

L A S E R

Işınları ile haberleşme

Laserlerin neşrettiği ışınların eşsiz özellikleri, uzak mesafelere elektrik sinyallerinin iletiminde ışık dalgalarından en yeni faydalanma yolunu mümkün kılmıştır.

1960 yılında kullanılabilecek bir laser modelinin yapıldığına dair verilen haber çeşitli sahalarda çalışan pekçok kimse tarafından heyecanla karşılandı, ama hiç kimse bu yeni buluşun getireceği olanaklara uzun mesafelerde haberleşme problemi ile ilgilenen araştırmacılar kadar sevinmedi. Heyecanın nedeni, bir haberleşme kanalının kapasitesinin frekans bandının genişliği ile orantılı olması olgusuydu. Böylece, spektranın çok geniş frekans bandlarının bulunduğu görülebilir bölgesindeki elektromagnetik dalgaları kullanan bir haberleşme sistemi, prensip olarak, daha düşük frekanslı radyo dalgalarını kullanan sistemlerin taşıdığı bilginin pekçok katını taşımaya yeterli olacaktır.

Bu ışınların 1960 yılından evvel haberleşmede kullanılmasına başlıca engel, bağdaşık (basamaklı) ve monokromatik (tek frekanslı) ışık dalgalarını üretebilecek bir kaynağın bulunmamasıydı. Laser tarafından neşredilen ışınların yukarıdaki özelliklere sahip olması haberleşme mühendislerinin hülyalarını gerçekleştiriyordu. Bugün bu cihazın haberleşme alanına uygulanması üzerinde çalışan mühendis ve fizikçi sayısı, herhangi bir alana uygulanmasında çalışan mühendis ve fizikçi sayısından fazladır. Bu yazıda laser iletişim sisteminin sağladığı bazı avantajları ve böyle bir sistemin gerçekleştirilmesinden önce çözülmesi gereken problemler söz konusu edilecektir.

DÖRT ELEKTRİKSEL TEKNİK

Bugün uzun mesafelere büyük hacimli mesajların iletilmesi için ispatlanmış dört elektriksel teknik vardır. Bunlardan en eskisi, kentler arasındaki haberleşme trafiğinin büyük bir kısmını taşıyan koaksiyal (coaxial) kablo sistemidir. Standart bir koaksiyal kablo merkezinde tek bir bakır iletgenin bulunduğu 3/8 inç çapında bakır bir borudur. Kablolar ekseriya 8-20 kablodan ibaret demetler halinde toplanmışlardır. Taşınacak haberleşme trafiğinin büyüklüğüne bağlı olarak kablo boyunca her iki veya dört milde bir amplifikasyon sağlayıcı teçhizat yerleştirmek zorunludur. Koaksiyal kablolar normal olarak 600m-15m dalga uzunluklu ve 500.000-20 milyon hertz frekanslı radyo dalgalarını taşır.



Şekil - 1

FREKANS (HERTZ)

FREKANS BANDLARI : Başlıca haberleşme sistemlerinin birçoğunu içine alan frekans bandları, elektromagnetik spektranın bir parçası üzerinde gösterilmiştir. Bir haberleşme kanalının kapasitesi, frekans bandının kalınlığı ile orantılı olduğundan spektranın görülebilir bölgesindeki elektromagnetik dalgaları kullanan kentlerarası bir haberleşme sistemi (en sağda), prensip olarak, daha düşük frekanslı radyo - dalga sistemlerinin taşıyacağından birçok defa daha fazla bilgi taşıyabilir.

LASER HUZMESİ : Soldaki helyum - neon gaz Laser tarafından üretilmiştir. Resmin ortasında görülen «gaz merceği» dir. Huzme bu mercekten çıkınca daralarak minimum kalınlığa düştükten sonra genişlemeğe başlar. Fotoğraf üç safhada alınmıştır: Birinci safhada üzerinde çeşitli parçalar monte edilmiş bulunan optik tezgâh tamamen aydınlatıldı. Bundan sonra odanın ışıkları söndürülerek laser aktif duruma geçirildi. Sonuncu olarak da laser maskelenerek optik tezgâh üzerindeki kızığa monte edilmiş özel bir cihaz (sağda) yardımı ile laser huzmesinin bir kısmının fotoğrafı çekildi. Cihaz, huzmeyi küresel bir ayna üzerinde odaklanmak için kullanılan adı bir cam mercekten ibarettir. Mercek huzmeyi küresel bir ayna üzerine yöneltir. Ayna ise huzmeyi 90° döndürerek fotoğraf makinesine gönderir. Burada huzme saydam bir yüzey üzerine düşerek, fotoğrafik film üzerinde dalresel bir görüntü olarak tesbit edilir. Kızak optik tezgâh üzerinde hareket ettirildikçe ardarda kayıt edilen küresel görüntüler rüntü teşkil eder.

Bugün A.B.D.'de şehirlerarası haberleşme trafiğinin en büyük kısmı havadan birbirinden 20-30 mil açıklıkta dikilmiş mikrodalga - radyo röle kuleleri ile yapılır. Bu sistem, esas olarak bir milyar ile on milyar hertz frekanslı aralıkta mikrodalga radyasyon huzmelerini kullanır.

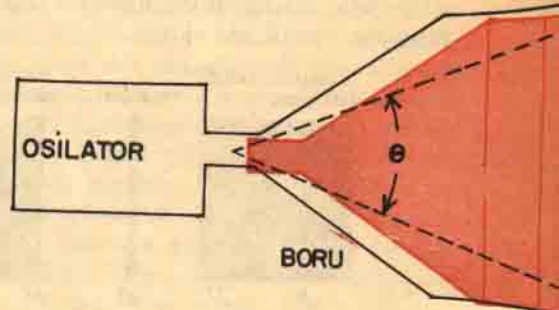
Dalga kılavuzu diye adlandırılan üçüncü iletim tekniği son yıllarda geliştirilmişse de henüz geniş bir uygulama sahası bulamamıştır. Bu teknikle, 30 milyar ile 90 milyar hertz arasındaki bandda milimetrik dalgalar, çapı yaklaşık olarak iki inç olan içi boş tek bir tüp vasıtası ile iletilir. Sonuç olarak söylenebilir ki -gerektiği an- bu sistemle, bugün kullanılmakta olan diğer herhangi bir sistemle yapılabilenden daha çok haberleşme yapılabilir.

Dördüncü ve en yeni elektriksel haberleşme tekniği yapma uydu kullanılmaktadır. Mikrodalga - radyo bandında çalışan uydular kullanan geniş bantlı iletişim, A.B.D. ile Avrupa arasında Telstar uydusu vasıtasıyla deneysel olarak gerçekleştirildi. Bugün bu teknik, Early Bird peyki ile ticarî olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Bu uzun mesafe haberleşme tekniklerinin herbirinin ana kuralı multipleks ile-

timidir. Bu ise, birbirinden farklı birçok mesajın aynı anda aynı yoldan iletimi demektir.

Bu multipleks metodunun bütün amacı ekonomidir. Bir tek geniş bantlı sinyal dalgasını bir tek koaksiyal kablo ile taşımak birçok dar bantlı sinyal dalgasını



NEŞREDİLEN DALGA

ŞEKİL - 3

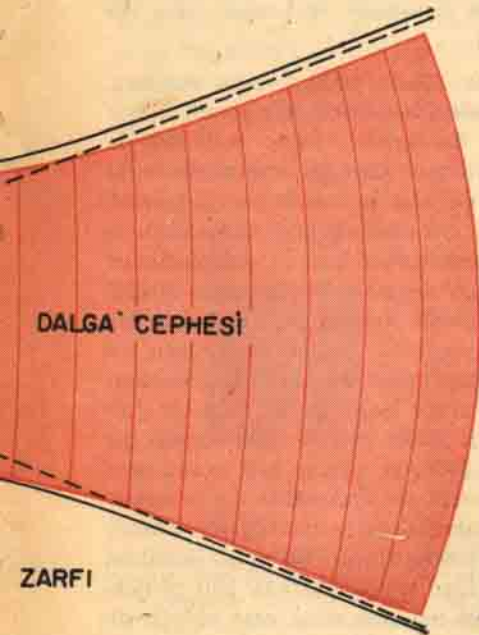
çok sayıda koaksiyal kablo üzerinden iletmekten daha ucuzdur. Bu nedenden dolayı, bugün kullanılmakta olan kentlerarası iletim tekniklerinin tümü multipleks metodunun değişik şekillerinden faydalanmaktadır.

Elektromagnetik spektrumun görünebilir kısmının haberleşme mühendislerine çekici gelmesindeki nedeni görmek pek zor değildir. Spektra içindeki yeri ne olursa olsun, mademki bir haberleşme kanalı aynı band genişliğini gerektirir, o halde haberleşme kanalları için çok daha geniş bir yerin bulunduğu daha yüksek frekanslı bölgeler, daha alçak frekanslardan daha büyük kapasiteye sahip demektir. Spek-

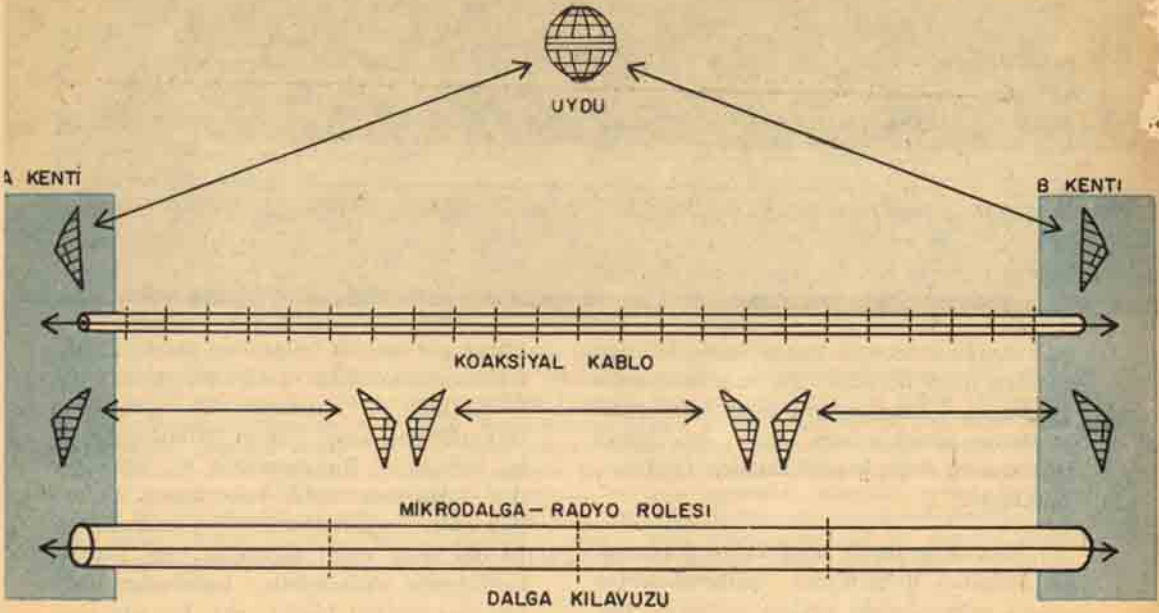
trumun görünebilir bölgesinin merkezindeki frekans, mikrodalga - radyo röle sisteminin kullanıldığı altı santimetrelik dalgaların frekansından aşağı yukarı 100.000 defa daha büyüktür. Bu demektir ki, tipik bir ışık dalgasının teorik haberleşme kapasitesi mikrodalğaninkinden yaklaşık olarak 100.000 defa daha büyüktür. Bu gerçek, haberleşme mühendisleri tarafından uzun bir süredenberi biliniyordu. Burada taşıyıcı dalgaların bilinen radyo haberleşme sistemi ve laserden başka ışık kaynakları ile nasıl üretildiğini kısaca gözden geçirelim.

Radyo haberleşmesi için gerekli güç, herbiri belli bir sayıda pasif akort elemanları ile (bobinler, paralel levhalı kondansatörler) kombine edilmiş bir aktif eleman (ya bir vakum tüpü veya transistör) ve bir akım kaynağından teşkil edilmiş elektrik devreleri tarafından üretilir. Aktif eleman, akımı bobinin sarımlarının veya kondansatörün levhalarının sayısı ile tayin edilen bir frekansta titreşen bir akıma çevirici supap ödevini görür. Böyle bir devreye osilatör denir.

Hemen hemen bütün radyo osilatörlerinde güç, istenildiği takdirde bobin veya kondansatörlerin tertibi değiştirilerek ayarlanan tek bir frekansta konsantre edilmiş-



RADYO DALGALARI: Radyo osilatörden (solda) titreşen akım halinde elde edilen radyo dalgaları uygun şekilde dizayn edilmiş bir boruyu (ortada) besler. Buradan da, radyasyonla dalga boyunun boru deliğinin çapına bölünmesi ile elde edilen açığa kabaca eşit olan bir açıyla yayılan huzme halinde uzaya neşredilirler. Borunun ağzında huzmenin dalgalarının cepheleri düzlemsel ise de, dalgalar borudan uzaklaştıkça cepheleri de küreselleşir. Burada θ açısı olduğundan büyük gösterilmiştir. Normal olarak 10 dereceden küçüktür.



ŞEKİL - 5

DÖRT ELEKTRİKSEL METOT: Büyük hacimdeki bilgileri uzun mesafelere iletmek için dört metot vardır. En yeni metotta yapma uydular kullanılır (en yukarıda). Kaoksiyal kablo sistemi (en yukarıdan ikinci) halen A.B.D.'de kentler arasındaki haberleşme trafiğinin büyük bir kısmını taşımaktadır. A.B.D.'deki kentler arası trafiğin en büyük kısmı ise havadan mikrodalga - radyo röle sistemi (alttan ikinci) vasıtası ile taşınır. Bu sistemde amplifikatörler 20 - 30 mil açıklıkla yerleştirilmişlerdir. Son yıllarda geliştirilen dalga kılavuzu metodu ise bugün kullanılan metotların herhangi birinden daha çok haberleşme trafiği taşıyabilir. Amplifikatörler (kesik çizgilerle gösterilmiştir), kaoksiyal kablo sisteminde iki ilâ dört mil, dalga kılavuzu sisteminde ise 10 ilâ 15 mil ara ile yerleştirilir. Mikrodalga - radyo röle borularının gerçekte çapları 10 ilâ 15 feet kadardır.

tir. Osilatör'ün çıkış akımı uygun bir şekilde dizayn edilmiş bir boruyu beslerse enerji, kabaca, radyasyon dalga boyunun borunun delik çapına bölümü ile elde edilen bir açıda yayılan huzme şeklindedir. (Şekil 3 e bak). Tipik radyo dalgası uzunluğuna nazaran devrelerde meydana gelen enerji küçük olduğundan ve ekseriya enerji geniş ağızlı bir borudan yayıldığından dolayı, huzmenin dalga cepheleri, borunun ağız kısmında düz olup, huzme borudan uzaklaştıkça tedricen küresel bir şekil almaya başlar.

Şimdi adi bir enkandesant veya kızgın telli elektrik lâmbasının ne kadar ışık verdiğini düşünelim. İnce telden geçen akım teli yüksek bir sıcaklık derecesine kadar ısıtılır ve böylece tel görülebilir ışık şeklinde elektromagnetik enerji neşretmeye başlar. Kızgın telden çıkan

ışınlar her yönde yayılır, daha doğrusu, tel üzerindeki her nokta her yönde ışınlar neşreder. Bu durum radyo osilatörü ile kızgın telli ışık kaynağı arasındaki farkı teşkil etmektedir ve laserin ortaya çıkışından önce ışık dalgalarının haberleşmede kullanılmamalarının başlıca nedenlerinden biridir. Eğer kızgın telli lâmbanın verdiği ışığı bir huzme halinde toplamak için bir teşebbüs yapılırsa, birçok istenmeyen sonuçlar ortaya çıkar. Bir kere toplayıcı merceklekler üzerinde ışığın ancak belli bir parçası düşer; ikinci ve çok daha önemli bir husus, radyasyon yapan her nokta ana huzme eksenini ile arasındaki açı o noktanın telin merkezinden uzaklığıyla orantılı olan bir huzme üretir. Bu açıyı mümkün olduğu kadar küçük yapmak için projektorlerde ve dar huzmenin esas olduğu diğer lâmbalarda «nokta kaynakları» -örne-

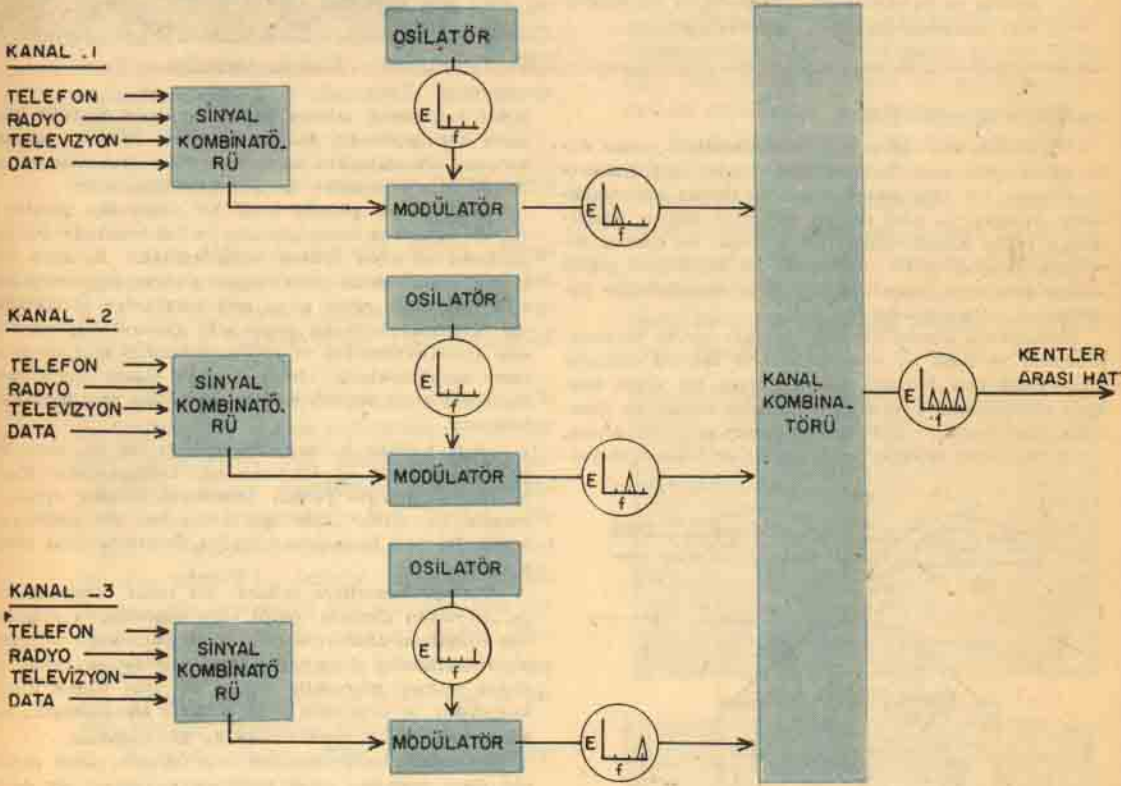
ğin karbon arkları - kullanılır. Nokta kaynağın neşrettiği bileşke huzme bile, ışığın dalga boyunun kaynağın çapı ile bölümüne eşit bir açıda yayılır. Şüphesiz ki bir nokta ışık kaynağının verebileceği güç, büyüklükçe sınırlanmamış bir kaynağinkine nazaran çok küçüktür.

Sonuç olarak, tek bir frekans taşıyıcı dalgaların üretiminde kızgın telli ışık kaynağının osilatör olarak gösterdiği yetersizlik, ışığın haberleşme amacıyla kullanılmasında erken başlayan araştırmaların ertelenmesine sebep olmuştur. Kızgın telli bir grup osilatörden geniş bantlı emisyonlar daima birbiri üzerine düşer ve

karşılıklı karışıma yol açarlar. Ayrıca, belirli bir kanalda çeşitli ses sinyali bireyleri arasında da karışım meydana gelmektedir. Bu problemlerden kaçınmak için dar bir band aralığında flitreler ile enerji seçimi yapılabilir; böylece çok daha yaklaşık olarak nankromatik kaynak elde edilse bile, bu yolla lâmbanın orijinal gücünün çok küçük bir kesrinden faydalanılmış olunur. Bu safhada karşılaşılan verimdeki kayıp, bütün metodu pratik olmayan bir sonuca götürür.

GELECEK YAZI

Laser'in bulunması ve çözümün çıkmazdan kurtarılması



SEKİL 6

MULTİPLEKS METODU : Aynı yoldan aynı anda değişik ve çok sayıda iletim yapma işlemidir. Her uzun mesafe iletişim sisteminde kullanılır. Herhangi bir tip osilatör tarafından üretilen bir tek frekanslı «taşıyıcı» dalga yeni ve bileşik bir sinyali teşkil etmek için çok sayıda bireysel sinyal ile modüle edilir. Bu işlem, değişik frekanslı taşıyıcı dalgalar kullanarak birçok farklı kanal için tekrar edilir. Bundan sonra özel elektrik şebekeleri, kentler arası tek bir yoldan aynı anda iletim yapmak için bu geniş enerji bantlarının birçoğunu kombine ederler. Yukarıdaki her dalrenin içinde E enerjiyi, f de frekansı göstermektedir.