştir. Çalışmanın 2. Bölümü'nde, optik haberleşme sistemlerinin çalışma mekanizması açıklanmış ve

çalışma frekansı, 193.1 THz olan bir referans optik haberleşme sistemi tasarlanarak giriş işareti spektrumu ve sistem verimi incelenmiştir. 3. Bölüm'de, optik haberleşme sistemlerinde kullanılan optik filtrelerin, sistem üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için referans sistemde ölçümler yapılmış ve verim üzerindeki değişimler araştırılmıştır. 4. Bölüm'de, elde edilen sonuçlar yorumlanarak değerlendirilmiştir [3].

2. Optik Haberleşme Sistemleri

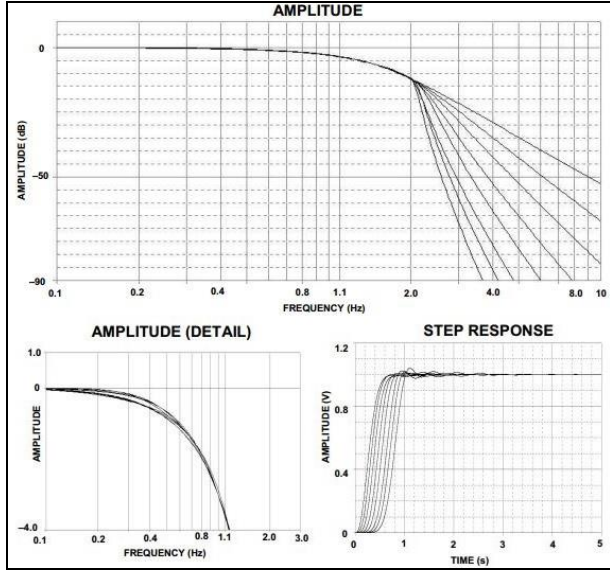
Uzun mesafelerde yüksek kazanç ve düşük gürültü ile iletişim imkânı sağlayan fiber optik haberleşme sistemlerinin önemi giderek artmakta ve optik iletişim ağı dünya genelinde hızla genişlemektedir. İçinden ışığın yönlendirilebildiği cam veya plastik fiberlerden oluşmuş bir iletim ortamı olan fiber optik kablolar, alternatiflerine göre uzun mesafelerdeki veri iletiminin daha hızlı yapılabilmesine olanak sağladıkları için iletişim teknolojileri içinde kilit konumda bulunmaktadır [2].

Optik haberleşme sistemleri, optik fiber ile elektrik işaretlerinin iletimi için kullanılırlar. Şekil 1'de görüldüğü gibi, bir optik haberleşme sisteminde, verici bloğu, alıcı bloğu ve iletişim ortamı olarak optik fiber bulunmaktadır. Verici birim, elektronik ön işlemci, zamanlayıcı kontrollü bir sürücü devre, soğutucu ve sıcaklık kontrol devreleri ile desteklenen bir LED veya lazerden oluşur. Alıcı birimde ise fotodetektör, düşük gürültülü kuvvetlendirici, ana kuvvetlendirici, filtre, sayısal demodülatör, karar verme devresi ve zamanlayıcı ile kontrol edilen sayısal demodülatör ve karar verme devresi yer alır.

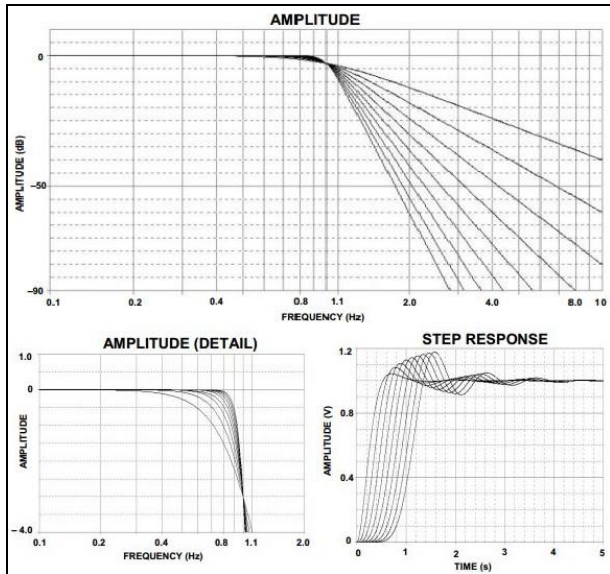


Şekil 1: Optik haberleşme sistemi [4].

1x3'lük güç bölücü ve her kolda kullanılan farklı tür optik filtre ile oluşturulan sistemde 10 GHz band genişliğine sahip üç tane optik filtre kullanılmıştır.



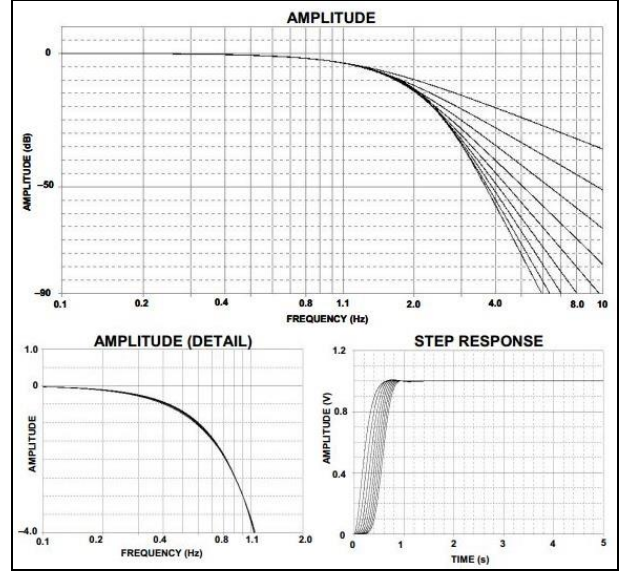
Şekil 5: Gaussian optik filtrenin karakteristiği [5].



Şekil 6: Butterworth optik filtrenin karakteristiği [5].

EDFA'nın (Erbium Doped Fiber Amplifier, Erbiyum Katkılı Fiber Kuvvetlendirici) çıkışındaki güç ile her bir optik filtrenin üzerine düşen gücün karşılaştırıldığı Şekil 8'de, güç ayırıcından önce sistemde var olan gücün, güç ayırıcından sonra üç eşit parçaya ayrılmış olduğu ve optik filtrelere giden her kolda eşit miktarda güç bulunduğu görülmektedir.

18.414 dBm'lik güçle çalışan optik filtrelerin çıkışlarında elde edilen BER analizleri, sırasıyla Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11'de yer almaktadır [3, 6].



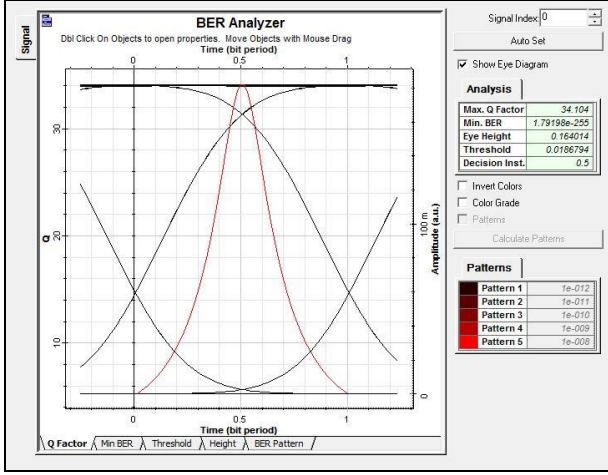
Şekil 7: Bessel optik filtrenin karakteristiği [5].



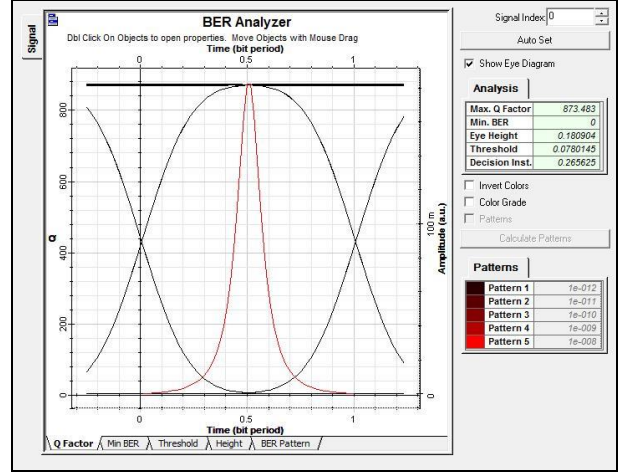
Şekil 8: 1 x 3'lük güç ayırıcının öncesinde ve sonrasındaki güç karşılaştırmaları.

10 GHz band genişliklerine sahip olan Gaussian optik filtre, Butterworth optik filtre ve Bessel optik filtrenin kalite faktörlerinin, sırasıyla 34.10, 28.65 ve 28.72 olduğu gözlenmektedir. BER analizlerindeki göz diyagramları ışığında en simetrik yapının, Gaussian optik filtreye ait olduğu belirlenmiştir. Daha sonraki aşamada, filtrelerin band genişlikleri 10 GHz'den 100 GHz'e çıkarılmış ve söz konusu olan üç optik filtre için kalite faktörleri, sırasıyla 873.48, 816.32 ve 807.27 olarak elde edilmiştir.

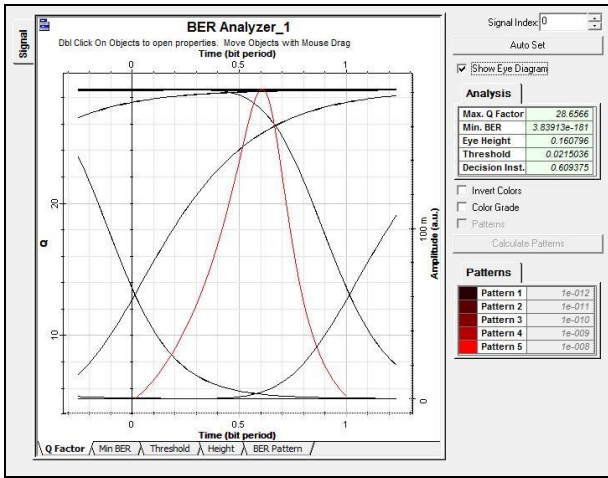
Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11 ile Şekil 12, Şekil 13 ve Şekil 14 karşılaştırılarak Gaussian optik filtre, Bessel optik filtre ve Butterworth optik filtrenin band genişliğinin 10 kat artırılmasının, bütün optik filtre çıkışları için kalite faktörünü artırdığı ve sistemin kazancını yükselttiği ortaya konulmuştur. Üç optik filtre arasında en verimli sonucun, band genişlikleri yükselmeden önceki analiz sonuçlarına benzer şekilde Gaussian optik filtrenin çıkışından elde edildiği tespit edilmiştir. Analizde, Gaussian optik filtrenin diğer optik filtrelere göre daha verimli sonuçlar vermesinin temel sebebinin, Gaussian optik filtrenin karakteristiğinin diğer filtrelere göre ideal duruma daha yakın olması ve Butterworth optik filtrenin karakteristiğindeki gibi dalgalanmaların olmaması olduğu gözlenmiştir.



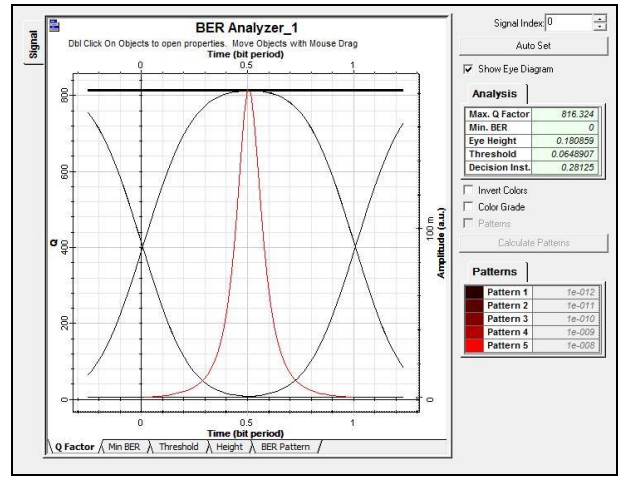
Şekil 9: Gaussian optik filtrenin BER analizi (BG: 10 GHz).



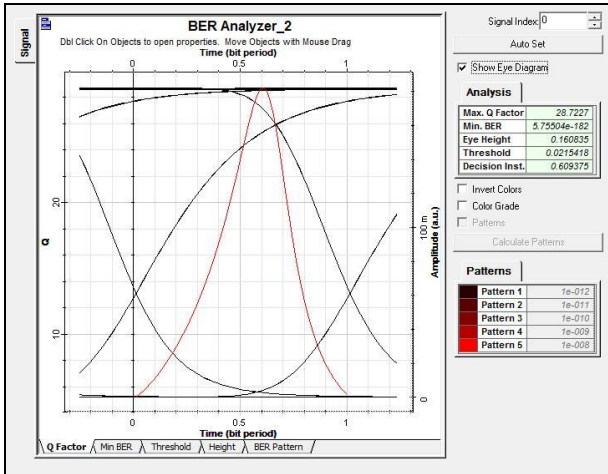
Şekil 12: Gaussian optik filtrenin BER analizi (BG: 100 GHz).



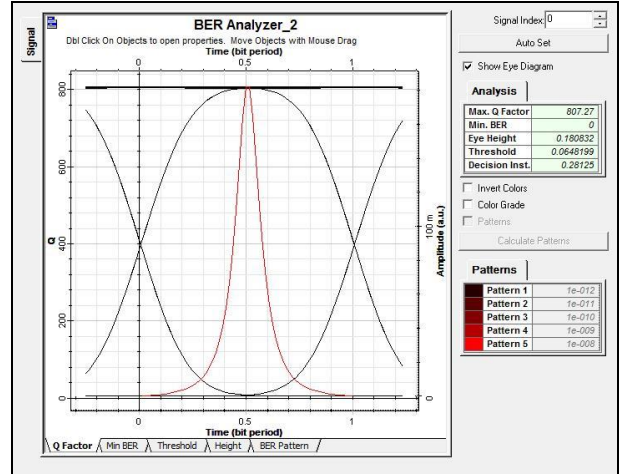
Şekil 10: Butterworth optik filtrenin BER analizi (BG: 10 GHz).



Şekil 13: Butterworth optik filtrenin BER analizi (BG: 100 GHz).



Şekil 11: Bessel optik filtrenin BER analizi (BG: 10 GHz).



Şekil 14: Bessel optik filtrenin BER analizi (BG: 100 GHz).

Analizde, Gaussian optik filtrenin diğer optik filtreler göre daha verimli sonuçlar vermesinin temel sebebinin, Gaussian optik filtrenin karakteristiğinin diğer filtreler göre ideal duruma daha yakın olması ve Butterworth optik filtrenin karakteristiğindeki gibi dalgalanmaların olmaması olduğu gözlenmiştir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, optik haberleşme sistemlerinde kullanılan optik devre elemanları olan optik filtreler analiz edilmiştir. OptiSystem 7.0 simülasyon programı ile düzenlenen ve üçüncü pencere bölgesinde çalışan referans optik haberleşme sistemi üzerinde optik filtrelerin sistem üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Verime ve kazanca en olumlu etkiyi sağlayan optik filtrenin Gaussian optik filtre olduğu görülmüş ve Gaussian optik filtrenin, gerek dar band genişliğinde ve gerekse geniş band genişliğinde, Bessel optik filtre ve Butterworth optik filtrenin karakteristiğinin, diğer optik filtreler göre ideal duruma daha yakın bir karaktere sahip olmasına bağlı olduğu anlaşılmıştır.

Analizde, optik haberleşme sistemlerinde kullanılacak olan optik devre elemanlarının, veri iletiminin kalitesinin yüksek olması için önemli olduğu görülmüştür. Bu nedenle, optik haberleşme sistemlerinin tasarımı ve projelendirilmesinde,

sistem özellikleri göz önünde bulundurularak amaca uygun olacak şekilde optik devre elemanlarının seçilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

5. Kaynaklar

- [1] Çankaya, S. ve Ertürk, S., *Optik İletim Kuramı*, PTT Meslek Geliştirme Başmüdürlüğü, Ankara, 1991.
- [2] Güre, Ö., *Pasif Optik Ağlar ve Uygulamaları*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2012.
- [3] Pekküçük, G. ve Uzar, İ., *Optik Haberleşme Sistemlerinde Kullanılan Optik Devre Elemanlarının Analizi ve Uygulamaları*, Haberleşme Devre Tasarımı Projesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik – Elektronik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 2014.
- [4] Ünverdi, N. Ö. ve Ünverdi, N. A., “Optik Haberleşme Sistemlerinin Dizaynı”, *V. İletişim Teknolojileri Ulusal Sempozyumu (İTUSEM 2013)*, İzmir, 16-17 Mayıs 2013, 127-133.
- [5] Zumbahlen, H., *Basic Linear Design*, Analog Devices Inc., USA, 2007.
- [6] Optiwave, *OptiSystem 7.0 Component Library*, 2007.
- [7] Pachnicke, S., *Fiber-Optic Transmission Networks: Efficient Design and Dynamic Operation*, Springer-Verlag, Heilderberg, 2012.