

ŞEKİL : 9. d.

GAZ MERCEKLERİN PRENSİBİ — Bell Laboratuvarlarında çalışan Dwight W. Berreman tarafından bulundu. Isıtılmış tüpten bir gaz - örneğin karbondioksit - geçirildi. Gaz tüpün merkezinde daha hızlı hareket ettiklerinden çeperlerdeki gaza göre sıcaklığı düşüktür. Tüpün çeperlerindeki bu daha düşük sıcaklıktaki gaz daha yoğun olduğundan yakınsak, bir mercekle meydana getirir. Gaz mercekle büyük avantajı laser huzmesi yolu boyunca yüzeylerin bulunmaması ve kayıpların gaz moleküllerinin doğurduğu önemsiz bir dağılıma sınırlandırılmasıdır. Gaz mercekle gaz hızının az olmasından dolayı (saatte aşağı yukarı 5 mil) türbülans etkilenmez.

L A S E R

Işınları ile haberleşme

Ortaya çıkan diğer diğer bir problem de belirli bir molekülün birden fazla emisyon frekansına sahip olabilme özelliğidir. (*) Örneğin daha önce söz konusu edilen helyum-neon karışımı 473 trilyon hertz frekansta emisyon yapabildiği gibi 261 trilyon hertz ve 885 trilyon hertz frekanslarda da emisyon yapabilir. Her laserin ancak bir frekans vermesi istendiğinden tek bir izolasyon frekansını tecrit edecek metodlar bulunmak zorundayız. Bu alanda daha yapılmamış birçok iş vardır. Bununla birlikte şimdiki bende birkaç watt ile milyonlarca wata kadar değişen güçlere sahip laser çıkışları elde edilmiş ve yüzlerce değişik laser frekansları incelenmiştir.

Gerçek uzun mesafe iletiminde laser huzmesi kullanmanın gerektirdiği diğer bir araştırma daha yapılmıştır. Atmosfer dışındaki vakumda yönlü laser ışınları kullanmak suretiyle çok düşük kayıplar

elde edilebilirse de, yeryüzünü kuşatan atmosfer, gözle görülebilir bölgedeki elektromagnetik dalgalar için çok kötü bir ortam özelliği taşır. Yağmur, kar ve sis çok büyük kayıplar doğururlar. Eğer belirli bir iletim sisteminden yüksek bir güvenilirlik bekleniyorsa, ekranlanmamış atmosferik yol uygun görünmemektedir. Kesintili bir haberleşmenin uygun görüldüğü bir kanal da yeterli bulunabilir.

Kılavuzlanmış laser iletimi, mercekle büyük bir ihtimalle yer altında döşenecek hava sızdırmaz bir boruya yerleştirmek suretiyle atmosferden korunmuş olur. Bu noktada değişik seçimler yapılabilir. Mercekle 300 feet veya daha fazla açıklıkta yerleştirip laser huzmesini bir inç çapındaki bir tüpten geçirebiliriz. Bununla birlikte yatay dönemeçler ve tepelerin gerektirdiği kavisli yollar için bazı tertiplerin düşünülmesi zorunludur. Meselâ mercekle birbirine çok yakın da yerleştirilebilir. Birkaç feet açıklıkla yerleştirilmiş mercekle huzmenin böyle dönemeçli bir yolu izlemesini sağlayacaklardır. Bu durumda her mil uzunluk için 1000 den fazla mercek kullanıldığından mercek kayıpları da çok düşük olacaktır. Yüzeylerinin pürüzlü olmasından ve kuartz ile hava ortamlarını ayıran yüzeyin yansımaya sebep olmasından

(*) Laser ışınları ile haberleşme yazısının birinci ve ikinci bölümü Bilim ve Teknik dergisinin Nisan ve Mayıs sayılarında yayınlanmıştır.

dolayı, en iyi kuartz optik mercekleri bile bu amaçla kullanıldığında çok büyük kayıplar doğururlar.

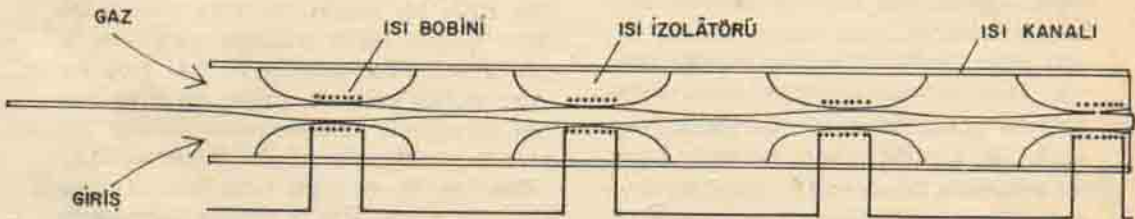
Bütün bu zorlukları yenmek için Bell Laboratuvarlarında Dwight W. Berreman tarafından gaz merceği denen mercek bulunmuş ve bu buluş daha sonra meslektaşları tarafından geliştirilmiştir. Bu tip bir modelde gaz —örneğin karbondioksit— ısıtılmış bir tüp içinden geçirilir. Gaz tüpün merkezinde daha hızlı hareket ettiğinden, tüpün merkezindeki ısı çepelerindekinden daha düşüktür. Merkezdeki, ısıyı daha düşük gaz daha yoğun olup yakınsak bir mercek meydana getirir. Birkaç değişik tipte gaz mercekli dalga kılavuzları yapılmış durumdadır. Gaz merceğinin büyük avantajı ışık huzmesinin yolu üzerinde hiçbir yüzeyin bulunmamasıdır. Mercek kayıpları da gaz moleküllerin sebep olduğu çok az bir dağılımdan ibarettir. Bununla birlikte, ışık kılavuzu problemi daha çözümden çok uzakta bulunmaktadır. Gaz hızının az olmasından dolayı (aşağı yukarı saatte beş mil) gaz mercekleri türbülans etkisine maruz değildir. Buna rağmen bazı istisnalar da vardır. Bir gaz mercekli dalga kılavuzu son derece hassas toleransları karşılamalıdır. Ayrıca, bu hassasiyetin maliyetinin izin verebilir bir aralıkta kalıp kalmadığının tespit edilebilmesi için de bazı çalışmalar gerekecektir.

Bir uzun mesafe iletim sisteminin en önemli parçası modülatördür. Bir laserin ışık çıkışını modüle edebilmek için ışık dalgalarının, birçok bireysel telefon,

televizyon ve radyo sinyallerinin kombine edilmesiyle elde edilen geniş bandlı radyo dalgası ile senkron olarak değiştirilmesi mümkün olmalıdır. Şimdiyedek yapılmış bütün optik modülatörler, maddenin reaktif indeksinde sinyal dalgası ile senkron olarak meydana gelen değişimlere dayandırılmıştır. Bu cihazlardan birinde (Şekil 10) laser çıkışı solid potasyum dihidrojen fosfat silindirinden geçirilir. Bu silindir sinyal dalgası ile orantılı bir elektrik alanı içerisine yerleştirilmiştir. Silindirin düşey eksen boyunca ışığı kırma indeksi yatay eksen boyunca ışığı kırma indeksinden uygulanan elektrik alanı ile orantılı olarak ayrılık gösterir. Bunun bir sonucu olarak laser huzmesi, giriş dalgasının polarizasyonuna göre dik bir açıda polarize edilmiş modülatörün diğer ucundan çıkar. Ayrıca, modülatör çıkış dalgasının genliği de uygulanan elektrik alanının şiddeti ile değişir.

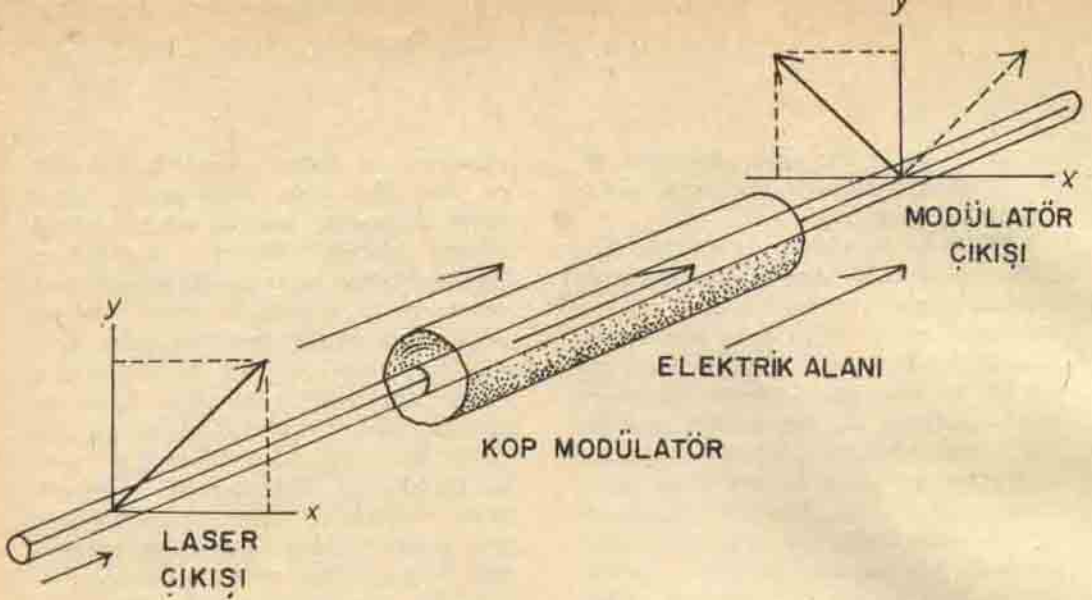
Bu tip laser modülatörleri çalışabilirse de şimdilik tatminkâr olmaktan çok uzaktırlar. Yarı iletkenlerin bağlantı noktalarındaki reaktif indeksin modülasyonuna dayanan benzer cihazlarda incelenmektedir.

Laser iletişim yolunun alıcı ucunda kullanılmak üzere uygun ışık dedektörleri üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır. Üzerine ışık huzmesi düşürülünce elektron neşreden yüzeyleri ihtiva eden vakum tüpleri —fotomultiplör tüpünün değişik tipleri— geliştirilmiş ve spektrumun gözle görünebilen bölgesinde



ŞEKİL : 9. c.

GAZ MERCEKLERİ DALGA KILAVUZU — Bell Laboratuvarlarında yapılmış birçok tipten biridir. Bunlar son derece hassas toleransları karşılayacak şekilde yapılmışlardır. Gerekli hassasiyetin makûl bir maliyetle elde edilemeyeceği konusunda daha ileri çalışmalar gerekmektedir.



ŞEKİL - 10

LASER HUZMESİNİN MODÜLASYONU — Bazı maddelerin reaktif indekslerinin, birçok bireysel telefon, televizyon ve radyo sinyallerinin kombine edilmesi ile elde edilen geniş bantlı radyo dalgası ile senbron değişimlerine dayanır. Bu özel modülatörde laser çıkışı, potasyum dihidrojen fosfattan yapılmış solid bir silindirden geçirilir. (KPD) Bu ise sinyal dalgası ile orantılı bir elektrik alanı içine konmuştur. x eksenli boyunca kırılma indeksi y eksenli boyuncakinden uygulanan elektrik alanıyla orantılı miktarda farklıdır. Bunun sonucunda laser huzmesi giriş dalgasının polarizasyonuna göre dik bir açıda polarize edilmiş modülatörün diğer ucundan çıkar.

oldukça verimli sonuçlar alınmıştır. Diğer bir dedektör ise, çarpan ışık dalgasının enerjisi ile orantılı olarak bir alçak frekans devresine elektronlar gönderen bir yarı iletken bağlantısını ihtiva etmektedir.

Daha iyi dedektörler, modülatör ve laserler bulmak için yapılan araştırmaların büyük bir kısmı yeni malzemeyi gerektirmektedir. Metalurjistler, kimyagerler ve fizikçilerden değişik malzemelerin davranışlarını açıklayıcı bilgilerle birlikte daha arı ve ihtiva ettikleri bilinen «yabancı elemanları» dikkatle kontrol edilmiş malzemeler, yani, arı ve yapısı uygun düzenlenmiş kristaller beklenmektedir. Laserin bulunuşundan önce malzemelerin bu özellikleri için çalışmalar yapmağa lüzum yoktur. Aynı zamanda Laser malzemelerin daha önceleri mümkün olmayan yollarla incelenmesini sağlamıştır. Laser çıkışının ana özelliklerinden monokromatik oluş, çok çeşitli maddelerin enerji seviyeleri üzerinde yapılan spektroskopik çalışmalara da ışık tutmuştur.

Uzun mesafe iletişiminde laserin sağladığı bu avantajlara rağmen, bugünkü sistemlerle ekonomik rekabetinin çok şiddetli olacağı beklenmektedir. Ticari alandaki başarı, sadece spektranın gözle görülebilir bölgesinde iletişim yapabilmeyi fizibilitesine dayanmaktadır. Koaksiyal kablo, mikrodalga ve dalga kılavuzu sistemlerinin kombine edilmesi, bu bir tek çok geniş bantlı sisteme eşdeğer bir sistem ortaya koyabilir. Böyle bileşik bir sistem önümüzdeki pek uzun yıllar için haberleşme alanında öngörülen ihtiyaçlara cevap verebilir. Aynı zamanda böyle bir sistem, bir kaza sonucu bütün sistemi elden çıkarma yönünden de daha az riske sahiptir. Ayrıca, yeni sistem sadece eskisinin yaptığı işi daha ucuza görmemeli aynı zamanda mevcut sistemin çeşitli gelişmelerini de sezmelidir. Transistörler ve diğer solid haldeki cihazlar son on yıl içinde mevcut haberleşme sistemlerinde devrim yaratmışlardır. Şimdi laser, iki yıl ömürlü vakum tüplerinin yerlerini 20 yıl ömürlü bu solid cihazlara bıraktığı bir ortamda rekabet etmek zorundadır.