

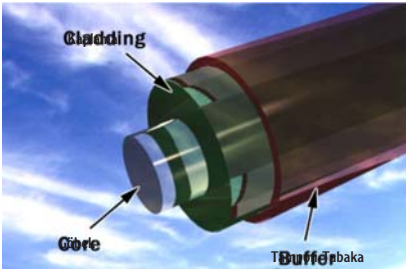


NASIL ÇALIŞIR

Türkân Yöney

Fiber Optik Nedir? Nasıl Çalışır?

Çok saf optik camdan yapılmış insan saçı kadar ince ve ışık sinyallerini, dijital bilgiyi uzak mesafelere taşıyabilen optik kablo demetleri halinde bir araya getirilmiş hatlara fiber optik hatlar deniyor. Genellikle telefon, kablolu televizyon ya da internette söz edildiğinde gündeme gelen fiber optik tıbbi görüntüleme ve mekanik mühendislik alanlarında da kullanılıyor.



Tek bir fiber optik telin parçalarına yakından bakıldığında aşağıdakiler görülebilir:

Göbek - Bu, ışığın geçtiği telin ince cam merkez kısmı

Kaplama - Göbeği çevreleyen ve ışığı göbeğe geri yansıtan dış optik malzeme

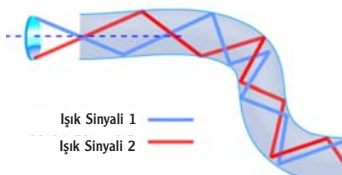
Tampon tabaka - Teli dış zararlardan ve rutubetten koruyan plastik kaplama malzemesi

Bu optik tellerden yüzlerce, binlerce optik kablolar içinde demetlenmiş olarak bulunur. Bu demetler, çekti denen kablo dış kaplaması tarafından korunur.

Optik kabloların, tekli ve çoklu olmak üzere iki tipi bulunur. Çapları 9 mikrona kadar inen tekli kablolar kızıl ötesi lazer ışını (dalga boyu = 1300 - 1550 nanometre) aktarabilir. Çapı 62,5 mikrona kadar çıkan çoklu kablolar ise ışık yayan diyotlardan (LED) kızıl ötesi ışını (dalga boyu=850 - 1300 nanometre) aktarabilirler. Bazı fiber optik kablolar plastikten yapılar ve bunların göbek çapları 1 mm'ye kadar çıkabilir ve dalga boyu 650 nm olan görünür kızıl ışığı ledlerden aktarabilirler.

Fiber Optik Nasıl Çalışır?

Farz edelim ki, elimizdeki bir fenerle bir koridorun ucunu aydınlatmaya çalışıyoruz. Koridor düz olduğu sürece ışık sonuna kadar sorunsuz aktarılabilir. Fakat ya koridorda kıvrımlar varsa? O zaman da kıvrıma bir ayna yerleştirerek ışığın yansıyarak köşeyi dönmesini sağlayabiliriz. Ya koridorda birden fazla kıvrım varsa? O zaman da koridorun tüm duvarlarını aynalarla kaplayıp açılarını ayarlayarak, ışığın bir duvardan diğerine yansıyarak ilerlemesini sağlayabiliriz. Fiber optikte olan da aynen budur zaten.



Bir fiber optik kablounun toplam iç yansıma diyagramı

Fiber optik kablounun göbeğinden aktarılan ışık, toplam iç yansıma adı verilen ilkeye göre iç duvarlara kaplanmış aynalardan sürekli yansıyarak ilerler. Bu iç kaplama ışığı emmediği için de ışık uzun mesafeler kat edebilir. Ancak, ışık sinyalinin bir kısmı, camın saf ve tam temiz olmaması nedeniyle bozulabilir. Işık sinyalinin bozulma oranı, camın temizliğine ve aktarılan ışığın dalga boyuna bağlı (örneğin, 850nm'lik dalga boyunda km başına yüzde 60 ila 75; 1,300nm'lik dalga boyunda km başına yüzde 50 ila 60; 1,550nm'lik dalga boyunda km başına yüzde 50'den daha büyük). Bazı çok hassas ve iyi kalite fiber optik kablolar bu bozulma oranı 1,550 nm'lik dalga boyunda km başına yüzde 10'a kadar düşebiliyor.

Toplam İç Kırılmanın Fiziği

Işık bir ortamdan bir kırılma endeksiyle (m1) daha düşük kırılma endeksi (m2) bir başka ortama geçerken, kırılır ya da yüzeye (normal çizgisine dik hayali bir çizgi) dik çizgiden uzaklaşarak kırılır. m1'den geçen açı, normal çizgisine oranla büyüdükçe, m2'den geçen kırılmış ışık çizgiden daha da uzağa doğru kırılır.

Tek bir açıda (kritik açı), kırılan ışık m2'ye gitmeyecek, aksine iki ortam arasındaki yüzey boyunca ilerleyecek ($\sin(\text{kritik açı}) = n2/n1$ - burada n1 ve n2 kırılma endeksleri ($n1 < n2$)). Eğer m1'den geçen ışın kritik açıdan daha büyükse, o zaman kırılan ışın, m2 saydam olsa bile tümüyle m1'e geri yansısın (toplam içsel yansıma)!

Fizikte kritik açı normal çizgisine göre tanımlanırken, fiber optikte kritik açı telin ortasındaki paralel eksene göre tanımlanır. Dolayısıyla fiber optik kritik açısı = (90 derece - fizik kritik açısı).

Fiber optikte, ışık iç kaplamalardan sürekli yansıyarak telin göbeğinden ilerler, çünkü ışığın açısı kritik açıdan her zaman daha büyüktür. Tel nasıl kıvrılırsa kıvrılsın, hatta daire dahi olsa, yine de iç kaplamadan yansır. Göbekteki kaplama ışığı hiç emmediği için de ışık çok uzun mesafeler kat edebilir.

Fiber Optik İletim Sistemi nelerden oluşuyor?

Nakledici Cihaz - Işık sinyalleri üretir ve şifreler.

Optik Fiber - Işık sinyallerini bir mesafe boyunca yönlendirir.

Optik ıslah edici - uzun mesafelerde gerekirse iletilecek ışık sinyalini destekler

Optik alıcı - Işık sinyallerini alır ve deşifre eder.

Nakledici Cihaz

Nakledici fiziksel olarak fiber optiğe yakın bir yerdedir ve hatta ışığı optik tele odaklamak için bir merceğe dahi kullanabilir. Lazerlerin LED'lere oranla daha güçlü, buna karşın ısıya göre daha

çok değişiklik gösterdikleri ve de daha pahalı oldukları biliniyor. Işık sinyallerinde en çok kullanılan dalga boyları 850nm, 1300nm, ve 1550nm (kızıl ötesi, tayfın görünmez bölümleri).

Optik ıslah edici

Özellikle deniz altından giden kablolar da yırım mil ya da 1 km gibi uzun mesafelere iletildiğinde ışıktaki belli bir sinyal kaybı olur. Bozulan sinyalleri desteklemek için kablo boyunca optik ıslah ediciler kullanılır. Optik ıslah edici, özel olarak kaplanmış doping etkisi yapacak optik tellerden oluşur. Dopingli bölüm lazerle pompalanır. Bozulan sinyal dopingli tabakaya geldiğinde, lazerdeki enerji dopingli moleküllerin lazer gibi davranmasına neden olur. Dolayısıyla dopingli moleküller zayıf ışık sinyaliyle aynı özellikleri taşıyan daha kuvvetli yeni bir sinyal yayarlar. ıslah edici, esas olarak, gelen sinyaller için bir lazer büyütücüsü görevini görür.

Optik Alıcı

Optik alıcı, gelen dijital ışık sinyallerini alır, deşifre eder ve elektrik sinyali olarak kullanıcının televizyonuna, bilgisayarına ya da telefonuna yollar. Alıcı, ışığı saptamak için fotosel ya da fotodiyot kullanır.

Fiber Optiğin yararları

Telekomünikasyon teknolojilerinde devrim yaratan fiber optik kablolar, geleneksel metal kablolarla göre neden daha üstün?

- Her şeyden önce daha ucuz. Optik kablolar metal kablolarla göre daha ucuza mal edilebiliyor.
- Çok daha ince yapılabiliyor.
- Daha yüksek taşıma kapasitesine sahip.
- Sinyalde bozulma daha az oluyor.
- Bakır kablolardaki elektrik sinyalleri gibi dışarıdaki diğer sinyallerden etkilenmiyor. Optik kablolar içindeki tellerin taşıdığı ışık sinyalleri birbirlerini bozmadan örneğin daha temiz telefon görüşmeleri ve daha net televizyon görüntüsü sağlıyor.

- Yüksek voltajlı elektrikli vericiler yerine daha düşük güçlerde çalışan vericiler kullanılıyor. Bu da maliyeti düşürüyor.

- Dijital sinyal taşıma için ideal ortam olmaları, fiber optiklerin bilgisayar ağlarında kullanılmaları olanaklı kılıyor.

- İçinden elektrik geçmediği için, yanma olasılığı yok.

- Bakır kablolarla oranla son derece hafif olan fiber optikler aynı zamanda daha da az yer kaplıyor.

- Son derece esnek olduklarından, dijital kameralarda, tıbbi görüntüleme, mekanik görüntüleme aygıtlarında su sistemlerinde boruların içini görmek amacıyla kullanılabiliyorlar.