

Türkiye'de haberleşme sanayiinde bir öncü:

P.T.T. ARLA

Seleşuk ÖZBAYRAKTAR

Telefonda konuştuğumuzda sesimizin karşı tarafa gidinceye kadar başına neler geldiğini, ne kılıklara girip çıktığını çoğumuz düşünmemiştir bile. Ya frekansı değiştirilir, insan kulağının işitemeyeceği yüksek frekanslı işaretler haline sokulur, ya da saniyede sekizbin parçaya ayrılıp parçalarının her biri bir takım şifreler halinde karşı tarafa gönderilir. Sonra ulaştığı yerde tekrar eski haline sokulur ve biz bunların farkına bile varamayız. Bütün bu işleri yapan son derece karmaşık elektronik cihazlar zannettiğimiz gibi yurt dışından ithal edilmiyor. İlk hesabından, tasarımına, üretimine kadar PTT'nin İstanbul'daki Elektronik Haberleşme Cihazları Laboratuvar ve Fabrikasında (ARLA) yapılıyor.

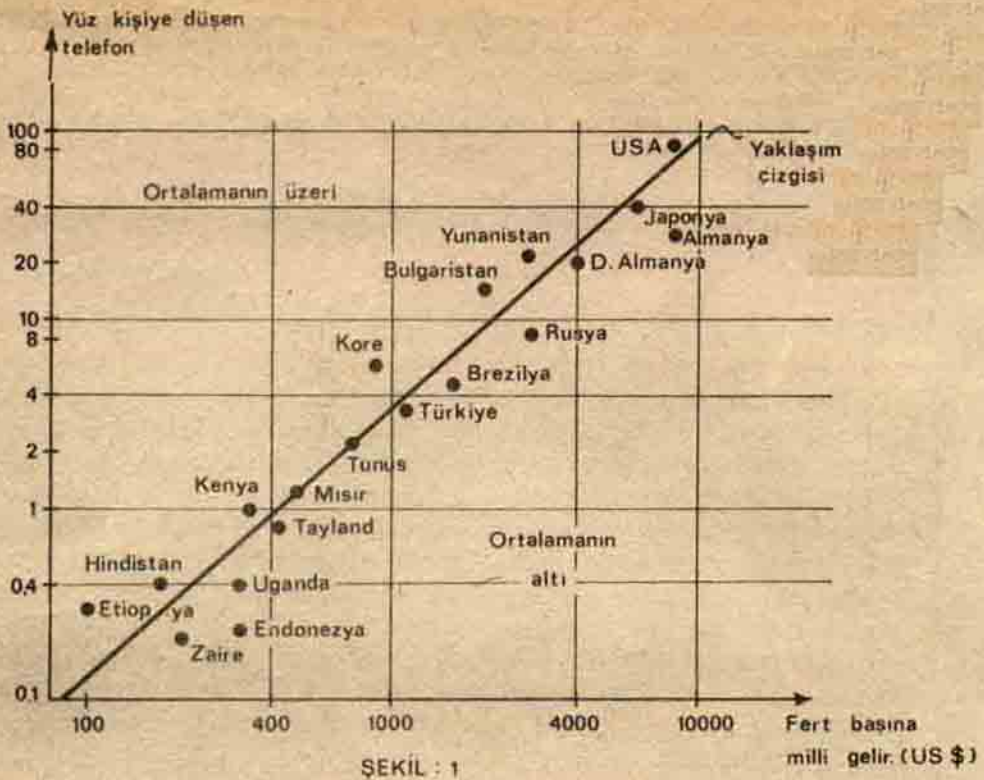
HABERLEŞME SİSTEMLERİ VE ULKE EKONOMİSİ

Elektrik devrelerinden yararlanılarak telgraf ve telefon haberleşmesinin mümkün kılınması insanlık tarihinin en önemli olaylarından biridir. 1876 da A.G. Bell tarafından keşfedilen telefon kısa sürede ekonomik ve sosyal hayatın ayrılmaz bir parçası olmuştur. Öyle ki, bir ülkedeki fert başına düşen telefon sayısı, milli gelir gibi bir gelişmişlik ölçüsü olarak ele alınabilmektedir. Fert başına düşen milli gelirle telefon sayısı arasındaki ilginç bağlantı Şekil 1'de açıkça görülmektedir.

Görüldüğü gibi, telefon sayısını düşük tutarak ekonomisini geliştirebilmiş bir ülke yoktur. Başka bir deyişle, gelişen ekonomi daha çok sayıda telefon isteyecektir.

Türkiye'de şu anda 1.5 milyon kadar telefon vardır. Eğer komşumuz Yunanistan'ın gelir düzeyine ulaşmak istersek, ülkemize yaklaşık 6.5 milyon telefon gerekecektir. Bu sayı nüfusun 45 milyonda kalması halinde geçerlidir. Nüfusun artması ile orantılı olarak telefon sayısında da artma olacaktır. Bir telefon postasının kurul-

ması, bütün görünmeyen teçhizatla birlikte kabaca 1500 dolara malolmaktadır. Yani, Yunanistan'ın 3000 dolar GSMH lik ekonomik düzeyine gelene kadar Türkiye, ihtiyaç duyacağı 6 milyon telefon postası için yaklaşık 9 000 000 000 dolar (9 milyar dolar) harcayacaktır. Bu yatırımı yapmadan istenen hedefe ulaşamayacağı Şekil 1 den görülmektedir. Ortaya çıkan bu büyük rakamları döviz olarak ödemeye çalışmanın ülkesinin içinde bulunduğu şartlar içinde anlamsız olduğu açıktır. O halde, ümitsizliğe kapılmadan en fazla kullanılan başlıyarak mümkün olduğu kadar fazla şeyin yerli olarak yapılmasına girişilmelidir. Bu girişim 15 yıl önce PTT tarafından yapılmış ve ARLA kurulmuştur. Yaklaşık 7 yıldır ithalati durdurulan çoklayıcı haberleşme sistemlerini bu genç kuruluş üretmektedir. Üstelik hiçbir lisans, teknik yardım almadan, bir avuç araştırmacının yaptığı araştırma, geliştirme ve tasarımın ortaya çıkardığı cihazları 300-400 kişilik üretici kadrosuyla üretirek, ARLA'da yapılan çalışmaları anlatmaya başlamadan önce üretim konusunu oluşturan "çoklayıcı sistemler" hakkında kısa bir bilgi vermek yerinde olacaktır.



FERT BAŞINA DÜŞEN TELEFON SAYISI İLE MİLLİ GELİR ARASINDAKİ İLİŞKİ. (1978 ocak)

ÇOKLAYICI SİSTEM NEDİR?

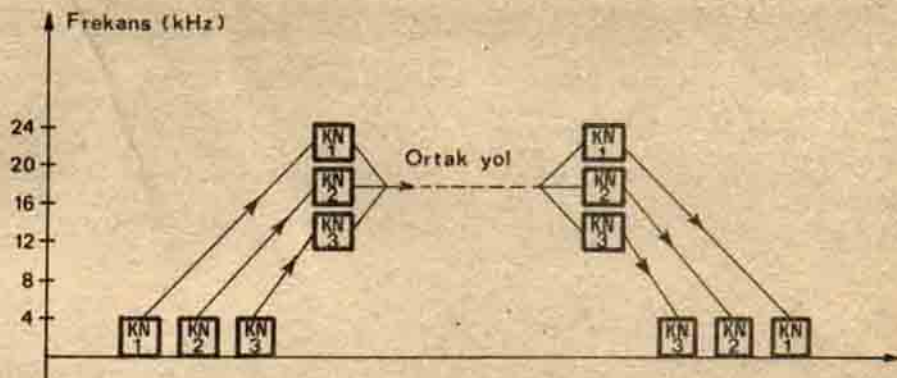
Bilindiği gibi telefon, ya da telgrafla haberleşmek isteyen iki kişi arasında bir çift iletken telden oluşan bir bağlantı gereklidir. Konuşmak isteyen her çift için böyle bir bağlantı kurmak, evden eve birbirlerini çaprazlayarak giden yüzlerce telden oluşan bir kargaşalıkla sonuçlanacağından daha ilk yıllarda bu sorun santraller aracılığıyla çözülmüştür. Bütün telefonlar birer çift tel ile bir merkeze bağlanmış, birbirleriyle görüşmek isteyen çiftler arasındaki bağlantı bu merkezlerde yapılmıştır. Bu bağlantı merkezlerine telefon santrali adını veriyoruz. Yerleşme merkezlerinde çeşitli semtlere kurulan santraller da kendi aralarında bağlanarak bütün abonelerin birbirleri ile görüşebilmeleri sağlanmıştır. Şehirler arasındaki bağlantılar da benzeri şekilde sağlanır. Santralleri ve şehirleri birbirine bağlayan tellerin sayısını ise aynı anda konuşmak isteyen abone sayısı belirler. Örneğin, İstanbul-Ankara arasında aynı anda 1000 kişi karşılıklı görüşmek isterse, İstanbul'dan Ankara'ya 1000 çift iletken tel gitmelidir. 50 metrede

bir dikilen direklere porselen izolatörlerle bağlı 1000 çift iletkenin 500 kilometrelik yol boyunca gittiğini düşünmek bile zordur. Bu havada en az 5m x 5m lik bir tel kalabalığı demektir. Üstelik bu kadar yükü basit direklerin taşıyabileceği de şüphelidir. İstanbul ve Ankara gibi büyük şehirler arasındaki konuşma talebinin çoğu zaman 1000 sayısının üzerinde olacağını da ayrıca belirtmek gerekir. Hele bağlantı kurulan iki merkez arasında su altı kablosu gibi son derece pahalı iletim malzemeleri kullanılıyor ise, sorun büsbütün rahatsız edici olur.

Bir çift iletken üzerinden çok sayıda kişiyi aynı anda görüştürmek bu soruna bir çözüm olabilir. Bu fikir zamanla gelişerek ortaya çoklayıcı sistemler çıkardı. Gerçekten de bir çift iletkeni tek kişinin konuşmasına ayırmak, 24 şeritli bir yolun sadece bir şeridini kullanmak kadar verimsiz bir çalışmadır. Ancak, birden fazla konuşmayı aynı tel üzerinden naklederken, bunların birbirine karışmasını sağlamak gerekir. Çoklayıcı sistemler işte bu görevi üstlenirler. Değişik yöntemlerle 3 ila 10000 arasında değişen sayıdaki konuşmaları aynı tel ya da kablo üzerinden gidecek şekilde

karıştırıp karşı tarafta da tersi bir işlemle tek tek ayırırlar. Böylece binlerce abone birbirlerinin farkında bile olmaksızın aynı iletişim yolu üzerinden aynı anda görüşürler. Bu iş frekans paylaşmalı çoklama (F.P.Ç.), ya da zaman paylaşmalı çoklama (Z.P.Ç) yoluyla yapılır.

Frekans paylaşmalı çoklayıcı sistemlerin prensibi evlerimizdeki radyo ve televizyon cihazlarının çalışmasını andırır. Nasıl ki, yüzlerce radyo istasyonu yayınlarını atmosfere birbirlerini rahatsız etmeden yayıyorlar, biz de radyomuzla istediğimizi seçebiliyorsak F.P.Ç. sistemler de aynı



ŞEKİL 2

3 KANALLI BİR FREKANS PAYLAŞTIRMALI ÇOKLAYICI SİSTEMİN ÇALIŞMA ŞEKLİ

yöntemle binlerce konuşmayı aynı yol üzerinden nakledebilirler. Bu şekilde koaksiyal kablo denilen özel bir tip kablo üzerinden aynı anda 20 000 kişi konuşabilir. Şekil 2 de 3 kanallı bir F.P.Ç. sisteminin çalışma şekli açıklanmaktadır.

Görüldüğü gibi, A istasyonundaki üç konuşma, birbirini etkilememeleri için, değişik frekans bölgelerine kaydırılarak ortaklaşa kullandıkları yola verilmekte, B tarafında ise tekrar insan kulağının duyabileceği şekilde sokulmaktadır. Bu üç kanallı bir sistemdir. Genellikle 12, 60, 300, 900 ve 1800 kanallı sistemlerle karşılaşılır. Daha büyük kapasiteler gerektiğinde 2700 ve 10000 kanallık sistemler kullanılabilir.

Şekil 3 de çalışma prensibi gösterilen zaman paylaşmalı çoklayıcı sistemlerde ise yol, çok sayıda aboneye sırayla verilir. Önce birinci aboneye bağlı olan yol sonra ikinciye bağlanır, bu şekilde bütün aboneler sırayla yolu kullanırlar. Ancak bu işlem öyle hızlı yapılır ki, aboneler yolun kesilip başkasına verildiğinin farkına varamazlar. Her abonenin konuşması saniyede 8000 defa kesilir ve bağlanır. Her seferinde saniyenin 4'ü kadar bir süre bağlı kalır. Diğer zamanlarda yol geri kalan 29 aboneye aynı şekilde bağlanır. Bu bağlantı kesilip açılmaları karşılıklı iki istasyonda aynı sırayla ve aynı anda yapıldığından aboneler karşılarında hep aynı kişiyi bulurlar ve saniyede 8000 kesinti onları hiç rahatsız etmez.

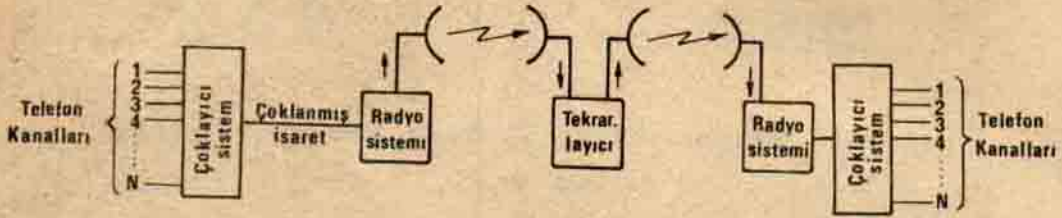


ŞEKİL 3

ZAMAN PAYLAŞMALI BİR SİSTEMİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Direkler üzerinde birbirine paralel giden bir çift çıplak telden oluşan haberleşme yolu en çok 16 telefon konuşmasını taşıyabilir. O halde, sözünü etmiş olduğumuz binlerce telefon kanal kapasiteli çoklayıcı sistemleri birbirine nasıl bağlayacağız? İşte burada yardımımıza koaksiyal kablolar ve Radyo-Link sistemleri yetişir. Koaksiyal kablo 10000 kanala kadar kapasitesi olan özel bir kablo çeşididir. Boru şeklinde bir dış iletken ile bunun ortasından geçen bir telden oluşur. Oldukça pahalı bir kablo tipidir. Radyo-Link sistemleri ise, çok yüksek frekanslı radyo dalgaları ile iletişim sağlarlar. Yüksek yerlere yerleştirilen çanak, ya da boynuz şeklindeki yansıtıcı antenleri ile yayınlarını dar demetler halinde yönlendirirler. Böylece, güçlerini gereksiz yere

bütün uzaya yaymaksızın, istenen doğrultuda gönderebilirler. Birbirlerini görecektaki kuvvetlendirici-tekrarlayıcı cihazlardan oluşan bir şebeke ile binlerce kanallık haber demetleri istenen yerlere gönderilebilir. Radyo-Link sistemleri kolayca demetlenerek bir doğrultuda gönderilebilen mikro dalgalar adı verilen çok yüksek frekanslarda çalışırlar. Bir bağlantı için koaksiyal kablo mu, yoksa radyolink mi kullanacağımı çoğunlukla bölgenin yüzey şekli tayin eder. Zira dağlık bir bölgeye kablo döşemek adeta olanaksızdır. Böyle yerlerde, zorunlu olarak, radyo-link sistemleri kullanılır. Bu bakımdan radyo-link sistemlerinin engebeli bir yüzey şekline sahip olan ülkemiz için özel bir önemi vardır.



ŞEKİL 4

RADYO-LINK SİSTEMİYLE BİRLİKTE KULLANILAN BİR ÇOKLAYICI SİSTEMİN ŞEMATİK GÖSTERİLMİ

Buraya kadar açıklama kolaylığı sağlama açısından telefon bağlantıları ele alınmıştır. Halbuki, haberleşme sistemleri çok değişik tipte haberleri iletmekte kullanılırlar. Yolun daha verimli kullanılmasını sağlayan telgraf ve teleks sistemleri bunlardan ikisidir. Bir telefon konuşmasının kapladığı yoldan 24 telgraf haberi gönderilebilir. Bunun yanında gazetelerin resim naklinde kullandıkları işaretlerin nakli, bilgisayarlarla uzaktan bağlantı sağlanmasını mümkün kılan data Modern cihazları, TV ve müzik nakline uygun sistemler profesyonel haberleşme cihazları üreten kuruluşların çalışma konularını oluşturur.

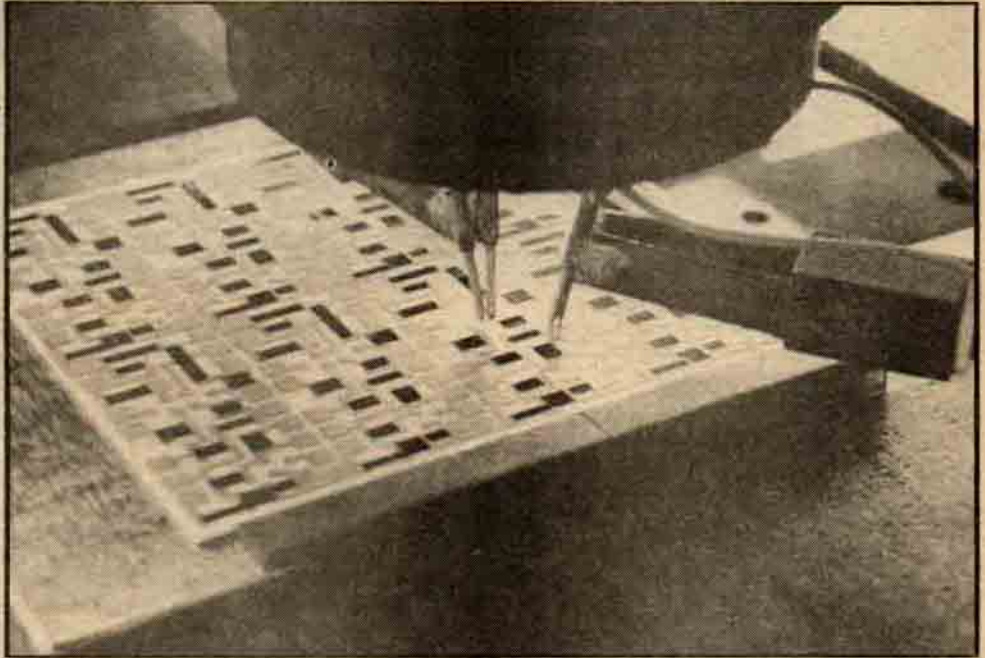
TÜRKİYE'DE PROFESYONEL ELEKTRONİK HABERLEŞME CİHAZLARI ÜRETİMİ

Burada her biri binlerce kişiye hizmet eden, profesyonel haberleşme cihazlarından beklenen özellikleri sıralamak yerinde olacaktır. Zira, bu cihazlar evlerde kullandığımız radyo, televizyon gibi dayanıklı tüketim cihazlarının çalıştığı rahat koşullar altında, çalışmazlar. Ev cihazlarının normal

bir nem, 15-20°C lik bir ortam sıcaklığı altında 7-8 yıl çalışması sevindirici kabul edilirken, profesyonel cihazların 10°C dan 50°C a kadar değişen sıcaklıklar altında nemli ortamlarda 25 yıl sürekli (gece-gündüz) çalışması beklenir. Üstelik bu cihazlar arıza yaptığında sadece bir aile değil, binlerce kişi zarar görür. Bir radyo alıcısının harcadığı gücün 50 W ya da 75 W olmasının üstünde pek durulmaz. Halbuki, yüzlerce cihazın bir arada çalıştığı, sırasında akümülatörlerle beslenen bazen ulaşılması güç yerlerde bulunan çoklayıcı sistem merkezlerinde, güç tasarrufu büyük önem kazanır. Boyutların küçültülmesi estetik görünüşün de ötesinde bir önem kazanır. Profesyonel cihazların sağlanması gereken şartlar, CCITT kısaltılmışı adı ile anılan uluslararası bir kuruluş tarafından belirlenerek yayınlanır. Bu nedenle bu cihazlar, imalatçısı kim olursa olsun, en az CCITT koşullarını sağlamak zorundadır. Aksi takdirde uluslararası haberleşmeler olanaksız hale gelir. Bu konuda üretim yapan firmalar başkalarıyla rekabet edebilmek için CCITT'nin önerdiğinden de sıkı koşulları yerine getiren sistemler yapıp, maliyetlerini düşür-

meye çalışırlar. Bu özellikleri nedeniyle profesyonel haberleşme cihazları, tasarımından üretimine kadar ayrı bir dikkat ve özen isterler. Her cihaz fabrikadan çıkmadan önce bütün ayrıntıları ile ölçü ve kontrolden geçirilir. Zaman zaman, özel klima odalarında değişik iklim koşulları altında çalışmaları gözlenerek kalitelerinden emin olunur. Anlaşılacağı gibi, profesyonel haberleşme cihazı üretimini üstlenen bir kuruluşun herhangi bir elektronik cihaz üreten fabrikadan çok farklı bir karaktere sahip olması gerekmektedir.

Türkiye eskiden bütün ileri teknoloji isteyen sanayi ürünlerini olduğu gibi, haberleşme cihazlarını da ithal ederdi. 1965 de 3 kişi ile kurulan, 1971 de Ümraniye'deki binasına taşınan genç bir kuruluş olan PTT Elektronik Haberleşme Cihazları Laboratuvar ve Fabrikası (PTT ARLA) profesyonel elektronik cihazlardan "çoklayıcı sistemler" üretimini üstlendi. Kısa zamanda gelişerek tümüyle kendi teknolojisi, emek ve tasarımının eseri olan sistemleri üretime soktu. Öyle ki, bugün yurdumuzda kullanılan çoklayıcı sistemlerin % 75'i PTT

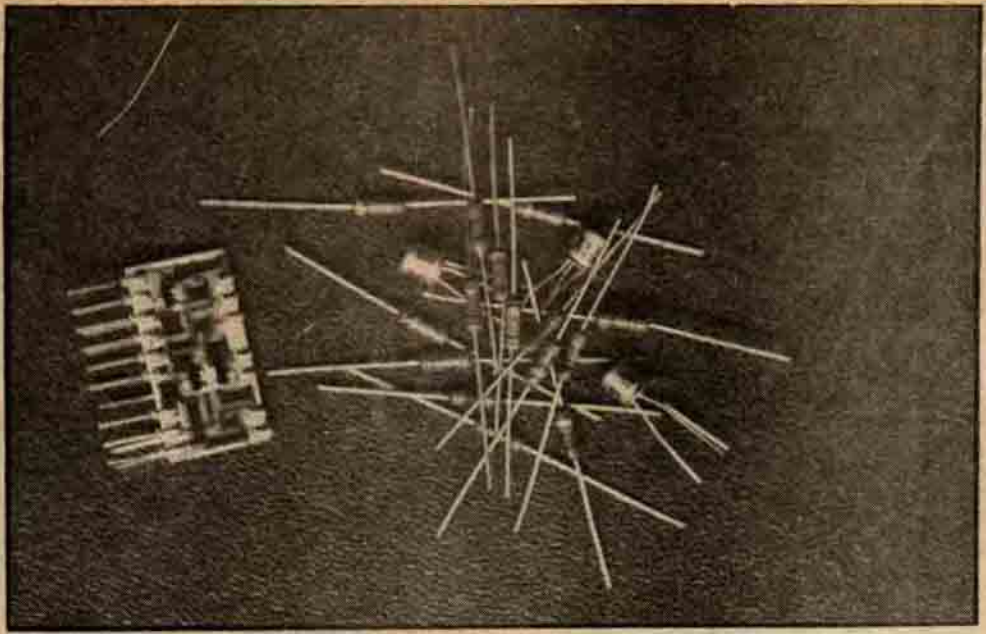


Modern elektronik cihazların özellikleri olan küçüklük, hafiflik güvenilirlik ve ucuzluk ancak en ileri teknolojilerin uygulanmasıyla elde edilebilir. ARLA da üretilen kalın film mikroelektronik devreler ezele çok sayıda devre elemanı kullanılarak yapılabilen devrelerin yerini almaktadır. Resimde sağda görülen kalın film devrenin yaptığı işi, eskiden sol tarafta görülen elemanlardan oluşan devreler yapardı.

ARLA imzasını taşır. 7 yıldır bu çeşit cihazların ithalatına gerek bırakılmamış, ülke ihtiyacının ithalat yoluyla giderildiği bütün konularda darboğazlara, hatta geriye dönüşlere girildiği son yıllarda, haberleşme şebekemiz sürekli gelişmiş, bir dar boğaza girmek bir yana, hemen hemen tüm ülkeyi kapsayan otomatik şehirlerarası ve uluslararası bağlantılar gerçekleştirilmiştir.

PTT ARLA önce frekans paylaşmalı çoklayıcı sistemleri ele almış, 1968'de 2 kanallı, 1971 de 12 kanallı sistemlerin üretimine başlamış, bunu takip eden yıllardaki geniş araştırma faaliyeti sonucu 12 ile 2700 kanal arasında bütün standart telefon kanal

kapasitelerine sahip olan çeşitli Radyo-Link cihazlarıyla çalışmaya uygun çoklayıcı sistemlerinin prototiplerini ortaya çıkararak üretmiş ve hizmete vermiştir. Bunun yanı sıra, değişik hız ve kapasitelerde telgraf sistemleri de geliştirilip imal edilmektedir. 46+1 kanallı bir sayısal telgraf sistemi de tamamlanmak üzeredir. Bilgi iletişiminde kullanılan modem'lerin tasarımı ve prototiplerinin hazırlanmasında TÜBİTAK Marmara Araştırma Enstitüsü Elektronik Ünitesinden yararlanılmıştır. Bunların üretimine yakında geçilecektir. Çalışmaları 6 yıldan beri TÜBİTAK tarafından desteklenen PTT ARLA ve TÜBİTAK işbirliğinin bir diğer örneğini zaman paylaşmalı



Kalın film mikroelektronik devreler üzerindeki film elemanlar 25 mikron çapında bir laser ışını demetiyle kesilerek ayarlanırlar. Eleman değerlerinin istenen sıkı toleranslar içine girmesi bu şekilde sağlanır.

sistemlerden PCM (Darbe kod modülasyonlu sistemler) sistemi geliştirmesi konusunda görüyoruz. TÜBİTAK M.A.E. Elektronik Araştırma Ünitesinin araştırmacılarının meydana getirdikleri prototipe son şeklini vermek amacıyla her iki kuruluşün mensupları ortaklaşa çaba harcamaktadırlar.

1971 de kurulan radyo laboratuvarında, VHF bantında çalışan 24 telefon kanalını nakle uygun bir radyo-link sistemi geliştirilmiş ve üretilmiştir. 300 ve 1800 telefon kanalının iletimine olanak sağlayan daha geniş kapasiteli mikrodalga radyo-link sistemlerinin üretimine çok yakın bir gelecekte geçilecektir. Böylece ARLA haberleşme alanında kullanılan sistemlerden, santrallerden ve telefon cihazları dışında kalan (bu cihazların üretimini NETAS adlı kuruluş üstlenmiştir) elektronik sistemlerin üretimini eksiksiz olarak gerçekleştirmiş olacaktır. ARLA tasarımı yaparak ürettiği sistemlerin işletmede çıkan sorunlarını çözmek için sürekli çaba harcayarak araştırma ekiplerini sürekli faal tutar. Teknolojik gelişmeler sürekli takip edilerek yenilikler, olanaklar dahilinde yeni tasarlanan sistemlere uygulanır. Bu araştırma faaliyetleri sırasında en modern hesap ve bilgi işlem yöntemlerinden yararlanılır. Bu nedenle ARLA'nın bilgi işlem merkezindeki küçük programlanabilir makina son derece ağır bir yük altında sürekli çalışır. Öyle ki, zaman zaman bir problemin çözümü için bu cihazın gece

gündüz aylarca çalıştırıldığı olur. ARLA'nın bünyesine aldığı yeni teknolojilerden birisi de, kalın film mikrodevre tekniğidir. Bu teknoloji ile üretilen elektronik devreler eskisine oranla 1/5 oranında daha küçük ve hafif, son derece dayanıklı olmaktadır. Öyle ki, bu teknik ile üretilen devre elemanları akkor hale gelecek şekilde ısınmalar bile çalışmaya devam ederler; yüzlerce derecelik ani sıcaklık değişimlerinden etkilenmezler ve daha da ucuza malolurlar. ARLA bütün bu faaliyetlerini yürütebilmesi için gerekli modern ve hassas alet ve teçhizatla fazlasıyla sahiptir. Planlananlarla birlikte toplam 1.8 milyar liralık yatırım sonucu ortaya çıkan bu kuruluşun sahip olduğu cihazlara ancak dünyanın belirli firmalarında rastlanabilir. ARLA'nın bu günlük kapasitesi 10000 telefon kanalı ve 3500 telgraf kanalı imaline yeterlidir. Bu kapasite çok yakında yapılmakta olan yeni yatırımlarla yılda 30000 telefon ve 8000 telgraf kanalı ile 600 verici/alıcı lık R/L sistemine çıkarılacaktır.

PTT ARLA'nın ürettiği cihazların yurt ekonomisi ve sosyal hayat üzerindeki önemli etkisi bir yana, bu kuruluş olanak verildiğinde Türk mühendisinin neler yapabileceğinin bir kanıtı olmuştur. Yerli beyin gücünden başka hiçbir şeye güvenmeden bugünkü durumuna gelen ARLA ülke içinde her zaman başvurulabilecek çok değerli bir bilgi deposu durumundadır.