

Televizyon Standardları ve Plânlaması (*)

Konferansı Veren :
Doğan ERDEN
Elek. Y. Müh.
TRT Genel
Müdür Yardımcısı

1 — Televizyon Sistemlerinin Temci özellikleri :

Televizyon canlı veya kaydedilmiş, bir sahnenin görüntüsünün bir telekomünikasyon sistemi vasıtasıyla anında uzak bir yerde meydana getirmesi anlamını taşır. Televizyonda esas olarak üç safha vardır : (1) Işık görüntüsünün analizi ve elektrik sinyallerinin elde edilmesi; (2) elektrik sinyallerinin alıcı noktalara nakli, ve (3) bu elektrik sinyallerinden orjinal görüntünün görülebilir şekilde sentezi. Televizyon bu suretle görme duygusunu tabii sınırların ötesine uzattığından böyle bir sistem direkt görmeğe benzer fonksiyonları yapan bir sistemdir. Nasıl göz ve beyin bir sahneden gelen ışığa reaksiyon gösterir, onun renk ve parlaklığını değerlendirir, ışık ve gölgenin yayılışını farkeder, şekilleri ve sınırları tanır, hareketleri sezerse aynı şekilde televizyon sistemi de bu özelliklere haizdir. Yalnız televizyon sistemi bu özellikleri daha dar saha içinde meydana getirebilmektedir.

Mesela parlaklık değişmesi 10.000 de bir olan bir tabii sahne televizyonda ancak birkaç yüzde bir oranında canlandırılabilir. Göz önündeki sahneyi devamlı olarak kaydedip çabuk hareket eden cisimleri farkettiği halde televizyonda hareket kesintili olarak takdim edilir. Ekseriya kesintili olduğu farkına varılmaz fakat çok süratli bir cisim ekranın bir tarafından bir tarafına giderse bu sezilebilir. Televizyon sisteminin bir başka limitasyonu da naklettiği sahnenin ince yapısını canlandırma kabiliyetidir. Eğer bir televizyon resmi yakından tetkik edilirse resmin yapısının cisimlerin ince detaylarını bulandırdığı görülür. Son olarak renkli televizyon sistemi de çıplak gözün görebildiği bütün renkleri kaydedemez. Bununla beraber renk, televizyonun yukarıdaki diğer özelliklere nazaran hakikate daha yakın canlandırdığı bir özelliktir.

Televizyon tarihine bakılırsa en fazla çalışmanın sistemin ayırımının (resolution) artırılması üzerinde olduğu görülür. Buna muvazi

olarak televizyon sisteminin hareketi tespit edip kırpışım (flicker) yapmadan tekrar canlandırma kabiliyeti de artırılmıştır. Daha sonra ton ve tezat üzerinde durulmuş siyahlar daha siyah, beyazlar da daha beyaz olarak meydana getirilebilmiştir.

Bir resim, veya sahne, üzerinde değişen bir parlaklığın devamlı yayılımı bulunan bir yüzeydir ve bu yayılım sahnedeki harekete uygun olarak zamanla düzgün bir şekilde değişir. Bu sahne tabiri geniş bir anlam taşımaktadır. Esas olarak yansıma yolu ile ışık neşreden her cismin bir görüntüsü mevcuttur, yani bir sahne meydana getirebilir. Bir sahnedeki parlaklık üç müstakil değişkenin fonksiyonudur. x , y , ve t . Burada x ve y sahnedeki bir noktanın yatay ve düşey durumu, t de zamandır. Tek bir elektrik iletişim kanalıyla nakledilen akım veya voltaj yalnız zamanın fonksiyonudur. Bundan dolayı üç müstakil değişkenin fonksiyonu olan parlaklık yayılımı böyle bir kanaldan nakledilemez. Bu güçlüğü yenmek için görüşün bazı fizyolojik ve psikolojik limitasyonlarından yararlanmak lâzımdır. Bu limitasyonlar gözün mahdut ayırma gücü ve görüşün kalıcılığıdır. Eğer bir sahne herbiri düzgün bir parlaklığa sahip bir çok sayıda küçük elemanlara bölünürse ve bu elemanlar gözle ayırt edilmeyecek kadar küçükse o zaman sahne devamlı görünecektir. Bundan dolayı belli sayıda ayrı elemanlardan teşekkül eden sahne seyretmek için yeterli olacaktır. Eğer bütün elemanlar aynı miktarda ışık yansıtırsa aynı parlaklığa veya aynı ton değerine sahiptirler. Aynı parlaklığa sahip elemanlardan meydana gelen bir sahnenin detayı yoktur ve seyirciye hiçbir bilgi vermez. Fakat bazı elemanlar diğerlerinden daha az veya daha fazla ışık yansıtırsa sahnenin bir detayı olacaktır. Böyle bir sahne seyirciye bilgi verir. Televizyon sisteminin fonksiyonu bu bilgiyi uzaklarak taşımak ve seyircinin orjinal sahne ile karşı karşıya olduğu zaman elde edeceği bilginin aynısını sağlayacak şekilde sahnenin bir görüntü-

* Bu konferans 7 0 1968 günü saat 16 da Türkiye İstatistik Enstitüsü salonlarında verilmiştir.

sünü veya resmini meydana getirmektir. Bir fotoğrafı İncelersenek bu resim elemanları daha iyi anlaşılır. Bir fotoğraf yakından tetkik edilirse çok küçük ışık ve gölg^ sahalarının teşekkül ettiği görülür. Fotoğraf negatifi ince yapılı gümüş taneciklerinden meydana gelmiştir. Resim sahasına yayılan bu taneciklerin herbiri bir detayı teşkil eder. Bu tanecikler (resim elemanının) misâlleridir. Resim elemanı görüntünün çok küçük bir sahasıdır; öyle bir saha ki, kendi içinde düzgün bir ton kıymetine haiz ve büyüklük itibariyle de görüntüde temsil edilebilen en küçük detaydır.

Bir görüntüdeki resim elemanlarının sayısı görüntü tarafından nakledilebilen azamî görüş enformasyonunu temsil eder. Fotoğrafta gümüş taneciklerin büyüklüğü sabittir. Negatifin alanı ile doğru orantılı olarak resim elemanı sayısı artar. 35 mm. sinema filminde 1 milyon, 16 mm. sinema filminde 200.000 ve 8 mm. resim filminde de 50.000 eleman vardır.

Televizyon sahnesinde buna benzer bir şekilde resim elemanlarından tegekkül eder ve 400.000 in üstünde resim elemanı vardır.

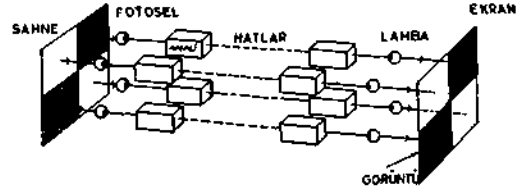
Hareketin devamlılığı sinemada olduğu gibi birbirini yeterli hızda takip eden statik sahneler vasıtasıyla elde edilebilir. Burada her bir sahne kendinden bir önce gelen sahneye bu arada vtukubulan harekete tekabül edecek kadar küçük bir farklılık gösterir.

Sinemada hareketin devamlılığını temin etmek için saniyedeki kare sayısı 24 olarak tesbit edilmiştir. Bir kareden diğerine geçerken ışık da kesildiğinden aynı şekilde ışık da saniyede 24 defa kesiliyor demektir. Işığın bu şekilde kesilmesi bir nevi kırpığım meydana getirir. Saniyede 24 hızında kırpığım gayet bariz olarak görülebilir. Saniyedeki 24 hızı hareketin devamlılığı için kâfi olmakla beraber kırpığımın kaybolması için kâfi değildir. Bundan dolayı sinemada herbir kare projeksiyonda iken ışık kısa bir zaman için kesilir ve bu suretle ışık saniyede 24 yerine 48 defa kesilmiş olur ve bu hızda kırpışım farkedilmez. Televizyonda da buna benzer bir teknik kullanılır. Bunu daha sonra izah edeceğim.

Bir sahne, göz tarafından hepsi aynı zamanda görülen resim elemanlarından teşekkül eder. Resim elemanlarını temsil eden sinyaller aynı zamanda tek bir elektrik kanalından taşınmaz. Bundan dolayı herbir resim elemanı için ayrı bir devreye ihtiyaç vardır. Her bir devre bağlı bulunduğu resim elemanındaki değişiklikleri nakleder. (Şekil : 1)

Görüş enformasyonunun bu şekilde nakil tecrübe edilmiş, yalnız resim elemanlarının az olduğu sahnelerde ve transmisyon mesafesinin kısa olduğu hallerde mühim bir metod olarak or-

taya çıkmıştır. Bu metodun bu güne kadar tatbik sahası yalnız ampullü elektrik işaretlerinde olmuştur. Televizyon gibi 400.000 den fazla resim elemanı ihtiva eden resimlerin naklinde bbyle metodun pratik olmayacağı aşikârdır.



ŞEKİL - I

Bu güçlük, yalnız bir komünikasyon kanalı kullanmak ve resim eleman enformasyonunu bir-biri ardından yüksek hızda göndermek suretiyle yenilebilir. Bu metod televizyonda kullanılmaktadır. Bu metodun kullanılması gözün bir hassasından (görüşün kalıcılığı) ileri gelmektedir. Eğer gözün görmesi enstantane olsaydı bu metodun kullanılması mümkün olmayacaktı. Çünkü o zaman göz herbir resim elemanını ayrı ayrı görecekti. Halbuki gözün bu hassasından dolayı bir elemanın tesiri çok kısa bir zaman için devam etmektedir. Bir elemanın tesirinin devam ettiği zaman zarfında bütün diğer elemanlar doğru yerlerinde göze takdim edilirse göz sanki bunların hepsini aynı anda görüyormuş gibi olur.

O halde içinde hareket bulunan bir sahneyi tekrar meydana getirmek için belli sayıdaki resim elemanlarının parlaklık değerlerini belirli bir hızda nakletmek kâfidir. Böylece bir elektrik komünikasyon kanalından hareketli sahnelerin nakli için lüzumlu şartlar yerine getirilmiş olur.

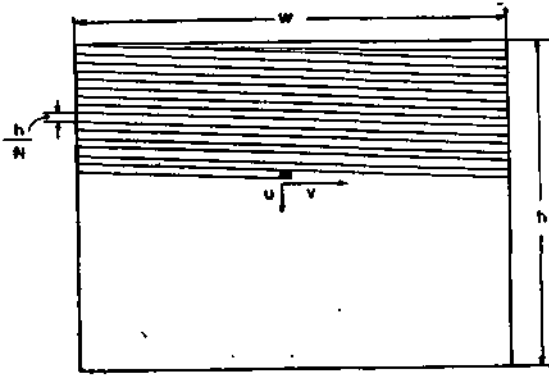
Bir resmin elektrik! transmisyona uygun enformasyona çevrilmesi ve tekrar sentezi probleminin tek bir çözüm tarzı yoktur. Verici de ve alıcıda aynı patern kullanıldığı takdirde uygun herhangi bir patern seçmek kâfidir. Birçok patenler ortaya atılmış ve tecrübe edilmişse de tatbikatta en uygun tarama metodu bulunmuştur. Tarama bütün resim alanını kapsayacak şekilde devamlı veya kesikli çizgilerle hareket eden hassas bir analiz elemanın görüntü alanını araştırmasıdır. Bu analiz elemanı vasıtalı veya vasıtasız olarak bulunduğu görüntü bölgesinin parlaklığına tekabül eden bir elektrik sinyali meydana getirir. Genel olarak bu analiz elemanının büyüklüğü resim elemanına eşit veya ondan küçüktür. Bu analiz elemanı resmi taradıkça meydana getirilen elektrik sinyali değişir ve video sinyali olarak bilinen kompleks dalga husule gelir.

Alıcı tarafında sentez elemanı seyredilen bölge üzerinde vericideki tarama patterninin geo-

metrik benzeri bir patternle hareket eder. Sentez elemanının parlaklığı video sinyalinin ani genliğinin fonksiyonudur.

Bu sentez elemanının hareketi analiz elemanının hareketi ile senkronize edilmiştir ve nakledilen bir resim muayyen bir noktasına ait video sinyalinin ani genliği alıcıya vardığı zaman sentez elemanı seyredilen bölgede mütakabil noktadadır. Böylece nakledilen resim alıcının seyredilen bölgesinde meydana getirilir.

Tarama patternleri analiz ve sentez elemanının takip ettiği yola göre anılır. Meselâ bazı hallerde spiral patternler kullanılır. Radarda (PPI) radyal tarama patterni kullanılmaktadır. Televizyonda ise paralel çizgi patterni kullanılır. Bu patternde eleman resim alanını hemen hemen yatay doğru çizgilerle tarar. Bu tarama sayfa okurken bir gözün hareketine benzer. Eleman yatay istikametinde süratli hareket eder, daha süratli olarak geri döner. Aynı zamanda eleman yavaşça düşey istikametinde hareket eder. Bunu düşey istikametinde çabuk bir dönüş takip eder. Bu tip tarama patterni bir resim meydana getirir. Bir resim ihtiva ettiği çizgi sayısı ve resim frekansı ile tanımlanır. Basit taramada çizgiler birer birer çizilir. (Şekil: 2).

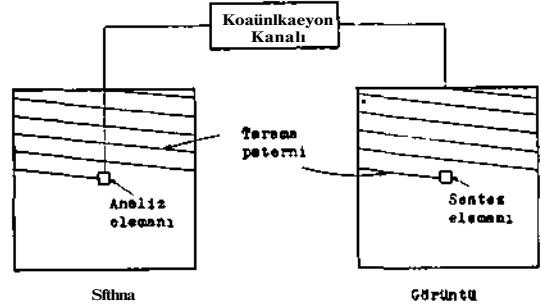


Şakıl 2

Alıcı tarafında bir resim elde etmek için alıcıdaki sentez elemanının vericideki analiz elemanı ile senkronize hareket etmesi lâzımdır. Yani herhangi bir anda her iki eleman görüntünün aynı çizgisi ve bu çizgide de aynı noktada bulunmalıdır. (Şekil : 3) Bu husus vericiden alıcıya gönderilen senkronizasyon sinyalleriyle sağlanır. Bu senkronizasyon sinyalleri resmi meydana getiren elemanların parlaklık ve gölgesini temsil eden resim sinyallerinden ayrıdır.

Vericide tarama huzmesi çizgi sonuna varınca bir senkronizasyon sinyali gönderilir. Buna ÇİZGİ SENKRONİZASYON SİNYALİ denir. Bu alıcıda huzmenin geri dönmesini sağlar. Bun-

dan başka tarama huzmesi resmin en altına vardığı zaman bir senkronizasyon sinyali daha gönderilir. Buna da ALAN SENKRONİZASYON SİNYALİ denir. Alıcıda bu iki senkronizasyon sinyalinin ayrılabilmesi lâzımdır. Bundan dolayı bu iki sinyal birbirinden farklıdır.



Şakıl 3

O halde bir televizyon sisteminde vericiden alıcıya iki grup sinyalin gönderilmesi lâzımdır.

1. Resim parlaklığına ve detayına tekabül eden malûmatı taşıyan resim sinyali
2. Senkronizasyon sinyalleri

Bu iki sinyal alıcıda kolaylıkla ayrılacak şekilde birleştirilirler ve bu suretle elde edilen kompozit sinyale VİDEO SİNYALİ denir.

Bir televizyon sisteminde herhangi bir noktadaki resim sinyali voltajı iki limit arasında değişir. Bunlardan birisi nakledilecek maksimum parlaklığa tekabül eden limittir. Buna beyaz seviyesi denir. Diğer sıfır tonal veya siyah değeri temsil eder ve buna da siyah seviyesi denir. Beyaz seviyesi siyah seviyesine nazaran pozitif veya negatif olabilir. Resim sinyallerinin seviyesi siyah seviyesine nazaran potansiyel farkı olarak ifade edilir. Resim sinyali Şekil 4'de gösterilmiştir.

Senkronizasyon sinyalleri muntazam, aralıklı derbelerden ibarettir ve Şekil 4'de gösterilmiştir.

Resim ve senkronizasyon sinyalleri de birleştirilerek Şekil 4'de en altta görülen kompozit sinyal elde edilir. Bu sinyal de pozitif kısım resmi detayını temsil eder, negatif kısım da senkronizasyonu sağlar. Kompozit sinyalin bu iki bileşeni kolaylıkla ayrılabilir.

Video sinyalinde iki frekans vardır. Biri saniyedeki resim sayısı, diğeri saniyedeki çizgi sayısıdır. Bu ikincisine çizgi frekansı denir. Eğer N çizgi sayısı ve P saniyede gönderilen resim sayısı ise çizgi frekansı NP dir.

$$N_s = 625$$

$$P = 25 \text{ için}$$

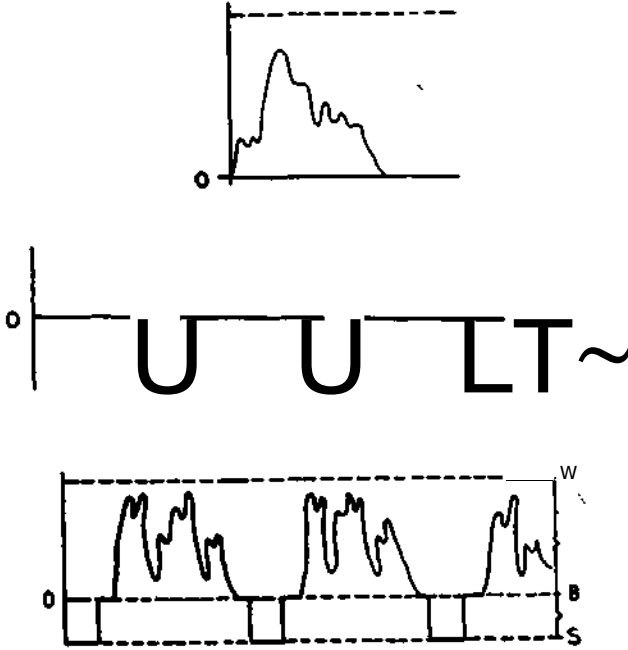
$$\text{çizgi frekansı} = 625 \times 25 = 15.625 \text{ kHz. dlr.}$$

Bundan başka video sinyalinde resmin detayına tekabül eden D. C. bileşenli ile yüksek frekans bileşenleri vardır. Frekans üst sınırı resim frekansına, çizgi sayısına ve resmin şekline bağlıdır ve şu şekilde tesbit edilebilir :

Televizyon resminin bir elemanı kare şeklinde kabul edilir, ve boyutu h/N dır.

$$h = \text{resmin yüksekliği}$$

$$N = \text{resmi meydana getiren çizgi sayısı.}$$



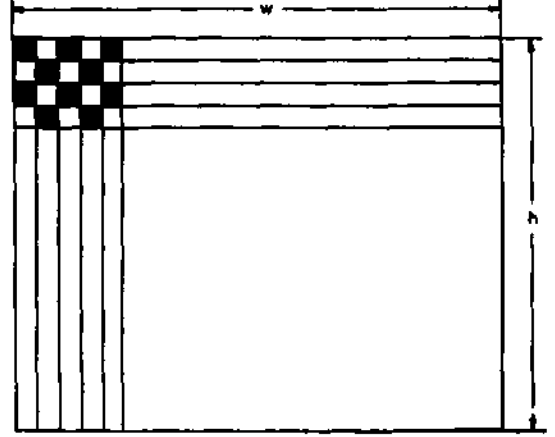
Şekil 4

Şekil 5 de siyah ve beyaz karelerden müteşkil resim görünmektedir. Vericideki tarama hızının boyutları takriben resim elmanına eşittir ve nakledilebilecek en ince detay, eleman büyüklüğündeki detaydır. Bu da eleman ile siyah eleman yan yana olduğu zamanki detaydır.

Video sinyalindeki çizgilerin taranmasıyla meydana gelen resim sinyalleri peşpeşe olmakla beraber devamlı değil, kesiklidir. Herbir çizginin sonunda çizgi senkronizasyon sinyali vardır ve bu sinyal çizginin silindiği zamana konur. Bu silme T_s bir çizginin periyodu olan H 'a nazaran oldukça farklıdır. ($H = 1/\text{çizgi frekansı}$). Bundan başka her alanın sonunda alan senkronizasyon sinyali vardır ve bu sinyal de alanın silindiği zaman da konur. Bu da oldukça uzun bir zamandır ve birçok çizgiyi kaplar. Silinen çizgi

sayısı N_s ise görüntüde görülen çizgi sayısı (buna aktif çizgi sayısı denir) $N - N_f$ dir.

Şekil 5 deki meydana getirilen resimde $N - N_f$ yatay çizgi vardır, ve herbirinin düşey boyutu $h/(N - N_s)$ dir. Görüntünün genişliğinin yüksekliğine oranına görüntü boyuttan oranı denir. Bu oran a ile gösterilirse ve elemanlar da kare kabul edilirse her bir sırada $a(N - N_s)$ eleman var demektir. (Bu elemanları kare kabul etmek yatay ve düşey ayırımın eşit olduğunu kabul etmek demektir. Mahiyet itibariyle bu iki ayırım birbirinden farklıdır.)



ŞEKİL.5

Herbir çizgi taranırken video sinyali beyaz eleman taranırken yükselir, siyah eleman taranırken düşer. Bu yükseliş ve düşüş bir «cycle» meydana getirir. Böylece bir çizgideki «cycle» sayısı

$$a(N - N_s)/2 \text{ dır.}$$

Bunlar $H - T_s$ zamanında meydana getirilir. O halde frekans

$$f = \frac{a(N - N_s)}{2(H - T_s)} \text{ dlr.}$$

625 çizgi sisteminde

$$a = \frac{4}{3} N = 625 \quad N_s = 40$$

$$H = 64 \text{ us} \quad T_s = 12 \text{ us}$$

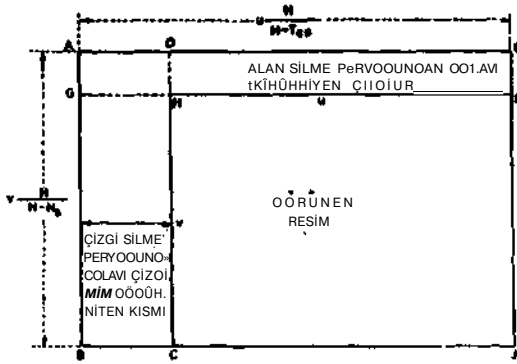
$$f = \frac{4(625 - 40)}{3(64 - 12)}$$

$$f = \frac{4 \times 585}{3 \times 52 \times 2}$$

$$f = 7.5 \text{ MHz.}$$

Siyah ve beyaz elemanlardan müteşekkil resme tekabül eden video sinyali pek tabii kare dalgadır ve frekansı f ile verilir. Eğer resim boyutları kabili ihmal olan bir huzme ile taranırsa çıkış bir kare dalga olacak ve f , $2f$, $3f$, vs frekansları bulunacaktır. Tatbikatta olduğu gibi tarama huzmesinin boyutları elemana yaklaşık kare çıkış sinusoidal olur. Bundan dolayı kare dalganın fundamental video frekansı amplifikatörlerinde üst sınır olarak alınır.

Eğer çizgi silinmeseydi her bir çizgi $H/(H-T_s)$ oranı kadar uzun olacaktı. Aynı şekilde alan silinmeseydi resmin düşey yüksekliği $\frac{N}{T_s}$ oranında daha büyük olacaktı. (Şekil : 6)



Şekil 6

Buradaki, iç dikdörtgen (CHFJ) seyredilen resmi temsil eder ve boyutlarını $4/3$ dür. ABCD dikdörtgeni ise silinen çizgi kısımların AEPG dikdörtgeni de alan silinmesinden dolayı görünmeyen çizgileri temsil eder.

Dış dikdörtgenin (ABJE) boyutları oranı elektrik boyutları oranıdır ve a' ile gösterilir. Görünen boyutları oranı a ile şöyle ilişkilidir.

$$a' = a \cdot \frac{H}{H-T_s} \cdot \frac{N-N_s}{N}$$

625 çizgi sistemi için

$$a' = \frac{4}{3} \cdot \frac{64}{64-12} \cdot \frac{625-40}{625}$$

$$a' = 1.536 \quad (a = 1.333)$$

a' kullanarak da maksimum lüzumlu video frekansı hesaplanabilir. Bu takdirde taramanın çizgi ve alan silme zamanlarında da devam ettiğini kabul etmemiz lazımdır. O zaman resimdeki $a' N^2$ elemanı vardır. Saniyedeki eleman sayısı $a' N^2 P$ dir. Siyah beyaz elemanların ikisi bir «cycle» alınırsa

$$f = \frac{a' N^2 P}{2} \text{ olur.}$$

Bu formül diğer formülle elde edilen neticeyi verir.

Bir televizyon sisteminin yatay ayırması tarama çizgileri boyunca vuku bulan temel değişiklikleri meydana getirebilme kabiliyetidir. Yani yatay ayırım düşey kenar veya çizgilerin keskinliğini gösterir. Aynı şekilde düşey ayırım sisteminin tarama çizgilerine dik istikamette vuku bulan temel değişiklikleri meydana getirebilme kabiliyetidir. Düşey ayırım görüntüdeki yatay çizgilerin netliğini gösterir.

Televizyonda düşey ayırım bir resimdeki çizgi sayısına bağlıdır. Düşey rezolüsyon iki sebepten dolayı tarama çizgisi sayısından azdır :

1) Resmi meydana getirirken alanlar arasındaki bazı çizgiler ortadan kalkmaktadır. Meselâ 625 çizgi sisteminde 40 çizgisinin bu şekilde kaybolduğunu gördük.

2) Bütün tarama çizgileri ayrı bir rezolüsyon çizgisi teşkil etmez. Tatbikatta düşey rezolüsyon aktif tarama çizgi sayısının % 70 i kadardır. Bu rakam istatistik olarak bulunmuştur.

Düşey rezolüsyonu artırmak için çizgi sayısını artırmak lazımdır. Çizgi sayısının fazla arttırılmamasının da sebepleri vardır. Bu hususa daha sonra değineceğim.

Tarama elemanının büyüklüğü ihmal edilirse yatay ayırım doğrudan doğruya iletişim kanalı üzerinden nakledilebilen frekans bandının genişliğine bağlıdır. Yani yatay ayırım mevcele hesapladığımız f_e bağlıdır.

İstenilen yatay ve düşey ayırımların birbirine eşit olmasıdır. Video frekans bandının tamamı temin edildiği zaman yalnız yatay ayırım temin edilir. Yatay ve düşey ayırımların eşit olması bütün video bandını nakletmeğe lüzum olmadığını gösterir. Bundan dolayı

$$f = k \cdot a' \cdot \frac{N^2 P}{2} \text{ yeterlidir. Burada } k$$

(Keli faktörü)

1 den küçüktür. Meselâ 625 çizgi sistemi için

$$k = \frac{5.0}{7.5} = 0.666$$

Netice olarak diyebiliriz ki eşit düşey ve yatay ayırım için band genişliği çizgi sayısının karesi ile orantılıdır. Düşey ayırımı artırmak için çizgi sayısını artırmak lazımdır. Yatay ayırımın da düşey ayırma eşit kalacak şekilde artması için band genişliğinin çizgi sayısının karesi ile orantılı olarak artması lazımdır. Daha iyi ayırım için daha geniş band fiyatını ödemek lazımdır. (Devamı gelecek sayıda)