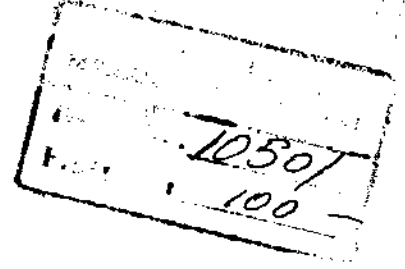


ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
TELEKOMÜNİKASYON TEKNİĞİ BİLİM DALI YÜKSEK LİSANS
PROGRAMI

Tez Numarası

Genel :
Ana Bilim Dalı :
Program :



VİDEO İŞARETLERİNİN SAYISAL İŞLEMLERİ
KONUSUNUN İNCELENMESİ VE VİDEO İŞARETİNDE DETAY
ARTTIRAN SAYISAL BİR DEVRENİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Temel KAYIKÇIOĞLU

Yönetici: Doç.Dr. Mümtaz YILMAZ

Trabzon-Ocak, 1987

S U N U

Sayısal haberleşme sistemleri, analog haberleşme sistemlerine olan üstünlüklerinden dolayı günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yakın gelecekte tüm haberleşme sistemlerinin sayısal olarak gerçekleştirileceği açıktır.

Bu çalışma, video işaretinin sayısal işlenmesi konusunu etraflıca incelemektedir. Ayrıca bu çalışmanın içeriğinde dikey yönde detay arttıran bir sayısal devrenin tasarımı ve gerçekleştirilmesi de mevcuttur.

Konu üzerinde bana çalışma olanağı sağlayan ve kuramsal çalışmalarında sürekli bilgi ve görüşlerine başvurduğum Yöneticim, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Başkanı Sayın Doç.Dr. Mümtaz YILMAZ'a ve devrenin gerçekleştirilmesinde yardımlarını esirgemeyen Elektrik-Elektronik Bölümü elemanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Temel KAYIKÇIOĞLU

Ocak, 1987.

Ö Z E T

Bu çalışmada, birinci bölümde verilen girişten sonra ikinci bölümde sayısal süzgeçler konusu incelenmektedir. Genel bir sayısal süzgeç denklemi verilerek kararlılık analizleri yapılmakta ve frekans tepkeleri hesaplanmaktadır.

Video işaretinin sayısal işlemleri konusu üçüncü bölümde anlatılmaktadır. Bu bölümde kodlama türleri verilmekte ve renk kodlama-dekodlama ile ilgili sayısal işlemler, çeşitli örnekleme frekanslarında örneklenmiş PCM NTSC işaretleri için ele alınmaktadır. Ayrıca video işaretiinde kalite amaçlı işlemler izah edilmektedir.

Video işaretiinde dikey yönde detay arttıran bir devrenin tasarımı ve gerçekleştirilen devrenin blok diyagramı dördüncü bölümde incelenmektedir.

Beşinci ve altıncı bölümde gerçekleştirilen devre ile elde edilen sonuçlar ve karşılaştırılan problemler verilmektedir.

Ekde gerçekleştirilen devre verilmektedir.

S U M M A R Y

In this report, after an introduction to subject, in the second chapter the digital filters will be examined.

In the third chapter, digital processing of video signals will be explained and codings will be classified and also digital processing of color coding and decoding for sampled PCM NTSC signal at various sampling frequency rates will be included and further more quality process in video signals will be analyzed.

The design and implemented of vertical detail enhancer circuit will be given in the following chapter.

The test results on the implemented circuit and the problems associated with it will be summarized in the fifth and sixth chapters.

The diagram of implemented circuit is given in the Appendix.

İ Ç İ N D E K İ L E R

SUNU

ÖZET

SUMMARY

I. GİRİŞ	1
II. SAYISAL SÜZGEÇLER	3
II.1. Z Dönüşümü	3
II.2. Sayısal Süzgeçlerin Genel Karakteristikleri	5
II.2.1. Sayısal Süzgeç Elemanları	5
II.2.1. Sayısal Süzgeç Denklemi	6
II.2.3. Sayısal Süzgeçin Transfer Fonksiyonu	7
II.2.4. Transfer Fonksiyonunun Kutupları ve Sınıfları	8
II.2.5. Kararlılık	8
II.2.6. Frekans Tepkisi	8
II.2.7. Sayısal Süzgecin Seri Yapıda Gerçekleştirilmesi	9
III. VIDEO İŞARETİNİN SAYISAL İŞLENMESİ	11
III.1. Video İşaretinin Sayısala Çevrilmesi	11
III.1.1. Birleşik Kodlama	11
III.1.1.1. PCM (Vuruş Kodlamalı Modülasyon)	11
III.1.1.2. Tahmin Kodlaması (Predictive Coding)	12
III.1.1.3. Dönüşüm Kodlaması (Transform Coding)	14
III.1.1.4. İnterpolasyon Kodlaması	14
III.1.2. Bileşen Kodlama	15
III.1.2.1. PCM	16
III.1.2.2. Tahmin Kodlaması	16
III.1.2.3. Dönüşüm Kodlaması	17
III.1.3. Birleşik ve Bileşen Kodlamalarının Karşılaştırılması	17
III.2. Video İşaretinin Sayısal İşlemlerinin Sınıflandırılması	18
III.2.1. Bit Akısını Azaltma İle İlgili Sayısal İşlemler	18

III.2.1.1. Tahmin Kodlamasıyla Bit Akısını Azaltma	18
III.2.1.2. Aktif Bölge Kodlaması (Active Area Coding)	19
III.2.1.3. Nyquist-Altı (Sub-Nyquist) Örnekleme	19
III.2.1.4. Dönüşüm Kodlaması İle Bit Akısını Azaltma	26
III.2.2. Renk Kodlama-Dekodlama İle İlgili Sayısal İşlemler	26
III.2.2.1. 10,7 MHz ve 14,3 MHz Değerlerinde Örneklenmiş PCM NTSC İşaretlerinde Direkt Renk Dekodlama	27
III.2.2.1.1. 10,7 MHz Değerinde Örneklenmiş PCM NTSC İşaretinde Renk Dekodlama	27
III.2.2.1.2. 14,3 MHz Değerinde Örneklenmiş PCM NTSC İşaretinde Renk Dekodlama	30
III.2.2.2. Sayısal Tarak Süzgeç Yardımıyla Renk Dekodlama	34
III.2.2.2.1. 10,7 MHz Değerinde Örneklenmiş PCM NTSC İşaretinde Sayısal Tarak Süzgeç Yardımıyla Renk Dekodlama	34
III.2.2.2.2. 14,3 MHz de Örneklenmiş PCM NTSC İşaretinde Sayısal Tarak Süzgeçleme Yardımıyla Dekodlama	38
III.2.3. Video İşareti Kalitesini Arttırma Amaçlı İşlemler	40
III.2.3.1. Ayrıntı (Detay) Arttırma	40
III.2.3.1.1. Dikey Ayrıntı	40
III.2.3.1.2. Yatay Ayrıntı	44
III.2.3.2. Gürültü Azaltma	46
III.2.3.2.1. Sayısal Corer Tekniği	46
III.2.3.2.2. Ortalama Alma Tekniği	48
III.2.3.3. Titreme Azaltma	50
III.2.3.3.1. Alan Titremesi (Field Flicker)	50
III.2.3.3.2. Satır Titremesi (Line Flicker)	52
IV. VIDEO İŞARETİNDE DİKEY YÖNDE DETAY ARTTIRMA	53
IV.1. Giriş	53
IV.2. Çerçeve Bellek	53
IV.3. Gerçekleştirilen Devre	54
IV.3.1. Ayrıntı Arttırma Algoritması	54
IV.3.2. Devrenin Tasarım ve Çizimleri	56

IV.3.2.1. Bellek Kapasitesinin Tayini ve Okuma-Yazma Düzeni.	56
IV.3.2.2. Gerçekleştirilen Devre.	58
IV.3.2.2.1. Bellek Adresleme Dalga Şekillerinin Üretilmesi.	58
IV.3.2.2.2. Tampon Elemanları	58
IV.3.2.2.3. Çoklayıcı (Multiplexer) Elemanları. . .	60
IV.2.2.2.4. Toplayıcılar (Adders)	61
IV.3.2.2.5. Latch'lar	64
IV.3.2.2.6. Kırpıcı	64
V. GERÇEKLEŞTİRİLEN DEVRE İLE ELDE EDİLEN SONUÇLAR	66
VI. SONUÇ VE ÖNERİLER	75
KAYNAKÇA.	76
EK : GERÇEKLEŞTİRİLEN DEVRE	77

I. GİRİŞ

Yarı iletken teknolojisindeki gelişmeler haberleşme sistemlerini de etkilemektedir. Analog olarak çalışan televizyon sistemlerinin hemen her halkasında (stüdyo, iletim ortamı ve alıcıda) çeşitli işlemleri sayısal olarak gerçekleştirilebilmekte ve gerçekleştirmek için çalışmalar yapılmaktadır.

Video işaretinin sayısal işlemlerinde sayısal süzgeçler pek çok uygulama alanı bulmaktadır. İkinci bölüm sayısal süzgeçler konusuna ayrılmıştır. Bu bölümde ilk olarak Z dönüşümü kısaca gösterildikten sonra en genel halde bir sayısal süzgeç denklemi verilmektedir. Z dönüşümü özelliklerinden yararlanarak sayısal süzgeçlerin kararlılık analizleri yapılmakta ve frekans tepkeleri hesaplanmaktadır.

Sayısal haberleşme sistemleri üzerinden video işaretinin iletimi için video işareti ilk olarak sayısal forma dönüştürülür. Video işaretinin sayısal biçime çevrilmesi işlemi iki biçimde yapılmaktadır. Birleşik kodlama (composite coding) olarak adlandırılan işlemlerin birinde analog video işareti zaman domeninde örneklenir ve sayısal kanala verilir. Diğer işlemde ise, analog video işareti ilk önce bileşenlerine ayrılır. Daha sonra her bir bileşen zaman domeninde örneklenerek kodlanır ve sayısal kanala verilir. Bu işlem bileşen kodlama (component coding) olarak adlandırılır. Üçüncü bölümde bu kodlama türleri etraflıca anlatılmakta ve karşılaştırılmaktadır.

Video işaretlerinin sayısal işleminde ortaya çıkan büyük data akıları bir çok sorunlar oluşturmaktadır. Bu sorunları minimum düzeye indirmek ancak bit akısını azaltma tekniklerinin kullanımıyla mümkündür. Bölüm III de çeşitli bit akılarını azaltma teknikleri incelenmektedir.

Üçüncü bölümde ayrıca renk kodlama-dekodlama işlemi de ele alınmaktadır. Renk kodlama dekodlama ile ilgili sayısal işlemler, çeşitli örnekleme frekansında örneklenmiş PCM NTSC işaretleri için incelenmektedir. Bu işlemlerde tarak süzgecin kullanımı gösterilmekte ve önemi anlatılmaktadır.

Üçüncü bölümde son olarak video işaretinde kalite arttırma amaçlı işlemlere yer verilmektedir. Video işaretinde detay (ayrıntılı) arttırma işlemi 10,7 ve 14,3 MHz değerinde örneklenmiş PCM NTSC televizyon işaretleri için çeşitli algoritmalar verilerek etraflıca anlatılmaktadır. Gürültü azaltma işlemi için geliştirilen iki sayısal teknik gösterilmektedir. Yine bu bölümde televizyon alıcılarında ortaya çıkan titreme türleri verilerek bunları azaltmak amacıyla geliştirilen sayısal teknikler gösterilmektedir.

Video işaretinde detay arttırma konusuna dördüncü bölümde yer verilmektedir. Dikey yönde detay arttırma işlemi 10 MHz de örneklenmiş PAL işaretinde yapılmaktadır. Bu işlem için kullanılan algoritma verilerek frekans tepkisi hesaplanmaktadır. Gerçekleştirilen devrenin blok diyagramı verilerek her bir bloğun işlevi anlatılmaktadır.

Gerçekleştirilen devre ile elde edilen sonuçlar beşinci bölümde gösterilmektedir.

Altıncı bölümde tasarımda karşılaşılan sorunlar ve gerçekleştirilen devre yardımıyla yapılabilecek diğer çalışmalar verilmektedir.

Ekde ise gerçekleştirilen devre verilmektedir.

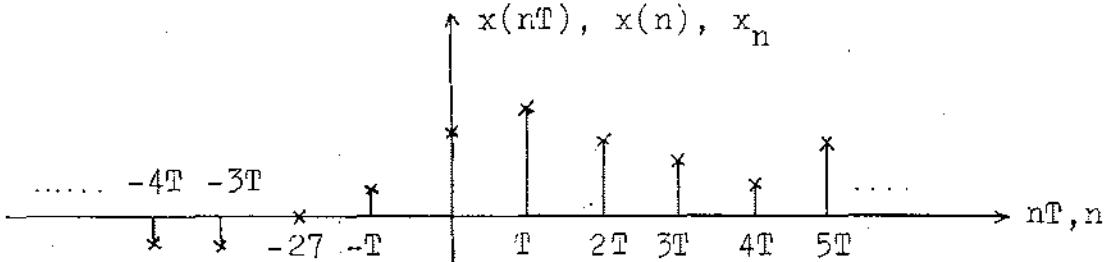
II. SAYISAL SÜZGEÇLER

Video işaretinin sayısal olarak işlenmesinde sayısal süzgeçler pek çok uygulama alanı bulmaktadır. Bu uygulama alanları Bölüm III de ayrıntılı olarak incelenecektir.

Bu bölümde ilk olarak Z dönüşümü kısaca verildikten sonra sayısal süzgeç tasarımında kullanılan elemanlar tanımlanacaktır. Daha sonra tek boyutlu bir sayısal süzgecin genel denklemi verilerek kararlılık analizleri yapılacak ve frekans tepkisi konusu üzerinde durulacaktır. Son olarak da sayısal süzgeç transfer fonksiyonlarını gerçekleştirme yapıları gösterilecektir.

II.1. Z Dönüşümü

Herhangi bir $X(t)$ fonksiyonundan T aralıklarla örnek alındığı düşünülün. Bu örnek değerleri Şekil II.1.1 de gösterildiği gibi bir dizi oluştururlar. n dizideki elemanların sırasını gösterir ve $-\infty < n < +\infty$ aralığında olabilir. Dizi elemanlarının değerleri $X(nT)$, $X(n)$, f_n veya benzer biçimlerde gösterilebilir. Absis dizi elemanlarının sırasını veya zamanını göstermektedir ve nT veya n ile boyutlandırılabilir.



Şekil II.1.1. Gelişigüzel ayrik vuruş dizisi.

Böyle bir $X(n)$ dizisinin Z -dönüşümü şu şekilde tanımlanır:

$$X(Z) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} X(n)Z^{-n} \quad \text{II.1.1}$$

Burada Z karmaşık bir değişkendir.

Şimdi Z dönüşümünün iki özelliği verilsin:

1. Doğrusallık Özelliği

$X_1(n)$ ve $X_2(n)$ dizilerinin Z dönüşümleri sırasıyla $X_1(Z)$ ve $X_2(Z)$ iseler a ve b bir sabit olmak üzere aşağıdaki Z dönüşümü yazılabilir.

$$aX_1(n) + bX_2(n) \longleftrightarrow aX_1(Z) + bX_2(Z) \quad \text{II.1.2}$$

2. Gecikme Özelliği

$X(n)$ dizisinin Z dönüşümü $X(Z)$ ise $X(n-n_0)$ dizisinin Z dönüşümü aşağıdaki gibidir.

$$X(n-n_0) \longleftrightarrow Z^{-n_0}X(Z) \quad \text{II.1.3}$$

Bu iki özelliği kullanan bir örnek aşağıda verilmiştir.

Örnek $X_1(n) \longleftrightarrow Z^{-1} + Z$

$$X_2(n) \longleftrightarrow Z + Z^3$$

ise $2X_1(n-2) + 3X_1(n) \longleftrightarrow 2Z^{-3} + 2Z^{-2} + 3Z + 3Z^3$

dir.

II.2. Sayısal Süzgeçlerin Genel Karakteristikleri

II.2.1. Sayısal Süzgeç Elemanları

Sayısal süzgeç tasarımında toplayıcı, çarpıcı ve geciktirici olmak üzere üç eleman kullanılmaktadır. Bu elemanların çeşitli biçimlerde bağlanmasıyla istenen özelliklere sahip sayısal süzgeçler gerçekleştirilmek mümkündür.

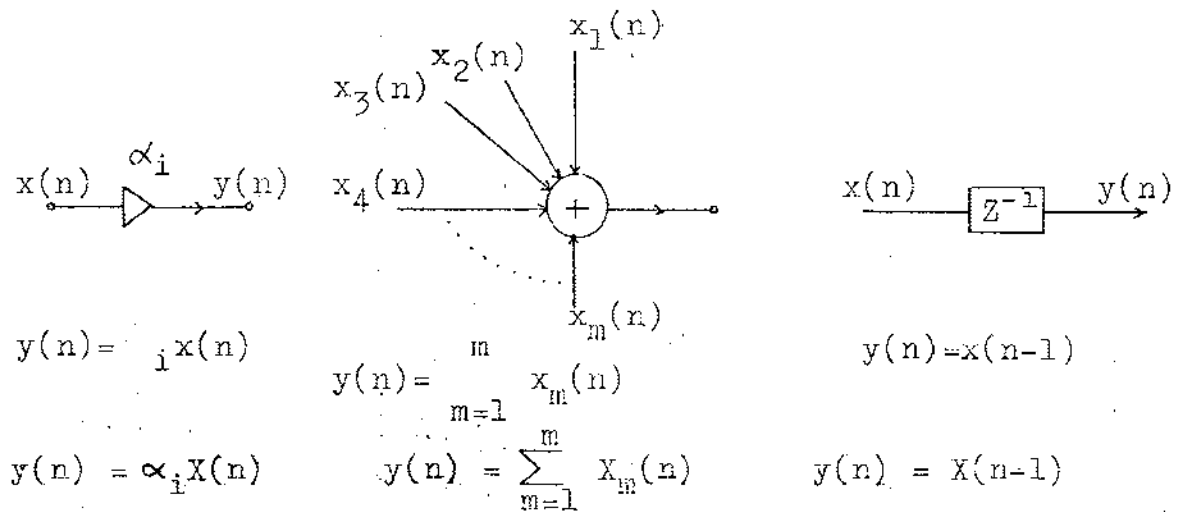
Bir sayısal süzgeç sisteminde n. ci giriş örneği $X(n)$ ile ifade edilirse bir önceki giriş örneği $X(n-1)$ olacaktır. Aynı şekilde n. ci çıkış örneği $y(n)$ ise bir önceki çıkış örneği $y(n-1)$ olacaktır. Buna göre her elemanın çıkış-giriş ilişkisi şu şekilde olacaktır.

Çarpıcı : $y(n) = \alpha_i X(n)$

Toplayıcı : $y(n) = X_1(n) + X_2(n) + \dots + X_m(n)$

Geciktirici : $y(n) = X(n-1)$

Burada α_i bir sabittir. Sembollerin anlamları ve işlevleri Şekil II.2.1.1 de gösterilmiştir.



Şekil II.2.1.1. Sayısal Süzgeç Elemanları

II.2.2. Sayısal Süzgeç Denklemi

Bir sayısal süzgecin giriş işaretinin n. ci anındaki örnek değeri $X(n)$ ise $X(n-i)$ aynı işaretin $(n-i)T$ örnekleme anındaki örnek değeri olacaktır. Benzer olarak $y(n)$ sayısal süzgeç çıkış işaretinin n. ci örnek değeri ise $y(n-i)$ $(n-i)T$ örnekleme çıkış örnek değeri olacaktır. Sayısal süzgeç denkleminde şu andaki çıkış örnek değeri (yani $X(n)$) önceki çıkış örnek değerleri ile önceki ve şu andaki giriş örnek değerlerinin lineer olarak birleştirilmesiyle tayin edilir. Lineer kombinasyonda kT önceki giriş örneği ve mT önceki çıkış örnekleri kullanılırsa, çıkış işaretinin n. ci örnek değeri

$$y(n) = a_0X(n) + a_1X(n-1) + a_2X(n-2) + \dots + a_nX(n-k) - (b_1y(n-1) + b_2y(n-2) + \dots + b_my(n-m)) \quad \text{II.2.2.1}$$

ile elde edilecektir. Burada tüm katsayılar sabitdirler.

II.2.2.1 denklemini aşağıdaki formda da yazabiliriz.

$$y(n) = \sum_{i=0}^k a_i X(n-i) - \sum_{j=1}^m b_j y(n-j) \quad \text{II.2.2.2}$$

II.2.2.2 denklemi en genel halde sayısal süzgeç denklemdir.

II.2.3. Sayısal Süzgecin Transfer Fonksiyonu

Z domeninde sayısal süzgecin transfer fonksiyonu $G(Z)$ çıkış işaretinin Z dönüşümü $Y(Z)$, giriş işaretinin Z dönüşümü $X(Z)$ ise

$$G(Z) = \frac{Y(Z)}{X(Z)} \quad \text{II.3.1}$$

dir. Z dönüşümünün doğrusallık ve gecikme özelliklerini kullanarak II.2.2.1 de verilen denklemin transfer (geçiş) fonksiyonu

$$G(Z) = \frac{Y(Z)}{X(Z)} = \frac{a_0 + a_1 Z^{-1} + a_2 Z^{-2} + \dots + a_k Z^{-k}}{1 + b_1 Z^{-1} + b_2 Z^{-2} + \dots + b_m Z^{-m}} \quad \text{II.2.3.2}$$

dir. II.2.3.2 ifadesi en genel haldeki sayısal süzgecin Z domenindeki transfer fonksiyonudur.

Rekursif sayısal süzgeçler II.2.3.2. denklemi ile verilen transfer fonksiyonuna sahiptir. Rekursif olmayan (transversal) süzgeçlerin transfer fonksiyonu Z^{-1} in bir polinomu şeklindedir. Çünkü şu andaki çıkış örneğinin değeri tayin edilirken şu andan önceki çıkış örnekleri kullanılmadığından dolayı II.2.3.2 ifadesindeki $b_1, b_2 \dots b_m$ sabitleri 0 olacaktır. Bu durumda transversal sayısal süzgeçlerin transfer fonksiyonu formu

$$G(Z) = a_0 + a_1 Z^{-1} + a_2 Z^{-2} + \dots + a_k Z^{-k} \quad \text{II.2.3.3}$$

şeklindedir.

II.2.4. Transfer Fonksiyonunun Kutupları ve Sıfırları

II.2.3.2 denklemindeki transfer fonksiyonunun pay ve paydasındaki ifadeler sabit katsayılı Z^{-1} in polinomu biçimindedirler. Bu denklemi çarpan formunda aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$G(Z) = A \frac{(Z^{-1} - \alpha_1) (Z^{-1} - \alpha_2) \dots (Z^{-1} - \alpha_k)}{(1 - \beta_1 Z^{-1}) (1 - \beta_2 Z^{-1}) \dots (1 - \beta_m Z^{-1})} \quad \text{II.2.4.1}$$

Burada A katsayısı reel ve sabitdir α_i ve β_i reel yada kompleks olabilirler.

$\{\alpha_i\}$, $i=1,2,3,\dots,k$ transfer fonksiyonunun sıfırları olarak adlandırılır. $\{\beta_r^{-1}\}$, $r=1,2,3,\dots,m$ transfer fonksiyonunun kutupları olarak adlandırılır.

II.2.5. Kararlılık

Bir sayısal süzgeç kutuplarının modülü 1 e eşit ya da 1 den büyükse bu sayısal süzgeç kararlıdır. Kutuplar birim daire $|Z^{-1}| = 1$ üzerinde ya da dışında ise, bu sayısal süzgeç kararlı yapıya sahiptir. Aksi halde kararsız yapıya sahiptir.

II.2.6. Frekans Tepkisi

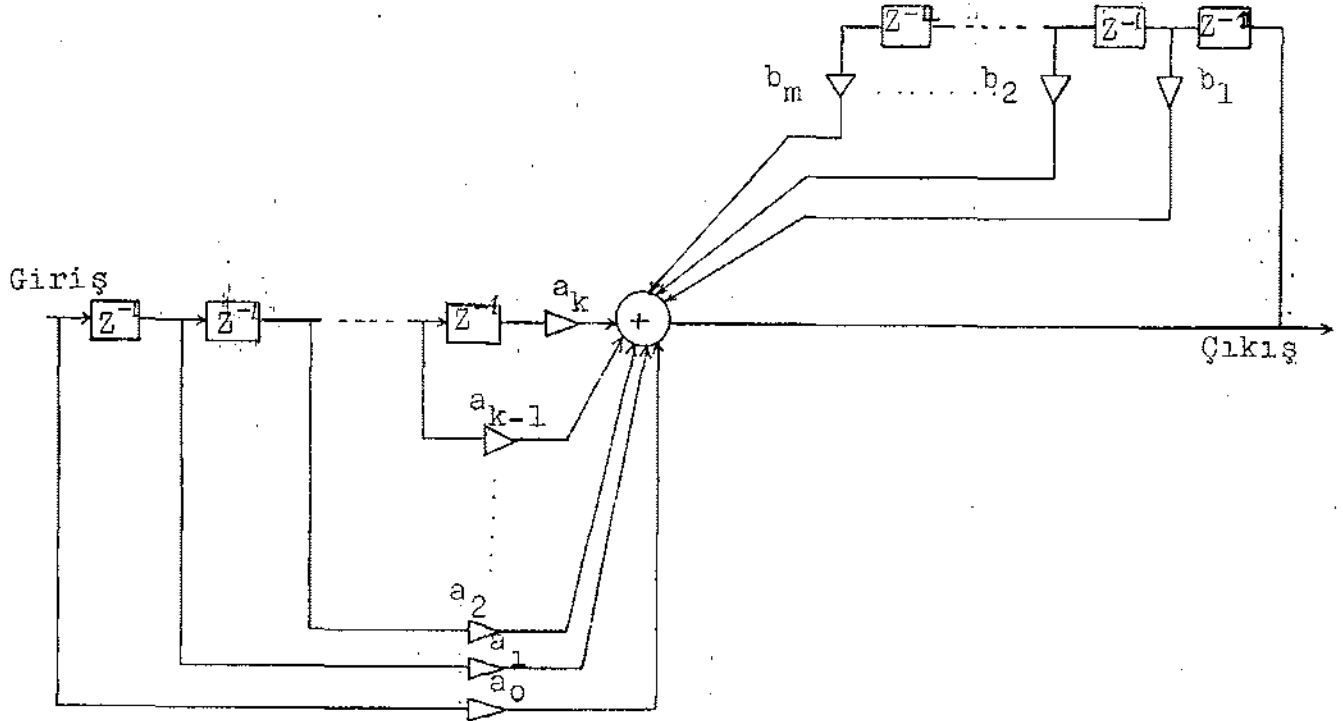
Bir sistemin Z domeninde yazılmış transfer fonksiyonunda Z^{-1} yerine $e^{j\omega T}$ yazıldığında bu sistemin kompleks formda frekans tepkisi elde edilir. II.2.3.2 denkleminde Z^{-1} yerine $e^{j\omega T}$ yazılarak

$$H(W) = \frac{a_0 + a_1 e^{-JWT} + \dots + a_k e^{-JkWT}}{1 - b_0 e^{-JWT} + \dots + b_m e^{-JmWT}} \quad \text{II.2.6.1}$$

en genel haldeki sayısal süzgecin kompleks formda frekans tepkisi elde edilir. II.2.6.1 denkleminin modülü sistemin genlik karakteristiğini ve argümanı ise sistemin faz karakteristiğini verir.

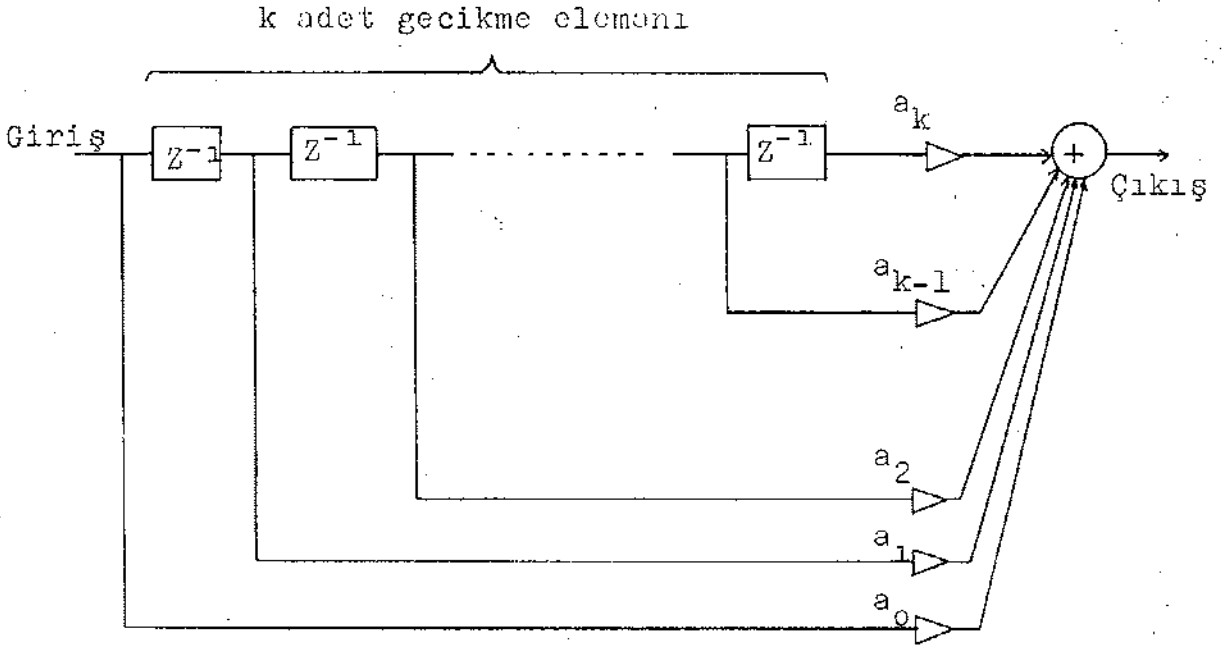
II.2.7. Sayısal Süzgecin Seri Yapıda Gerçekleştirilmesi

II.2.3.2 denklemi ile verilen $G(Z)$ transfer fonksiyonu seri gerçekleştirme yapısında Şekil II.2.7.1 de verilmiştir. Bu yapı $(k+m)$ adet geciktirici elemanı gerektirir.



Şekil II.2.7.1. II.2.3.2 Denkleminin Seri Gerçekleştirme Yapısı.

II.2.3.3 denklemi ile verilen $G(Z)$ transfer fonksiyonunun seri gerçekteştirme yapısı Şekil II.2.7.2 de verilmiştir. Bu yapı k adet geciktirici ihtiva ettiğinden dolayı k . ci dereceden transversal süzgeç olarak adlandırılır.



Şekil.II. 2.7.2. k . dereceden sayısal transversal süzgeç.

III. VIDEO İŞARETİNİN SAYISAL İŞLENMESİ

Bu bölümde video işaretinin sayısal işlemleri sınıflandırılacak ve kodlama türleri verilecektir. Bölümün son kısmında ise birleşik kodlama ile bileşen kodlama karşılaştırılacaktır.

III.1. Video İşaretinin Sayısala Çevrilmesi

Video işareti iki biçimde sayısal forma dönüştürülür.

III.1.1. Birleşik Kodlama

Bu kodlama türünde video işareti bileşenlerine ayrılmadan örneklenerek kodlanır. Örnekleme frekansı pratik sebeplerden dolayı ilgili televizyon sistemindeki renk taşıyıcı frekansının iki, üç ya da dört katında seçilir.

Birleşik kodlama da dört kodlama türüne ayrılabilir.

III.1.1.1. PCM (Vuruş Kodlamalı Modülasyon)

PCM birleşik video işaretindeki istatikselsel ya da idrakle ilgili fazlalık (redundance, irrevelance) ortadan kaldırılmadan yapılır. Birleşik video işareti renk taşıyıcı frekansının yukarıda belirtilen katlarında örneklenir ve kuvantalamaya bağlı ton zayıflaması görülmeyecek biçimde N tane kuvantalama seviyesi seçilerek kuvantalanır. Bir kuvantalama seviyesindeki örneği kodlamak için $n = \log_2 N$ bit gerekir. Video işaretinin her bir resim elemanı 8 bit (256 kuvantalama seviyesine karşılık gelir) ile kodlanır.

Şekil III.1.1.1 de birleşik PCM NTSC televizyon işaretinin renk taşıyıcısının çeşitli katlarında örneklenip her bir örneğin 8 bit ile kodlanması halinde ortaya çıkacak data akımları gösterilmiştir. Şekil III. 1.1.1 den de görüldüğü üzere

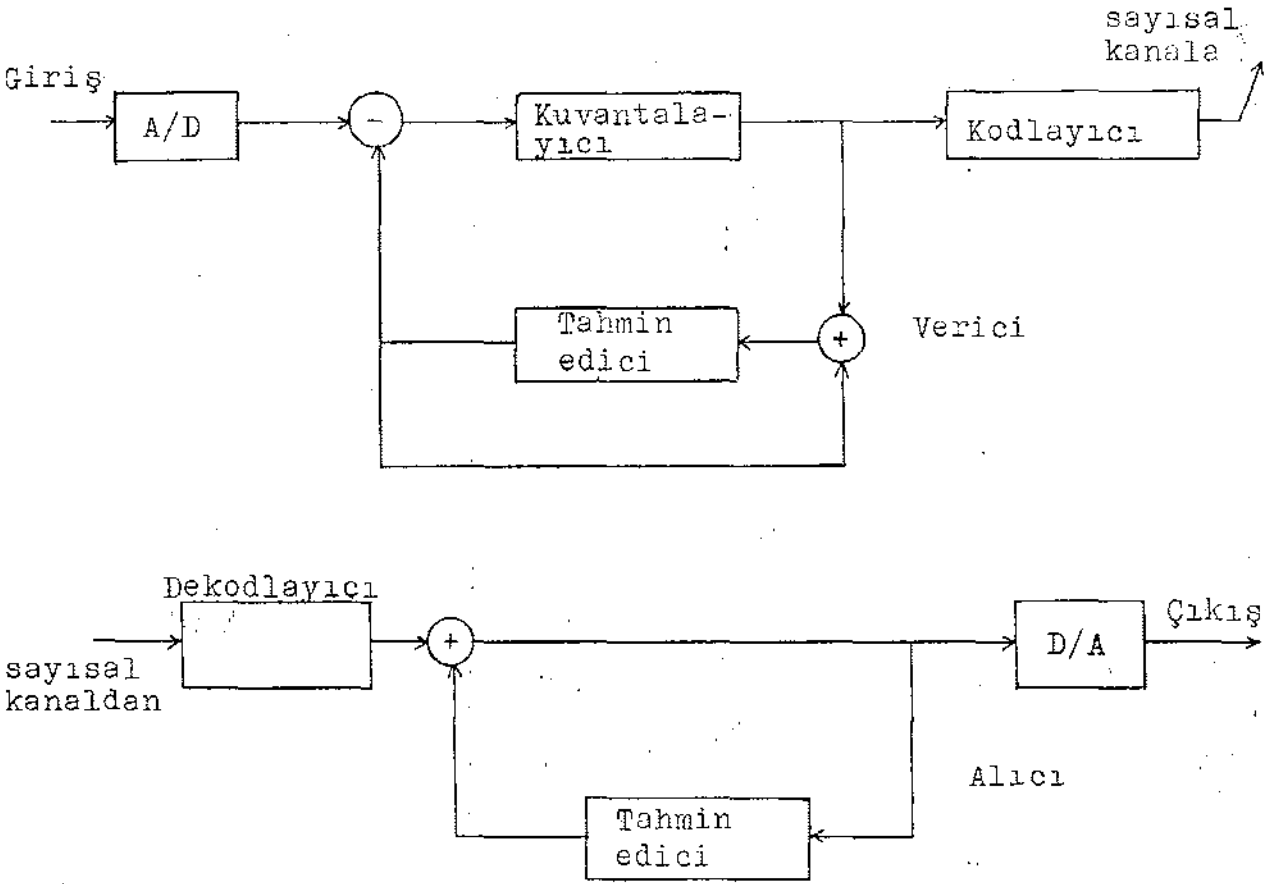
f_o (MHz)	Data Akısı (Mbit/sn)	
7,16 ($2Xf_{rt}$)	57,28	
10,74 ($3Xf_{rt}$)	85,92	$f_{rt}=3,58$ MHz
14,32 ($4Xf_{rt}$)	114,56	

Şekil III.1.1.1. Birleşik PCM NTSC işaretinin çeşitli örnekleme frekanslarında örneklenmesiyle ortaya çıkan data akıları.

video işaretinin PCM kodlamasında çok büyük data akıları oluşmaktadır. Büyük data akıları stüdyo ve iletim ortamında bazı problemleri beraberinde getirir. Bunlardan stüdyodaki problem daha büyük kapasiteli belleklere ihtiyaç duyulması, iletim ortamındaki problem ise daha büyük band genişlikli kanalları kullanma zorunluluğudur. Bit azaltma tekniklerini kullanarak bu data akılarını büyük ölçüde azaltmak mümkündür.

III.1.1.2. Tahmin Kodlaması (Predictive Coding)

Türevsel vuruş kodlamalı modülasyon (DPCM-Differential Pulse code Modulation) olarak da adlandırılan tahmin kodlamasında bir resim elemanını gönderme yerine daha önceden bu resim elemanı için tahmin edilen değer ile resim elemanı arasındaki fark gönderilir. Kodlanmış olarak gönderilen fark değerlerinin alıcı tarafda kodu çözüldükten sonra fark değeri ile birlikte gönderilen işaret bitine göre alıcı tarafda tahmin edici çıkışı değerine ya ilave edilir ya da çıkarılır. Şekil III.1.2.1 de DPCM alıcı ve vericinin blok diyagramı gösterilmiştir.



Şekil III.1.2.1. Bir DPCM verici ve alıcının blok diyagramı .

Tahmin etme görüntü noktaları arasındaki istatistiksel bilgilere bağlı olduğundan dolayı görüntü noktaları arasındaki ilişki derecesi ne kadar yüksek olursa tahmin derecesi o kadar iyi olur ve fark değeri o kadar küçük olur.

Tahmin kodlaması ile data akışı PCM'dekinin $\frac{2}{3}$ hatta $\frac{1}{3}$ kadar azaltılabilir.

III.1.1.3. Dönüşüm Kodlaması (Transform Coding)

Video işaretinin dönüşüm kodlamasında data alt öbeklere bölünerek her bir alt öbek için kodlama yapılır. Her bir öbek içindeki görüntü noktalarına ait dönüşüm katsayıları belirlenir. Daha sonra her bir öbek içindeki dönüşüm katsayıları ayrı ayrı basamaklandırılır ve kodlanır.

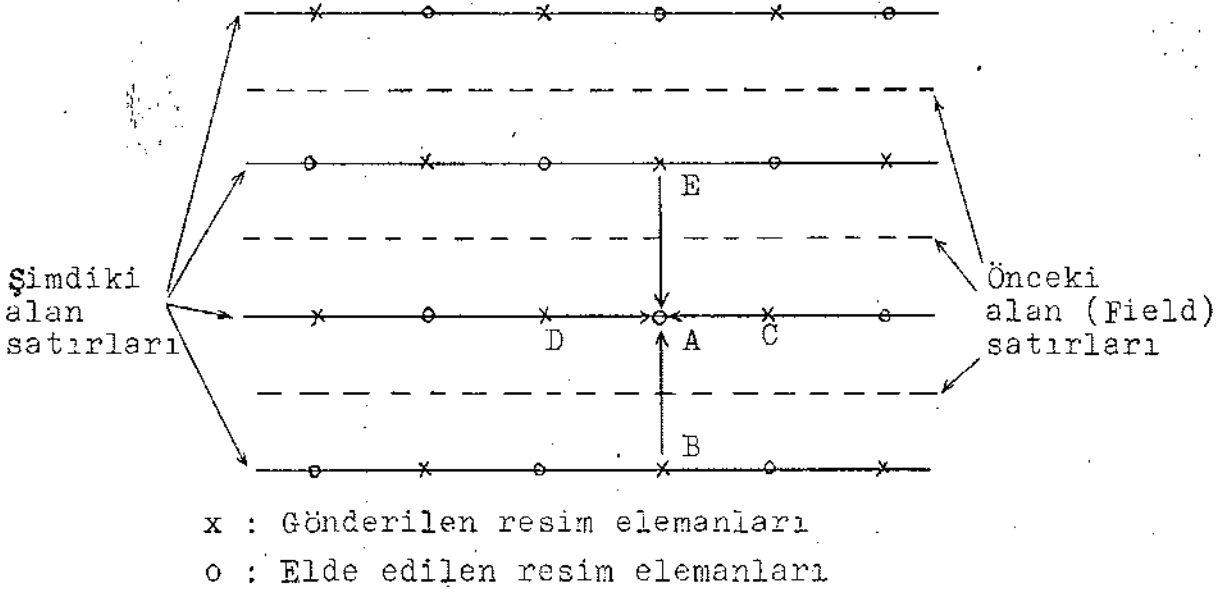
Dönüşüm kodlama yöntemleri olarak Hadamard, Haar, Karhunen-Loeve, Slant, DLB (Discrete Linear Basis), DCT (Discrete Cosine Transform), Fourier kodlama yöntemleri verilebilir.

III.1.1.4. Interpolasyon Kodlaması

Video işaretinin bu kodlama türünde alıcıya gönderilmeyen resim elemanı değerleri gönderilen resim elemanı değerlerinden yararlanarak elde edilebilir. Şekil III.1.4.1 de gösterildiği gibi A noktasındaki resim elemanı değeri kendisine komşu olan resim elemanlarından yararlanarak elde edilebilir. Örneğin A daki resim elemanı değeri aşağıdaki algoritma ile elde edilebilir.

$$\hat{A} = \begin{cases} 0,5(C+D) & \text{eğer } |C-D| \leq |B-E| \text{ ise} \\ 0,5(B+E) & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

Bu algoritma tüm gönderilmeyen resim elemanları için tatbik edilir. Bu şekilde elde edilen resmin kalitesi kullanılan algoritmanın etkinliğine bağlıdır.



Şekil III.1.4.1. Bir interpolasyon kodlama örneği.

III.1.2. Bileşen Kodlama

Bileşen kodlamada analog video işareti ilk olarak bileşenlerine ayrılır. Bu bileşenler NTSC sistemi için P, I ve Q işaretleri, PAL sistemi için P, U, V işaretidirler.

$$V = 0,877 (K-P) \quad \text{III.1.2.1}$$

$$U = 0,493 (M-P) \quad \text{III.1.2.2}$$

dir. PAL standardında bileşen kodlama (A:B:C) gösterilimiyle verilebilir. Burada A,B ve C harfleri integer bir sayıyı gösterirler ve P, K-P ve M-P (yada P,V ve U) işaretlerinin örnekleme frekansı arasındaki oranı belirler. Örneğin (4:2:2) gösterilimi, P için seçilen örnekleme frekansı 14 MHz ise (K-P) ve (M-P) (yada V,U) işaretlerinin örnekleme frekansının 7 MHz olacaklarını ifade eder.

Bileşen kodlama üç türe ayrılabilir.

III.1.2.1. PCM

Bileşenlerine ayrılmış video işaretinin bileşenlerinden her biri Kısım III.1.1.1 de anlatıldığı biçimde sayısal biçime dönüştürülür. Bileşenlerin her birini farklı örnekleme frekanslarında örnekleyip kodlamak mümkündür. Renk fark işaretlerinin band genişlikleri parlaklık işaretinin band genişliğinden küçük olduğu için daha küçük örnekleme frekanslarında örneklenebilir. Şekil III.1.2.1.1 de PAL için çeşitli bileşen oranlarında kodlama ile ortaya çıkacak bit akıları (data akıları) verilmiştir.

Luminans işaretini örnekleme frekansı (MH z)	Bileşen oranları	Bit Akısı (Mbit/sn)
13,5	(4:4:4)	324
13,5	(4:2:2)	216
13,5	(4:1:1)	162
13,5	(3:1:1)	180
6,75	(2:1:1)	108

Şekil III.1.2.1.1 PAL sisteminde bileşen kodlanmış PAL sisteminde ortaya çıkan bit akıları [7] .

III.1.2.2. Tahmin Kodlaması

Kısım III.1.1.2 de birleşik kodlama için bu teknik kısaca anlatıldı. Aralarındaki tek fark bileşen kodlamada tahmin kodlamasının bileşenlerin her birine ayrı ayrı uygulanmasıdır.

III.1.2.3. Dönüşüm Kodlaması

Dönüşüm kodlaması video işaretinin bileşenlerine ayrı ayrı kısım III.1.1.3 de anlatıldığı gibi uygulanır.

III.1.3. Birleşik ve Bileşen Kodlamalarının Karşılaştırılması

Video işaretinin birleşik kodlanmasında ortaya çıkan cross-talk (yani cross-luminance ve cross-chrominance) etkileri bileşen kodlamada ortaya çıkmayacağından bileşen kodlama ile elde edilen resim kalitesi birleşik kodlama ile elde edilecek resim kalitesinden çok daha iyi olacaktır.

Bileşen kodlama tüm televizyon sistemleri (NTSC, PAL ve SECAM) için uygun olmakla beraber birleşik kodlama SECAM sistemi için uygun değildir. Ayrıca birleşik kodlamada senkronlama işaretleri de kodlanmakta ve iletilmektedir. Bileşen kodlamada ise her bir resim elemanın 8 bit ile kodlanmasına karşılık gelen 256 kuvantalama seviyesinin tamamı görüntü işaretinin genliğinin kuvantalanmasında kullanılmaktadır.

Bileşen kodlamada ortaya çıkacak data akışı birleşik kodlamadakine nazaran çok büyük olacağından bileşen kodlamada stüdyo ve iletim ortamında kısım III.1.1.1 de bahsedilen sorunlar oluşur.

Bileşen kodlama birleşik kodlamaya göre daha karmaşık bir yapıya sahip olduğundan bileşen kodlama düzeninde kurulacak bir devrenin mal oluş fiyatı birleşik kodlamadakine göre daha pahalı olacaktır.

Bileşen kodlama üzerinde yapılan deneysel çalışmalar birleşik kodlama ile elde edilemeyecek resim kalitesinin bileşen kodlama ile elde edilebildiğini göstermiştir. Birçok ülke yakın gelecekte bileşen kodlanmış televizyon yayını uygulamaya sokabilmek için yoğun bir çalışmaya girmiştir.

III.2. Video İşareti Sayısal İşlemlerinin Sınıflandırılması

Video işareti sayısal işlemlerini aşağıda etraflıca anlatılacak olan üç grupta sınıflandırmak mümkündür.

III.2.1. Bit Akısını Azaltma İle İlgili Sayısal İşlemler

Sayısal olarak çalışan bir TV alıcısında elde edilecek resim kalitesi büyük ölçüde saniyede iletilecek bit akısına bağlıdır. Bu bit akısı ne kadar büyük olursa elde edilecek görüntü kalitesi o derecede iyi olacaktır. Ancak bit akısının büyümesiyle ortaya iki problem çıkmaktadır. Daha önceden de ifade edildiği gibi bu problemlerin birisi stüdyoda daha büyük kapasiteli belleklere, diğeri ise iletim ortamında daha büyük band genişlikli kanallara ihtiyaç duyulmasıdır.

PCM tekniğinde örnekleme frekansının artırılmasıyla (dolayısıyla bit akısının büyütülmesiyle) alıcıda, izleyici tarafından görüntü kalitesinde her hangi bir değişiklik sezilemiyorsa bu bit akısında artıklık (redundans) mevcuttur. Yani alıcıya gereksiz bit iletilmektedir.

Görüntü kalitesinde çok önemli bir kayıp oluşturmaksızın iletilecek data akısını azaltma yöntemleri dört grupta toplanabilir.

III.2.1.1. Tahmin Kodlamasıyla Bit Akısını Azaltma

DPCM (Türevsel Vuruş Kodlamalı Modülasyon) olarak da adlandırılan bu kodlama türü kısım III.1.1.2 ve kısım III.1.2.2 de sırasıyla birleşik ve bileşen kodlama yapısı için anlatılmıştı. Bu kodlama yöntemiyle görüntüde önemli bir kalite kaybı oluşturmaksızın PCM tekniğinde ortaya çıkan bit akısını $\frac{2}{3}$ hatta $\frac{1}{3}$ e kadar azaltmak mümkündür.

III.2.1.2. Aktif Bölge Kodlaması (Active Area Coding)

Aktif bölge kodlamasını NTSC, PAL ve SECAM televizyon sistemleri için uygulamak mümkündür. Burada NTSC sistemi için aktif alan kodlaması anlatılacaktır.

NTSC işaretinde satır süresinin yaklaşık % 16 sı ve yarı görüntü (field) süresinin yaklaşık % 7 si zamandaşlama vuruşları için kullanılmaktadır. PCM tekniğinde bu zamandaşlama vuruş işaretleri de örneklenip kodlanmaktadır. Ve böylece alıcıya büyük değerlerde gereksiz bit iletilmektedir. Aktif bölge kodlama tekniği ile yalnızca resim işaretinin bulunduğu kısım yani aktif bölge kısmı örneklenip kodlanır. Tablo 2.1.2.1 de NTSC sisteminde, aktif bölge kodlamayla, sürekli kodlamadaki bit akısının yaklaşık % 20 azaltılabildiği görülmektedir.

Örnekleme frekansı	:	$\sim 2f_{rt} = 7,15 \text{ MHz}$
Bit/Örnek	:	8 bit
Sürekli bit akısı	:	57,2 Mbit/sn
Aktif bölge kodlama bit akısı	:	45,8 Mbit/sn

Tablo III.2.1.2.1. Yaklaşık $2f_{rt}$ de örneklenmiş NTSC ve aktif bölge kodlama bit akısı değerleri.

III.2.1.3. Nyquist-Altı (Sub-Nyquist) örnekleme

PCM televizyon işaretlerinin data akısını azaltmanın tek yolu örnekleme frekansının küçük seçilmesidir. Ancak örnekleme teoremi gereğince örnekleme frekansı, ilgili analog sistemdeki (PAL, NTSC) işaretin en yüksek frekans bileşenin en az iki katında olmak zorundadır. Bu örnekleme frekansı değeri Nyquist değeri olarak bilinir. Şekil III.2.1.3.1 de

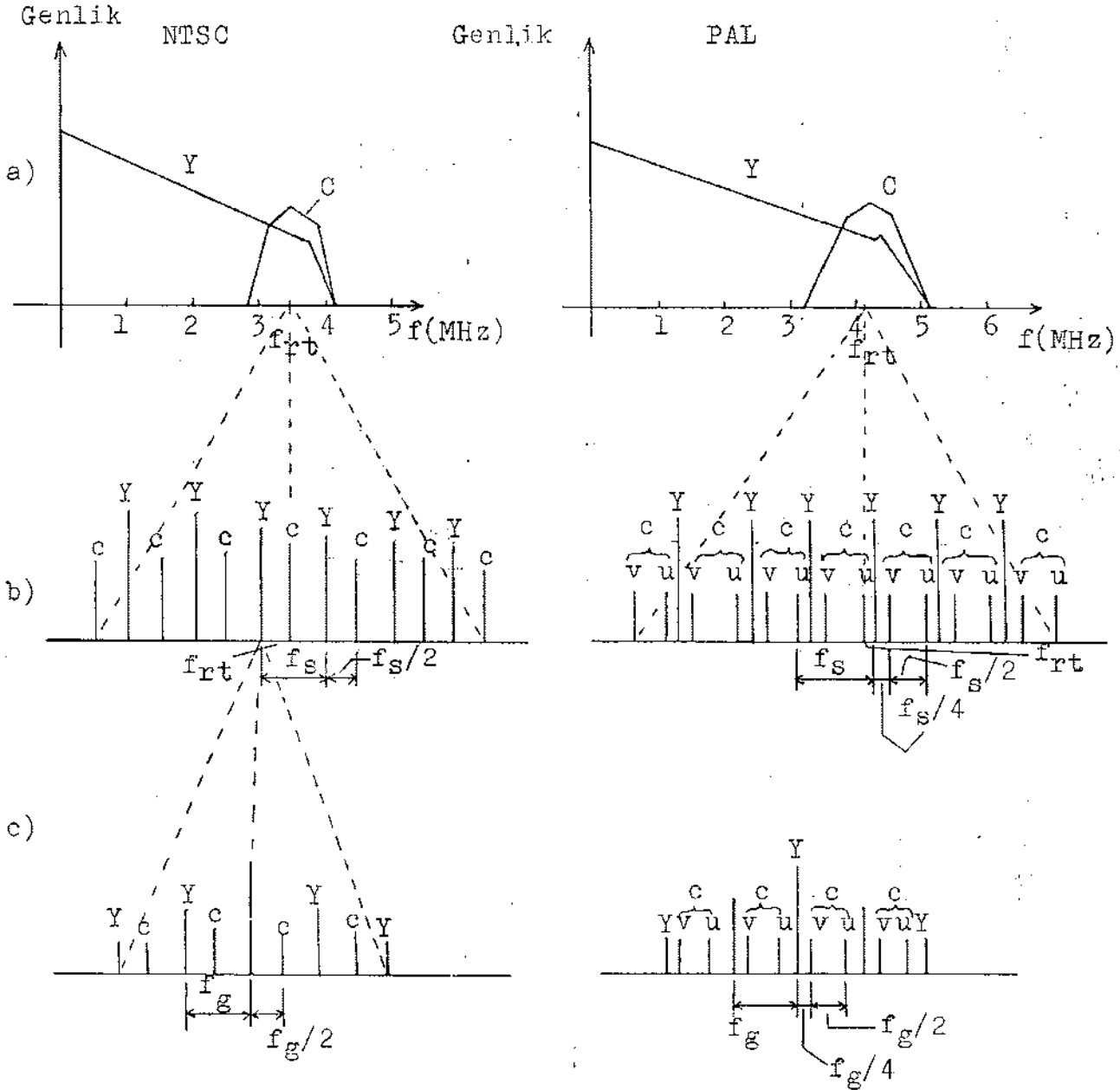
NTSC ve PAL sistemleri için örnekleme ile ilgili önemli frekans değerlerini içeren tablo verilmiştir.

	NTSC	PAL
Görüntü frekansı f_g	29.97(30)Hz	25 Hz
Yarı görüntü frekansı f_{yg}	59,94(60)Hz= $2f_g$	50 Hz = $2f_g$
Satır frekansı f_s	15734Hz= $525f_g$	15625Hz = $625f_g$
Renk taşıyıcı frekansı f_{rt}	3579545Hz = $\frac{455}{2} f_s$	4433618Hz= $283 \frac{1}{2} f_s + f_g$

Tablo 2.1.3.1. NTSC ve PAL sistemindeki örnekleme ile ilgili önemli frekans değerleri.

Şekil III.2.1.3.2 de ise NTSC ve PAL sistemlerinin frekans spektrumları verilmiştir. Şekil III. 2.1.3.2 den de görüleceği üzere NTSC ve PAL işaretleri bir çizgi spektrumuna sahiptir. İlgili işaretlerin spektrumlarının bu özelliğinden yararlanılarak örnekleme frekansını Nyquist değerinin altında seçmek mümkündür. Bu işlem Nyquist-Altı örnekleme tenkiği olarak bilinir.

Tablo III.2.1.3.1 de görüldüğü gibi NTSC sisteminde renk taşıyıcı frekansının seçiminde yarım satır ofset tekniği kullanılmıştır. Renk taşıyıcı frekansı $f_s/2$ nin tek katında seçilmiştir. PAL sisteminde ise çeyrek satır ofset tekniği kullanılmıştır. Bu teknikde renk taşıyıcı frekansı, $f_s/2$ nin tek katı artı görüntü frekansı olarak alınmıştır.



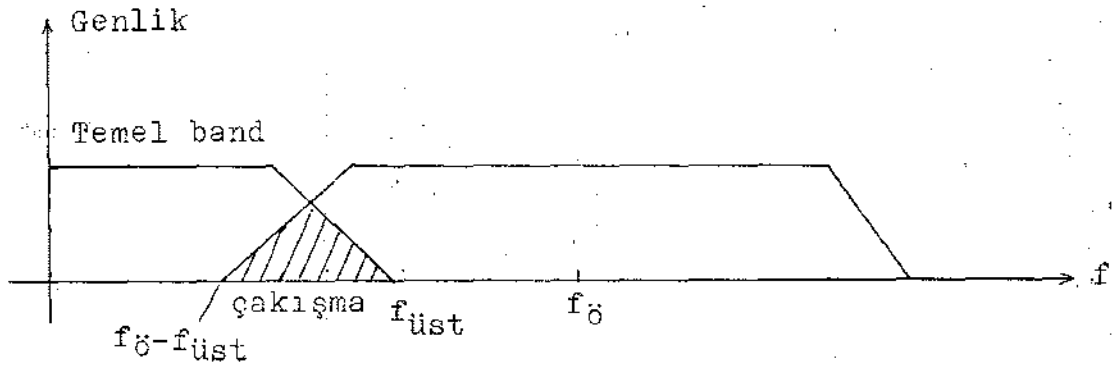
Şekil.III 2.1.3.2

- a) NTSC ve PAL işaretlerinin spektrumlarının zarfı.
- b) Renk taşıyıcı civarında f_s harmoniklerindeki Y ve C işaretlerinin frekans bileşenler.
- c) Renk taşıyıcı civarındaki f_g harmoniklerindeki frekans bileşenler

Nyquist-Altı örnekleme tekniğinin renk taşıyıcı frekansının (f_{rt}) yaklaşık iki katında örneklenmiş NTSC işaretinde nasıl uygulandığı ayrıntılı bir biçimde incelenecektir. Pratik sebeplerden dolayı örnekleme frekansı (f_0) renk taşıyıcı frekansının bir integer katında seçilir. NTSC işaretinin en yüksek frekans bileşeni 4,2 MHz olduğundan örnekleme frekansı en az 8,2 MHz olmalıdır. Buna en yakın renk taşıyıcı katında olan frekans $3f_{rt} = 10,7$ MHz dir. Eğer bu örnekleme frekansı ile örneklenmiş NTSC işaretinde bir örnek 8 bit ile kodlanırsa ortaya çıkacak data akısı 85,9 Mbit/sn olacaktır. Nyquist-Altı örnekleme tekniğini kullanarak yaklaşık $2f_{rt} = 7,15$ MHz değerinde örneklemeyle ortaya çıkacak bit akısı 57,2 Mbit/sn olacaktır. Görüldüğü gibi Nyquist-Altı örnekleme tekniği ile bit akısını $\frac{2}{3}$ oranında azaltmak mümkündür.

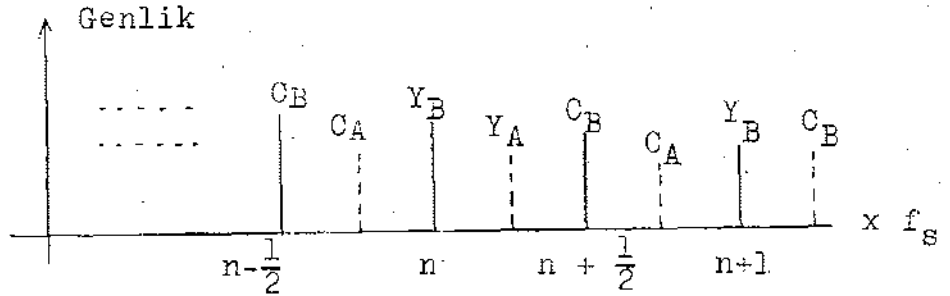
Şekil III.2.1.3.2 den de görüldüğü üzere NTSC işaretinin parlaklık işaretinin frekans bileşenleri satır tarama frekansının (f_s) harmoniklerinde yani n tam sayı olmak üzere nf_s de mevcuttur. Krominans işaretinin frekans bileşenleri ise $\frac{1}{2} f_s$ nin tek katlarında mevcuttur.

Şekil 2.1.3.3 de Nyquist-Altı örneklenmiş NTSC işaretinin tek yanlı spektrumu görülmektedir. Bu spektrumun $f_0-f_{üst}$, $f_{üst}$ bölgesinde bulunan analog işaretin esas band bileşenleri dışında örnekleme sonucu bu bölgeye düşen frekans bileşenleri ailes bileşenler olarak adlandırılır. Örnekleme frekansı, ailes



Şekil III.2.1.3.3. Nyquist-Altı örneklenmiş NTSC işaretinin spektrumu.

bileşenlerin temel banddaki luminans ve krominans bileşenlerinin arasına düşecek biçimde seçilebilir. Bunu sağlamak için $f_{\delta} = (n + \frac{1}{4})f_s$ ya da $f_{\delta} = (n - \frac{1}{4})f_s$ olarak alınmalıdır. $2f_{rt}$ civarında buna uygun örnekleme frekansı ya $f_{\delta} = 2f_{rt} + \frac{1}{4}f_s$ ya da $f_{\delta} = 2f_{rt} - \frac{1}{4}f_s$ olarak seçilir. Burada $f_{rt} = \frac{455}{2}f_s$ dir. $2f_{rt} + \frac{1}{4}f_s$ örnekleme değerinde $(f_{\delta} - f_{üst}, f_{üst})$ bölgesindeki spektrum Şekil 2.1.3.4 de çizilmiştir. Y_B ve C_B sırasıyla temel bandın luminans ve krominans bileşenlerin, Y_A ve C_A ise sırasıyla luminans ve krominansın alias frekans bileşenlerini gösterir.



Şekil III.2.1.3.1. $f_{\delta} - f_{üst}, f_{üst}$ bölgesinde temel band ve alias frekans bileşenleri.

Örneklenmiş video işaretinin dekodlama işleminde ilk olarak temel banda bulunan bu alias bileşenlerinin ortadan kaldırılması gerekir. Bu $f_{\delta} - f_{üst}, f_{üst}$ bölgesinde tarak süzgeçleme yapılmasıyla mümkündür. Sayısal tarak süzgecin frekans tepkesinin minimumları alias bileşenlerin mevcut olduğu frekanslara maksimumları ise temel band video bileşenlerinin bulunduğu frekanslara düşecek şekilde seçilir. Böyle bir süzgeçlemeyi aşağıda verilen üç sayısal tarak süzgeç algoritmasıyla gerçekleştirmek mümkündür.

1.L. televizyon satırına (L-2). yi ilave etmek

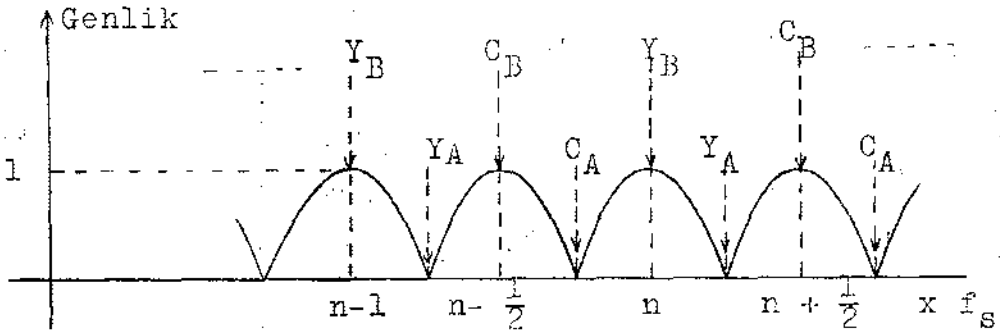
Burada elde edilecek yeni L. satır L_y ile ifade edilirse $L_y = \frac{1}{2} [L+(L-2)]$ olur. Böyle bir sayısal tarak süzgecin frekans tepkisi denklem II.2.6.1 den yararlanılarak şu şekilde bulunur.

$$H(w) = \frac{1}{2} (1+e^{-jw2T})$$
$$= \frac{1}{2} (e^{+jwT} + e^{-jwT}) e^{-jwT} \quad \text{III.2.1.3.1}$$

$$H(w) = \text{Cos}wT e^{-jwT}$$

Burada T ilgili televizyon sisteminde bir satır süresidir (NTSC için $63,556 \mu s$ dir.

Bu süzgecin genlik tepkisi $|H(jw)| = |\text{Cos}wT|$ olup şekil 2.1.3.5 de çizilmiştir. Bundan böyle sayısal süzgeçlerin frekans tepkelerininin hesabı adım adım yapılmayacak sadece sonuç ifadesi verilecektir.



şekil III.2.1.3.5. $\frac{1}{2}(L+(L-2))$ yada $\frac{1}{2}(L+(L+2))$ algoritmasını kullanan sayısal tarak süzgecin frekans tepkisi.

2. L. satıra(L+2) yi ilave etmek

Böyle bir sayısal tarak süzgecin frekans tepkisi

$$H(w) = \text{Cos}WT e^{JWT} \quad \text{III.2.1.3.2}$$

dir. Genlik tepkisi $H(W) = \text{Cos}WT$ olup 1 deki ile aynıdır.

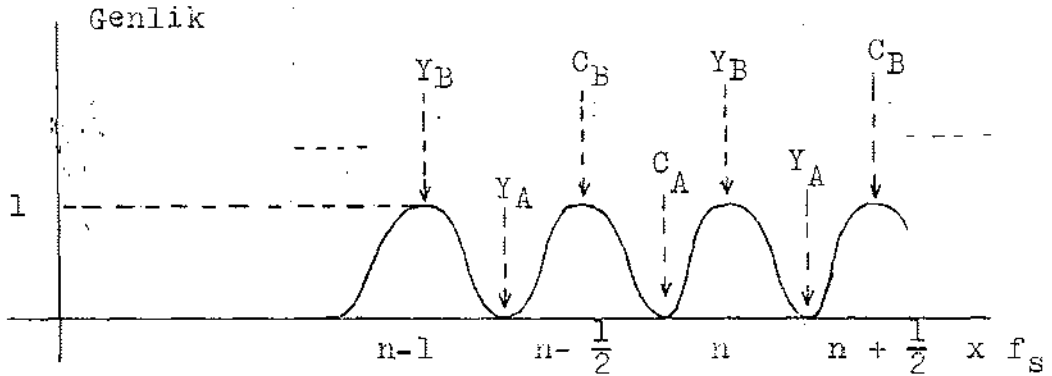
3. L. satıra $\frac{1}{2} [(L-2)+(L+2)]$ yi ilave etmek

Bu durumda yeni L. satır L_y ile gösterilirse

$L_y = \frac{1}{2} [L + \frac{1}{2} ((L-2) + (L+2))]$ olur. Bu tarak süzgecin frekans tepkisi

$$H(w) = \text{Cos}^2WT \quad \text{III.2.1.3.3}$$

dir. Şekil 2.1.3.5 de böyle bir sayısal tarak süzgecin f_0 - $f_{üst}$, $f_{üst}$ frekans bölgesindeki frekans tepkisi çizilmiştir.



Şekil III.2.1.3.6. $\frac{1}{2} [L + \frac{1}{2} (L-2) + (L+2)]$ algoritmasını kullanan tarak süzgecin frekans tepkisi [8] .

Şekil III.2.1.3.5 ve Şekil 2.1.3.6 dan görüldüğü gibi yukarıda verilen üç sayısal tarak süzgeç türü ile çakışma bölgesindeki alias bileşenler ortadan kaldırılabilir.

PAL işareti de Şekil III.2.1.3.1 den görüldüğü gibi çizgi spektrumuna sahip olduğundan Nyquist-Altı örneklemeye imkan vermektedir. Nyquist-Altı örnekleme frekansı, alias bileşenlerin temel video bandındaki bileşenlerle çakışmayacak biçimde seçilir.

III.2.1.4. Dönüşüm Kodlaması ile Bit Akısını Azaltma

Kısım III.1.1.3 ve Kısım III.1.2.3 de sırasıyla birleşik ve bileşen kodlama için anlatılan dönüşüm kodlama yöntemi ile PCM tekniğinde ortaya çıkacak bit akısını büyük ölçüde azaltmak mümkündür.

III.2.2. Renk Kodlama-Dekodlama İle İlgili Sayısal İşlemler

Bu kısımda renk taşıyıcı frekansının üç katında (10,7) ve dört katında (14,3 MHz) örneklenmiş NTSC işaretinin renk kodlama-dekodlama işlemleri anlatılacaktır. Bu işlemlerde sayısal tarak süzgecin kullanımı ve önemi incelenecektir.

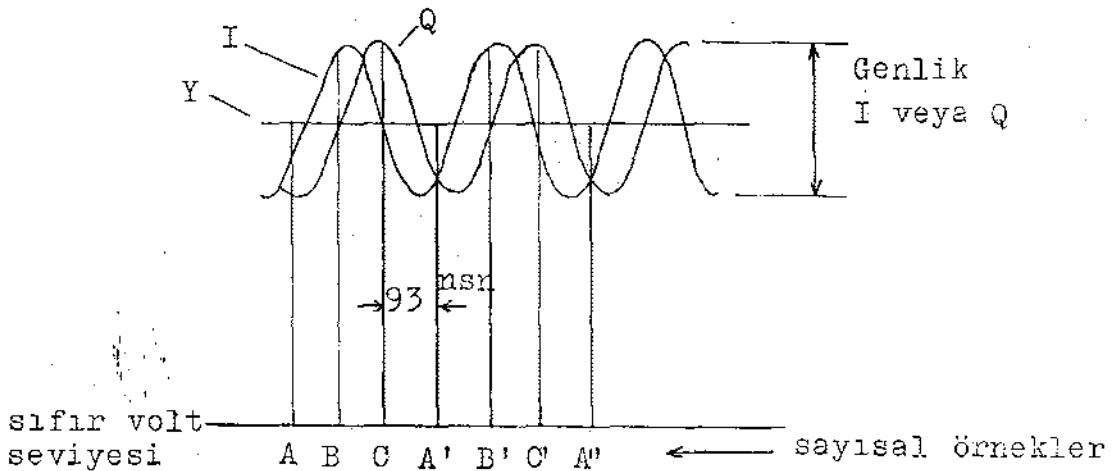
Bir PCM NTSC işaretinden sayısal olarak Y,I ve Q bileşenleri nasıl elde edilebilir? Yada PCM NTSC sisteminde sayısal renk dekodlama işlemi nasıl yapılır? Birleşik video işaretinin PCM e dönüştürülmesi kısım III.1.1.1 de anlatılmıştı. Aşağıda 10,7 MHz ve 14,3 MHz değerinde örneklenmiş birleşik PCM NTSC işaretinin renk dekodlama işlemleri ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

III.2.2.1. 10,7 MHz ve 14,3 MHz Değerlerinde Örneklenmiş PCM NTSC İşaretinde Direkt Renk-Dekodlama

III.2.2.1.1. 10,7 MHz Değerinde Örneklenmiş PCM NTSC İşaretinde Renk Dekodlama

Bir PCM NTSC işaretinin renk dekodlanmasında sayısal örnekleme frekansının renk taşıyıcısının tam katlarında olması ve renk fark işaretlerinden birisi ile faz ilişkisinin bilinmesi arzulanır. NTSC sisteminde örnekleme işaretinin fazı I işaretinin fazına göre referanslanır.

10,7 MHz değerinde örneklenmiş PCM NTSC işaretinde renk dekodlama işlemini daha iyi kavrayabilmek için Y,I ve Q işaretlerindeki sayısal örnekler göz önüne alınsın. Şekil III.2.2.1.1.1 10,7 MHz de örneklenmiş analog NTSC işaretinin bileşenlerini gösterir. Basitlik için Y sabit olarak alınmıştır. Sonuçta her hangi bir örnekleme anındaki PCM kod kelimesinin değeri o örnekleme anındaki Y+I+Q değerine karşılık gelir. Renk taşıyıcısının bir periyodunda mevcut olan A,B ve C (yada A',B',C') kod kelimelerinin değerleri aşağıda verilen genelleştirilmiş ifadelerle hesaplanabilir.



Şekil III.2.2.1.1.1. 10,7 MHz de örneklenmiş NTSC işaretinin sayısal örnekleri ve I,Q ve Y bileşenleri

$$A = Y + \frac{I}{2} \sin \phi + \frac{Q}{2} \sin(\phi - \frac{\pi}{2}) \quad \text{III.2.2.1.1.1}$$

$$B = Y + \frac{I}{2} \sin(\phi + \frac{2\pi}{3}) + \frac{Q}{2} \sin(\phi - \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{3}) \quad \text{III.2.2.1.1.2}$$

$$C = Y + \frac{I}{2} \sin(\phi - \frac{2\pi}{3}) + \frac{Q}{2} \sin(\phi - \frac{\pi}{2} + \frac{4\pi}{3}) \quad \text{III.2.2.1.1.3}$$

Yukarıdaki denklemlerde $\phi = -\frac{\pi}{6}$ alınır, gerekli trigonometrik hesaplamalardan sonra aşağıdaki denklemler elde edilir.

$$A = -\frac{1}{2} I - \frac{\sqrt{3}}{4} Q + Y \quad \text{III.2.2.1.1.4}$$

$$B = \frac{1}{2} I + Y \quad \text{III.2.2.1.1.5}$$

$$C = -\frac{1}{4} I + \frac{\sqrt{3}}{4} Q + Y \quad \text{III.2.2.1.1.6}$$

Yukarıdaki son üç denklemler çözülerek Q ve Y için aşağıdaki denklemler elde edilir.

$$I = \frac{4}{3} [B - \frac{1}{2} (A+C)] \quad \text{III.2.2.1.1.7}$$

$$Q = \frac{2}{\sqrt{3}} (C-A) \quad \text{III.2.2.1.1.8}$$

$$Y = \frac{1}{3} (A+B+C) \quad \text{III.2.2.1.1.9}$$

Bu algoritmaların frekans tepkeleri denklem III.2.6.1 den yararlanarak hesaplanmış olup aşağıda verilmiştir.

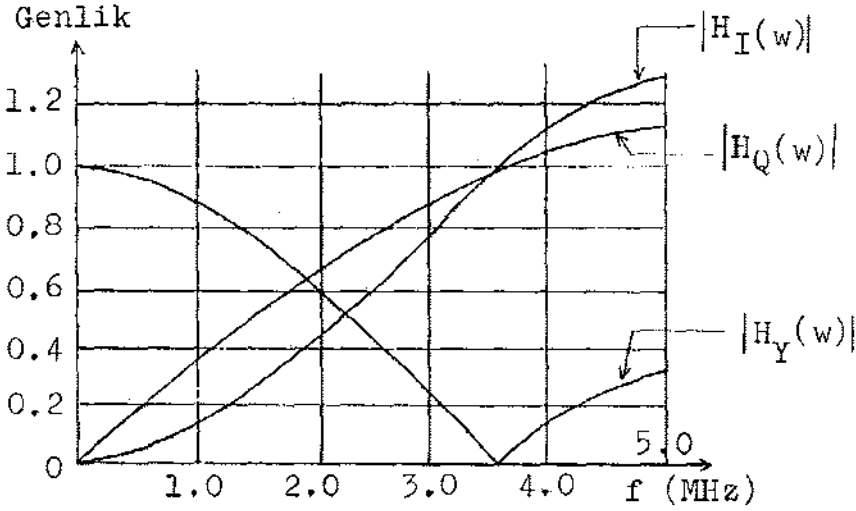
$$H_I(\omega) = \frac{4}{3} (\sin^2 \frac{\omega T}{2}) e^{-j\omega T} \quad \text{III.2.2.1.1.10}$$

$$H_Q(\omega) = \frac{2}{\sqrt{3}} (\sin \frac{\omega T}{2}) e^{-j\omega T} \quad \text{III.2.2.1.1.11}$$

$$H_Y(\omega) = \frac{1}{3} (1 + 2 \cos \omega T) e^{-j\omega T} \quad \text{III.2.2.1.1.12}$$

$$\text{Burada } T = \frac{1}{f_0} = \frac{1}{10,7 \cdot 10^6} \cong 93 \text{ nsn dir.}$$

I, Q ve Y için yukarıda hesaplanan frekans tepkelerinin genlik tepkeleri 0-5 MHz bölgesi için Şekil III.2.2.1.1.2 de çizilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere I ve Q işaretlerinin genlik tepkeleri renk taşıyıcısına göre simetrik değildir. Bundan dolayı I ve Q arasında crosstalk meydana gelir. Ayrıca



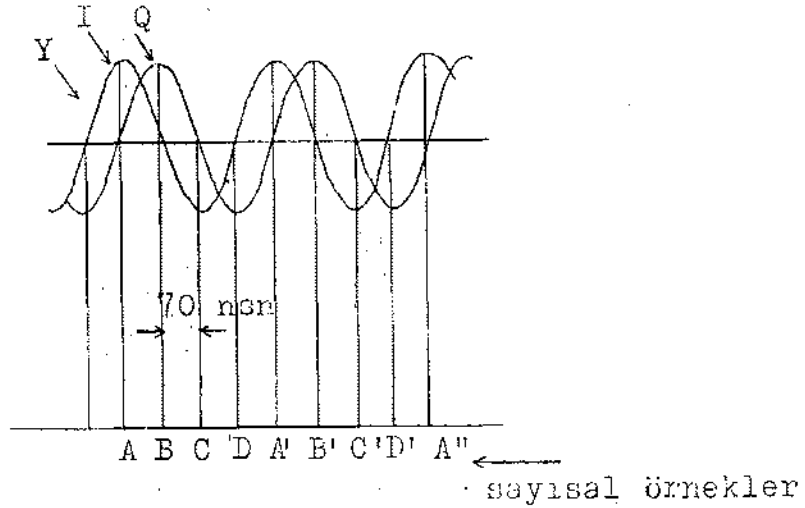
Şekil III.2.2.1.1.2. Üç kod kelimesi ile kurulan I, Q ve Y işaretlerinin genlik tepkeleri [8] .

böyle bir renk kodlama tekniği ile NTSC işaretinin frekans spektrumunda krominans bileşenleri içindeki luminans bileşenleri ve luminans bileşenleri içindeki krominans bileşenleri ortadan kaldırılamadığından dolayı luminans ve krominans arasında cross-talk (cross-luminance ve cross-chrominance) oluşur. Daha sonra anlatılacak tarak süzgeçleme tekniği ile bu etkiyi ortadan kaldırmak mümkündür.

Yukarıda üç resim örneği kullanarak yapılan renk dekodlama işleminde I ve Q işaretlerinin genlik tepkelerinin renk taşıyıcısına göre simetrik olmadığı söylenmişti. I ve Q'nun eldesi için kurulan algoritmada kullanılan resim elemanı örnekleri artırılırsa daha iyi frekans tepkeleri elde etmek mümkündür.

III.2.2.1.2. 14,3 MHz Değerinde Örneklenmiş PCM NTSC İşaretinde Renk Dekodlama

PCM örnekleme frekansı 14,3 MHz olarak alındığında Y, I ve Q için daha iyi frekans tepkeleri ortaya çıkar. Şekil III.2.2.1.2.1 de analog NTSC işareti bileşenlerine ayrılmış olarak çizilmiştir. Basitlik için Y işareti sabit alınmıştır.



Şekil III.2.2.1.2.1. 14,3 MHz de örneklenmiş NTSC işaretinin sayısal örnekleri ve I, Q ve Y bileşenleri.

Örnekleme işaretinin fazı +I ile aynı fazda seçilmiştir. Böyle bir örnekleme ile A, B, C ve D yada (A', B', C', D') değerlerini veren denklemler aşağıda verilmiştir.

$$A \text{ veya } A' = \frac{1}{2} I + Y \quad \text{III.2.2.1.2.1}$$

$$B \text{ " } B' = \frac{1}{2} Q + Y \quad \text{III.2.2.1.2.2}$$

$$C \text{ " } C' = \frac{1}{2} Q + Y \quad \text{III.2.2.1.2.3}$$

$$D \text{ " } D' = \frac{1}{2} Q + Y \quad \text{III.2.2.1.2.4}$$

Bu denklemler çeşitli biçimlerde birleştirilerek I ve Q yu veren aşağıdaki algoritmalar elde edilebilir.

$$I_1 = A-C$$

III.2.2.1.2.5

$$Q_1 = B-D$$

$$I_2 = \frac{1}{2} [(A-C + A'-C')]$$

III.2.2.1.2.6

$$Q_2 = \frac{1}{2} [(B-D + B'-D')]$$

$$I_3 = \frac{2}{3} [A'-C + \frac{1}{2} (A-C')]$$

III.2.2.1.2.7

$$Q_3 = \frac{2}{3} [B'-D + \frac{1}{2} (B-D')]$$

I_1 ile Q_1 , I_2 ile Q_2 ve I_3 ile Q_3 ün genlik tepkeleri aynı olup, sırasıyla $|H_1(W)|$, $|H_2(W)|$ ve $|H_3(W)|$ ile ifade edilmiş olarak aşağıda verilmiştir.

$$|H_1(W)| = 2 |(\sin WT)|$$

III.2.2.1.2.8

$$|H_2(W)| = |\sin 3WT - \sin WT|$$

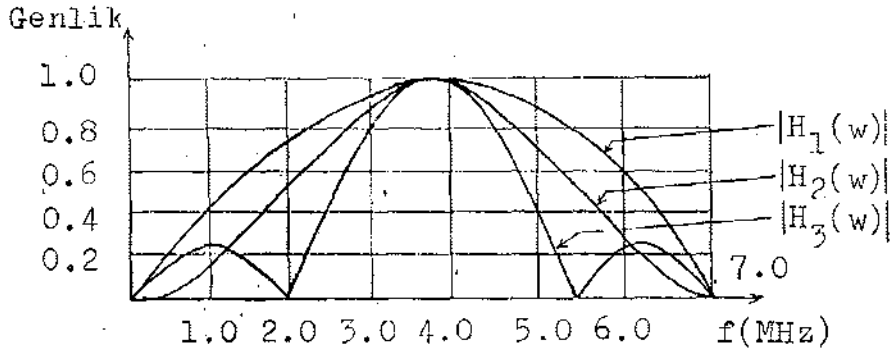
III.2.2.1.2.9

$$|H_3(W)| = \frac{2}{3} |(-2\sin WT + \sin 3WT)|$$

III.2.2.1.2.10

Burada $T' = \frac{1}{14,3 \cdot 10^6} \cong 70$ ns dir. Yukarıda I ve Q için

verilen genlik tepkeleri 1 e normalize edilmiş olarak Şekil III.2.2.1.2.2 de çizilmiştir. Şekil III.2.2.1.2.2 den de görüleceği gibi I ve Q işaretlerinin genlik tepkeleri, band merkezi, taşıyıcı frekansında bulunan bir BGS (Band Geçiren Süzgeç) tepkesine sahiptir ve krominans bileşenlerini elde etmek için kullanılır.



Şekil III.2.2.1.2.2. 14.3 MHz de I ve Q nün sayısal dekodlanması ile ilgili frekans tepkeleri [9] .

Daha önce verilen III.2.2.2.1, III.2.2.2.2, III.2.2.2.3 ve III.2.2.2.4 denklemlerinin çeşitli yollardan birleştirilmesiyle luminans işareti için aşağıdaki algoritmalar elde edilir.

$$Y_1 = \frac{1}{2} [A+C] \quad \text{yada} \quad Y_1 = \frac{1}{2} (B+D) \quad \text{III.2.1.2.11}$$

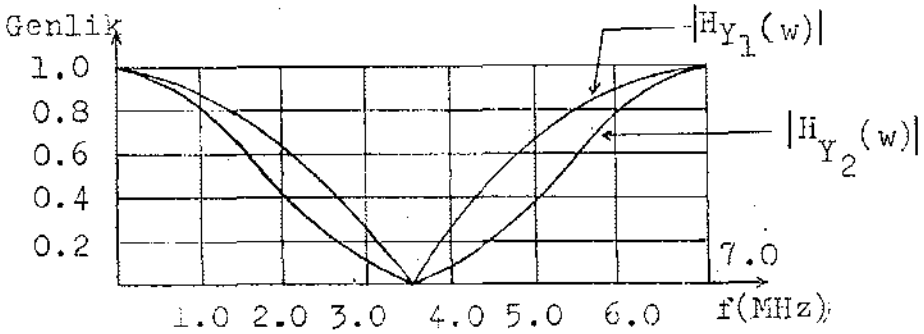
$$Y_2 = \frac{1}{2} [A' + \frac{1}{2} (C+C')] \quad \text{III.2.2.1.2.12}$$

Genlik tepkeleri $|H_{Y_1}(w)|$ ve $|H_{Y_2}(w)|$ ile ifade edilmiş olarak aşağıda hesaplanmıştır.

$$|H_{Y_1}(w)| = |\cos wT'|$$

$$|H_{Y_2}(w)| = \cos^2 wT'$$

Burada $T' \cong 70$ ns dir. Luminans için genlik tepkeleri Şekil III.2.2.1.2.3 de 0-5 MHz bölgesi için çizilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere böyle bir tepke 0-3,58 MHz bölgesinde alçak geçiren süzgeç olarak işlev görür ve luminans işaretinin frekans bileşenlerini elde etmekte kullanılır. Ancak böyle bir süzgeçlemeyle taşıyıcı civarındaki luminans işaretinin frekans bileşenleri ortadan kaldırılmaktadır. Bu istenmeyen bir durumdur.



Şekil III.2.2.1.2.3. Luminans işareti genlik tepkeleri. [9] .

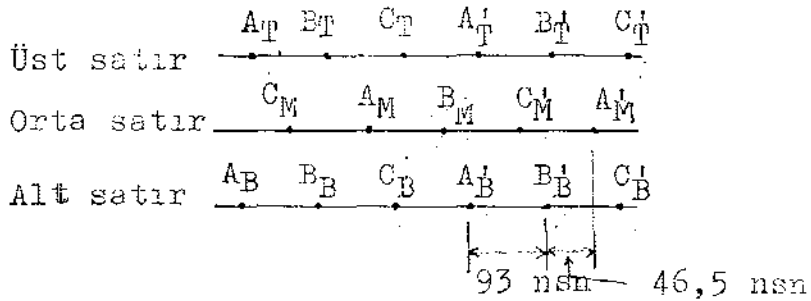
Şekil III.2.2.1.2.2 ve Şekil III.2.2.1.2.3 e dikkatli bakıldığında elde edilen genlik tepkelerinin 10.7 MHz örnekleme ile elde edilenlere göre daha üstün olduğu görülmektedir. Bu frekansdaki renk dekodlama tekniğinde de luminans ve krominans işaretleri arasındaki cross-talk ortadan kaldırılamamaktadır.

III.2.2.2. Sayısal Tarak Süzgeç Yardımıyla Renk Dekodlama

Burada 10,7 MHz ve 14,3 MHz de örneklenmiş PCM NTSC işaretinin sayısal tarak süzgeç yardımıyla luminans ve krominans bileşenlerine ayrılması ele alınacaktır.

III.2.2.2.1 10,7 MHz de örneklenmiş PCM NTSC İşaretinde Sayısal Tarak Süzgeç Yardımıyla Renk Dekodlama

Tarak süzgeçleme işlemi aynı alanda bulunan üç komşu satırdaki sayısal örnekleri (resim elemanları) kullanarak yapılır. Şekil III.2.2.2.1.1 10,7 MHz de örneklenmiş NTSC işaretinin aynı alanda üç komşu satırdaki sayısal örneklerinin sıralanışını göstermektedir. Üst satırda bulunan sayısal örnekler T(Top), ortada bulunanlar M(Middle) ve altta bulunanlar B(Bottom) harfi ile ifade edilsinler. Şekilden de görüleceği üzere örnekleme frekansından dolayı A_T , A_M ve A_B dikey konumda değildirler. Bundan dolayı komşu satırdaki örnekler arasındaki zaman farkı tam bir satır süresi kadar olmayacaktır.



Şekil III.2.2.2.1.1. 10,7 MHz de örneklenmiş NTSC işaretinin komşu üç satırdaki sayısal örneklerin sıralanışı.

Her satırdaki üç kod kelimesini (A,B,C veya A',B',C') veren denklemler III.2.2.1.1.4, III.2.2.1.1.5, III.2.2.1.1.6, denklemlerini esas alarak kurularlar.

$$A_X \text{ veya } A'_X = -\frac{1}{4} I_X - \frac{\sqrt{3}}{4} Q_X + Y_X \quad \text{III.2.2.2.1.1}$$

$$B_X \text{ veya } B'_X = \frac{1}{2} I_X + Y_X \quad \text{III.2.2.2.1.2}$$

$$C_X \text{ veya } C'_X = -\frac{1}{4} I_X + \frac{\sqrt{3}}{4} Q_X + Y_X \quad \text{III.2.2.2.1.3}$$

Burada X kod kelimesinin yerini belirler. Basitlik için bu işlemin yapıldığı alanda Y,I ve Q nün değişmediği farze dilsin. Bu denklemlerin çeşitli biçimlerde birleştirilmesiyle C_M noktasının luminans ve krominans bileşenlerini veren denklemler aşağıdaki gibi elde edilir.

$$C_{MCH} = C_M - \frac{1}{4} (A'_T + B'_T + A'_B + B'_B) = -\frac{3}{8} I + \frac{3\sqrt{3}}{8} Q$$

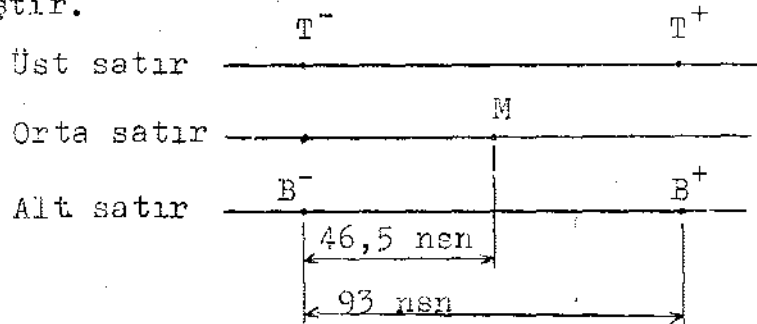
$$C_{ML} = C_M + \frac{1}{2} (A'_T + B'_T + A'_B + B'_B) = 3Y$$

Daha sade bir gösterilim için son iki denklemi şu şekilde de yazmak mümkündür.

$$C = M - \frac{1}{4} (T^- + T^+ + B^- + B^+) \quad \text{III.2.2.2.1.4}$$

$$Y = M + \frac{1}{2} (T^- + T^+ + B^- + B^+) \quad \text{III.2.2.2.1.5}$$

Burada kullanılan M,T,B arasındaki ilişki şekil III.2.2.2.1.2 de gösterilmiştir.



Şekil.III.2.2.2.1.2. 10,7 MHz de tarak süzgeçleme için kullanılan kod kelimeleri arasındaki ilişki.

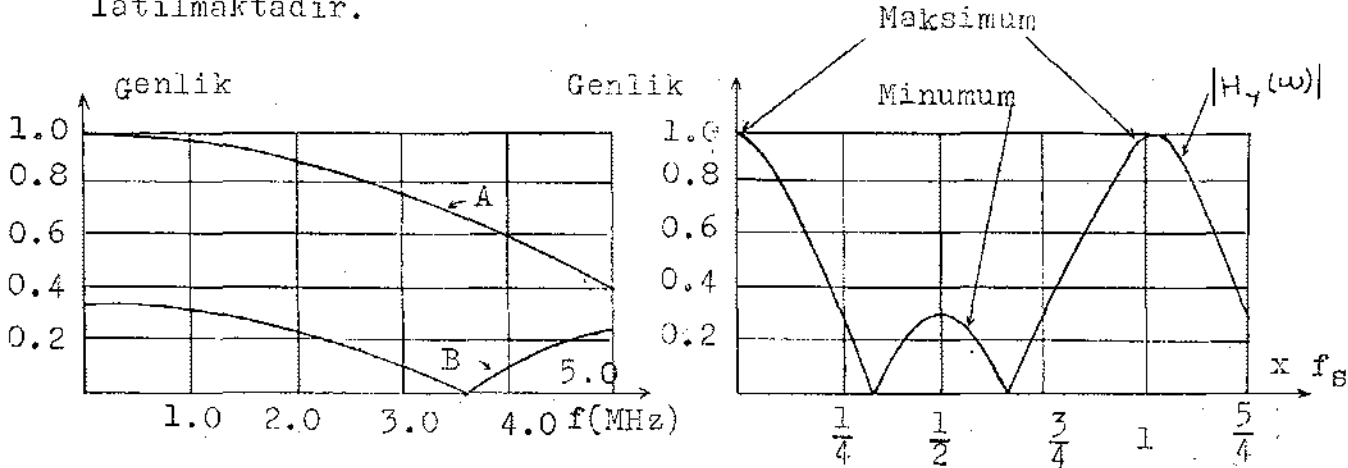
Luminans ve krominans tarak süzgecin frekans tepkeleri $H_C(W)$ ve $H_Y(W)$ ile ifade edilsin. Denklem II.2.6.1 den yararlanarak aşağıdaki biçimde hesaplandı.

$$H_C(W) = 1 - (\cos WT) \cos WT' \quad \text{III.2.2.2.1.6}$$

$$H_Y(W) = 1 + 2(\cos WT \cos WT') \quad \text{III.2.2.2.1.7}$$

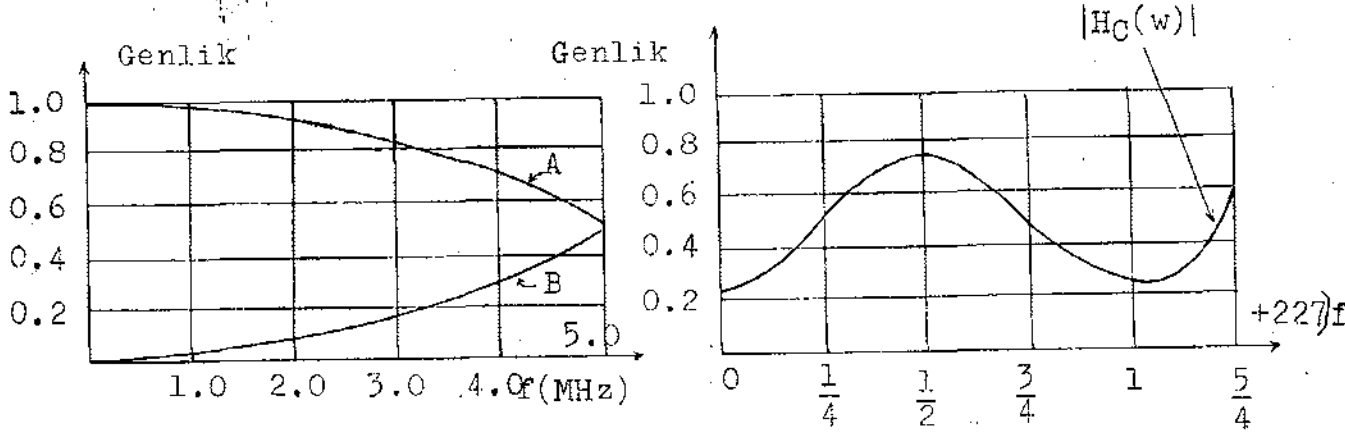
Burada $T = \frac{1}{f} \cong 64 \mu\text{sn}$, $T' = 46,5 \text{ nsn}$ dir. Şekil 2.2.2.1.3 ve Şekil 2.2.2.1.4 de sırasıyla Luminans işaretinin genlik tepkesi $|H_Y(W)|$ ve krominans işaretinin genlik tepkesi $|H_C(W)|$ 1 e normalize edilerek çizilmiştir.

Şekil III.2.2.2.1.3 b den görüldüğü üzere Luminans tarak süzgecin minimumları $f_s/2$ nin tek katlarında maksimumları ise f_s nin katlarındadır. Ancak minimumlar sıfır ile çakışmadıklarından dolayı böyle bir luminans tarak süzgeç ile krominans bileşenleri yok edilemez, sadece zayıflatılabilir. Ayrıca maksimumlar sabit 1 değerinde olmadıklarından luminans bileşenleri de farklı frekanslarda farklı değerlerde zayıflatılmaktadır.



Şekil III.2.2.2.1.3. Sayısal luminans tarak süzgecin frekans tepkesi (10,7 MHz de)

- A satır frekanslarının harmoniklerindeki maksimumların zarfı [9]. B $f_s/2$ nin tek katlarındaki minimumların zarfı
- 0- $5f_s/4$ bölgesinde a) dakinin daha ayrıntılı olarak gösterilmesi.



Şekil.III. 2.2.2.1.4. Sayısal krominans tarak süzgecin frekans tepkisi (10,7 MHz de).

- A- $f_s/2$ nin tek katlarındaki maksimumların zarfı [9].
B- f_s nin katlarındaki minimumların zarfı.
- $227f_s - (228 + \frac{1}{4})f_s$ bölgesinin ayrıntılı olarak gösterilmesi.

Şekil 3.2.2.1.4 b den görüldüğü gibi krominans tarak süzgecin genlik tepkisi $f_s/2$ nin tek katlarında maksimumlara f_s in katlarında ise minimumlara sahiptir. Minimumlar sıfır değerinde olmadıklarından dolayı luminans bileşenleri yok edilmemekte yalnızca zayıflatılmaktadır. Ayrıca maksimumların değerleri sabit olarak 1 değerinde olmadığından dolayı krominans bileşenleri de farklı frekanslarda farklı değerlerde zayıflamaktadır.

Sonuç olarak böyle bir tarak süzgeçleme ile luminans ve krominans işaretleri arasındaki cross-talk ortadan kaldırılamaz.

Denklem III.2.2.2.1.4 ile M noktasındaki I ve Q yü veren denklemler de elde edilebilir. Ancak konuyu daha da dağıtmamak düşüncesiyle burada anlatılmadı. Daha ayrıntılı bilgi için kaynakça [9] ya bakılabilir.

III.2.2.2.2. 14,3 MHz de örneklenmiş PCM NTSC işaretinde Sayısal Tarak süzgeç Yardımıyla Renk Dekodlama

Şekil III.2.2.2.2.1 de 14,3 MHz de örneklenmiş aynı alanda bulunan üç komşu satırdaki sayısal örneklerin sıralanışı gösterilmektedir. A_M noktasındaki krominans ve luminans bileşenleri üst satır ve alt satırdaki sayısal örneklerden yararlanarak aşağıdaki gibi verilir.

$$C_M = A_M - \frac{1}{2} (A_T + A_B) \quad \text{III.2.2.2.2.1}$$

$$Y_M = A_M + \frac{1}{2} (A_T + A_B) \quad \text{III.2.2.2.2.2}$$

A_T	B_T	C_T	D_T	A'_T	B'_T	C'_T	T
A_M	B_M	C_M	D_M	A'_M	B'_M	C'_M	M
A_B	B_B	C_B	D_B	A'_B	B'_B	C'_B	B

Şekil III.2.2.2.2.2.1

14,3 MHz de örneklenmiş NTSC işaretinin komşu üç satırdaki sayısal örneklerin sıralanışı.

Şekil III.2.2.2.2.2.2

14,3 MHz de tarak süzgeçleme için kod kelimeleri arasındaki ilişki.

Bu denklemler daha genel bir biçimde aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$C = M - \frac{1}{2} (T+B) \quad \text{III.2.2.2.2.3}$$

$$Y = M + \frac{1}{2} (T+B) \quad \text{III.2.2.2.2.4}$$

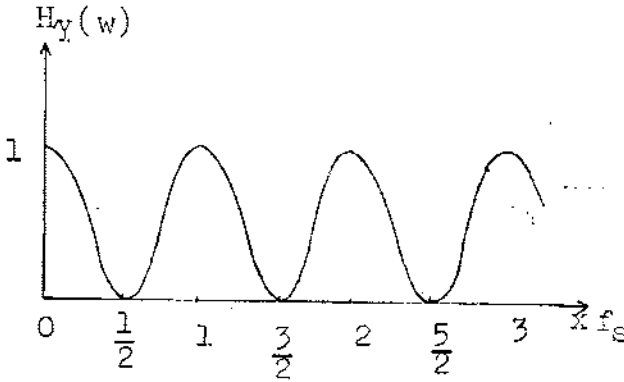
M, T ve B arasındaki ilişki Şekil III.2.2.2.2.2 de gösterilmiştir. Son iki denklem, görüntüdeki her hangi bir

noktanın krominans ve luminans bileşenlerinin, bu noktalar, bu noktadan bir satır süre önceki (üstteki satırda) ve bu noktadan bir satır süre sonraki (altındaki satırda) sayısal örneklerden yararlanarak hesaplanabileceğini gösterir. Krominans tarak süzgecin geçiş tepkisi $H_C(W)$ ile ve luminans tarak süzgecin geçiş tepkisi $H_Y(W)$ ile gösterilirse aşağıdaki ifadeler elde edilir.

$$H_C(W) = 2\sin^2 \frac{WT}{2} \quad \text{III.2.2.2.2.5}$$

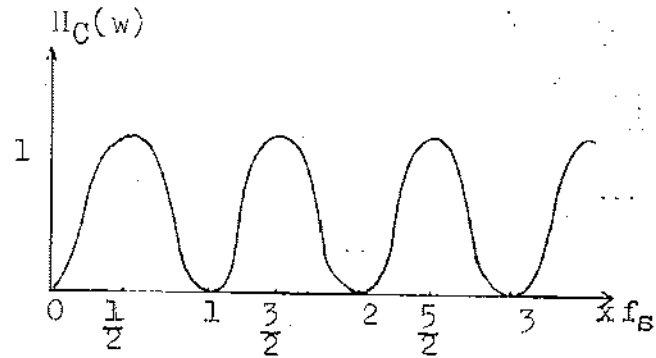
$$H_Y(W) = 2\cos^2 \frac{WT}{2} \quad \text{III.2.2.2.2.6}$$

Burada $T = \frac{1}{f_s}$ (Bir satır süresidir) $H_Y(W)$ ve $H_C(W)$ eğrileri 1 e normalize edilmiş olarak sırasıyla Şekil III.2.2.2.2.3 ve Şekil III.2.2.2.2.4 de çizilmiştir.



Şekil III.2.2.2.2.3

Luminans tarak süzgecin frekans tepkisi (14,3 MHz de)



Şekil III.2.2.2.2.4

Krominans tarak süzgecinin frekans tepkisi (14,3 MHz de)

Şekil III.2.2.2.2.3 den görüleceği üzere luminans tarak süzgecin maksimumları f_s (satır frekansı) nin harmoniklerindedir ve 1 genliğine sahiptir. Minumunları ise $f_s/2$ nin

tek katlarında olup, sıfır genliğine sahiptir. Bundan dolayı böyle bir tarak süzgeçleme ile luminans bileşenleri içindeki krominans bileşenlerini yok etmek mümkündür.

Şekil III.2.2.2.2.4 e dikkatli olarak bakıldığında krominans tarak süzgecin maksimumları $f_g/2$ nin tek katlarında olup, genlikleri 1 dir. Minimumları ise f_g nin katlarında olup, genlikleri 0 dir. Dolayısıyla krominans tarak süzgeç yardımıyla krominans bölgesindeki luminans bileşenleri ortadan kaldırılabilir.

Sonuçta 14,3 MHz de örneklenmiş NTSC işaretinin sayısal tarak süzgeçleme yardımıyla renk dekodlama işleminde luminans ve krominans arasındaki cross-talk ortadan kaldırılabilir.

III.2.3. Video İşareti Kalitesini Arttırma Amaçlı İşlemler

Sayısal olarak video işaretinin kalitesini arttırma işlemleri ayrıntılı biçimde incelenecektir. Video işareti kalite artırma işlemleri ayrıntı (detay) arttırma, gürültü azaltma ve titreme azaltmadır.

III.2.3.1. Ayrıntı (Detay) Arttırma

Televizyon görüntüsünde ayrıntı arttırma yatay ve dikey olmak üzere iki yönde yapılmaktadır.

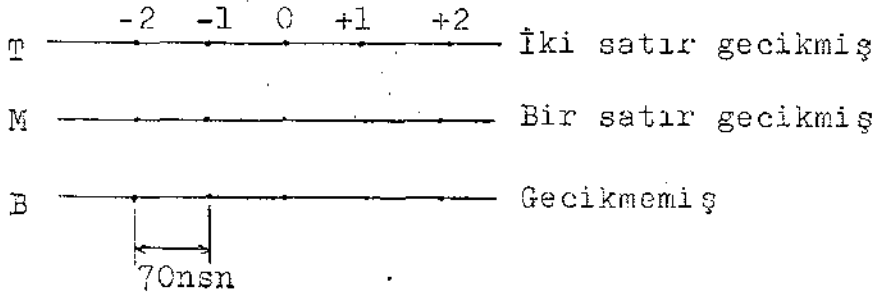
III.2.3.1.1. Dikey Ayrıntı

Görüntüde her hangi bir noktanın dikey ayrıntısı bu elemanın kendisinden bir satır önceki ve bir satır sonraki resim elemanları ile karşılaştırılmasıyla elde edilir. Bu ayrıntı işareti resim elemanları arasındaki faz farkı dikkate alınarak

orjinal işarete geri besleme yapılır.

Böylece resim elemanının yeni değeri orjinal işaret artı ayrıntı işareti olacaktır.

Bir NTSC işaretinde dikey ayrıntı bileşenleri $f_s/2$ nin tek harmoniklerinde mevcuttur. Bundan dolayı daha önceden anlatılan krominans tarak süzgeç krominans bileşenlerinin yanı sıra dikey ayrıntı bileşenlerini de geçirir. Dikey ayrıntılar (0-2,1) MHz bölgesindedir. Krominans tarak süzgeçten sonra bu frekans bölgesini geçirecek bir Alçak Geçiren Süzgeç kullanılmasıyla video işaretinin dikey ayrıntı bileşenleri elde edilir. Şekil III.2.3.1.1 14,3 MHz de örneklenmiş NTSC işaretinin aynı alanda bulunan üç komşu satırındaki sayısal örnekler (resim elemanları) gösterilmiştir. M_0 noktasındaki dikey ayrıntı işaretini veren iki algoritma aşağıda verilmiştir.



Şekil III.2.3.1.1. 14,3 MHz de örneklenmiş NTSC işaretindeki resim elemanları.

$$Y_1 = C_0 + \frac{1}{2} (C_{-2} + C_{+2}) \quad \text{III.2.3.1.1}$$

$$Y_2 = \frac{5}{4} C_0 + \frac{1}{2} (C_{-2} + C_{+2}) - \frac{1}{8} (C_{-4} + C_{+4}) \quad \text{III.2.3.1.2}$$

Burada $C_X = M_X - \frac{1}{2} (T_X + M_X)$ dir. Yani M_X örneğindeki krominans

bileşenini veren ifadedir. Bu algoritmaların frekans tepkeleri sırasıyla $H_V(W)$ ve $H_V(W)$ ile gösterilsin. Sadece $H_{V_1}(W)$ nin frekans tepkisi hesaplanacak, diğer frekans tepkelerinin ise doğrudan sonuç ifadesi verilecektir.

$$V_1 = C_0 + \frac{1}{2} (C_{-2} + C_{+2})$$

Burada

$$C_0 = M_0 - \frac{1}{2} (T_0 + B_0)$$

$$C_{-2} = M_{-2} - \frac{1}{2} (T_{-2} + B_{-2})$$

$$C_{+2} = M_{+2} - \frac{1}{2} (T_{+2} + B_{+2})$$

dir. Bu ifadeler yukarıda verilen algoritmada yerine yazılırsa

$$Y_1 = M_0 - \frac{1}{2} (T_0 + B_0) + \frac{1}{2} \left[M_{-2} - \frac{1}{2} (T_{-2} + B_{-2}) + M_{+2} - \frac{1}{2} (T_{+2} + B_{+2}) \right]$$

bulunur. Giriş işaretinin Fourier dönüşümü $F(W)$ ve ayrıntı işaretinin Fourier dönüşümü $V_1(W)$ olarak ifade edilsin. Yukarıdaki algoritmanın her iki yanının Fourier dönüşümü alınarak

$$\begin{aligned} V_1(W) = & F(W) - \frac{1}{2} (F(W)e^{jW\tau} + F(W)e^{-jW\tau}) \\ & + \frac{1}{2} \left[F(W)e^{+j2W\tau} - \frac{1}{2} e^{+j2W\tau} (F(W)e^{jW\tau} + F(W)e^{-jW\tau}) \right. \\ & \left. + F(W)e^{-j2W\tau} - \frac{1}{2} e^{-j2W\tau} (F(W)e^{jW\tau} + F(W)e^{-jW\tau}) \right] \end{aligned}$$

ifadesi elde edilir. Gerekli matematiksel işlemlerden sonra frekans tepkisi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$H_{V_1}(W) = \frac{F(W)}{V_1(W)} = (1 - \cos W\tau)(1 + \cos 2W\tau) \quad \text{III.2.3.1.3}$$

$H_{V_2}(w)$ ise benzer işlemler yapılarak

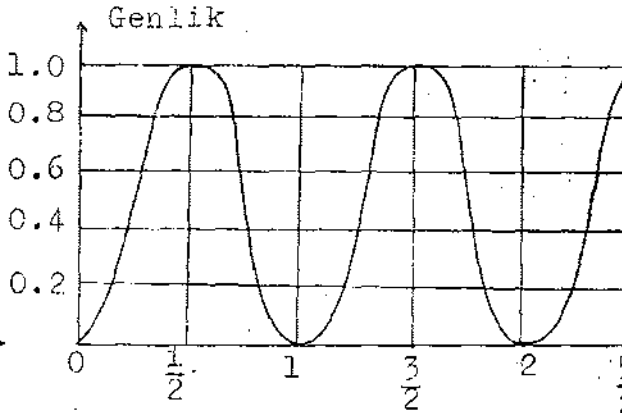
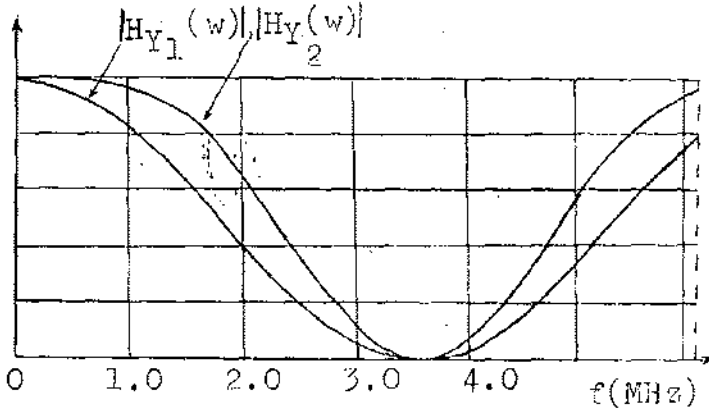
$$H_{V_2}(w) = (1 - \cos wT) \left(\frac{5}{4} + \cos 2wT' - \frac{1}{4} \cos 4wT' \right) \quad \text{III.2.3.1.4}$$

elde edilir. Burada $T = 1$ satır süresi, $T' = 70$ nsn dir.

$|H_{V_1}(w)|$ ve $|H_{V_2}(w)|$ nin zarfı Şekil III.2.3.1.1 a da çizilmiştir. Şekil III.2.3.1.1 b de $H_V(w)$ nin bölgesi için çizim verilmiştir. Şekil III.2.3.1.1. b den görüleceği gibi bu tepkelerin minimumları f_s nin tam katlarında olup, sıfır değerindedirler. Maksimumları ise $f_s/2$ nin tam katlarıdır. Şekil III.2.3.1.1 a dan görüleceği gibi frekans tepkeleri $(0-f_{rt})$ bölgesi için bir alçak geçiren süzgeç tepkisine sahiptir. Dolayısıyla yukarıda verilen algoritmalarla dikey ayrıntıların elde edilebileceği gözükür.

PAL siyah beyaz televizyon görüntüsünde dikey yönde ayrıntı artırma konusu, seçilen bir algoritma için Bölüm IV de etraflıca anlatılmıştır. Ayrıca takip eden bölümlerde gerçekleştirilen devre ve elde edilen deneysel sonuçları verilmiştir.

Genlik



Şekil III.2.3.1.1. a) 14,3 MHz de örneklenmiş PCM NTSC işareti için sayısal olarak üretilen dikey ayrıntı algoritmalarının frekans tepkisi.

b) $H_V(w)$ nin $(0-5f_s/2)$ bölgesinde çizimi.

III.2.3.1.2. Yatay Ayrıntı

Yatay ayrıntı aynı satırdaki komşu resim elemanlarının karşılaştırılmasıyla bulunur. Elde edilen yatay ayrıntı işareti orjinal işarete geri besleme yapılır böylece elde edilen yeni işaret orjinal işaret artı yatay ayrıntı işareti olacaktır.

Yatay ayrıntı işaretinin frekans bileşenleri f_s nin tam katlarında ve NTSC sisteminde 2,1-4,2 MHz bölgesinde mevcuttur. Bundan önce anlatılan luminans tarak süzgeçten sonra 2,1-4,2 MHz bölgesini geçiren bir band geçiren süzgeç kullanılarak video işaretinin yatay ayrıntı işareti elde edilir.

M_o noktasındaki yatay ayrıntı işaretini veren iki algoritma aşağıdadır.

$$H_{Y_1} = Y_o - \frac{1}{2} (Y_{-1} + Y_{+1}) \quad \text{III.2.3.1.5}$$

$$H_{Y_2} = Y_o - \frac{3}{8} (Y_{-1} + Y_{+1}) - \frac{1}{8} (Y_{-2} + Y_{+2}) \quad \text{III.2.3.1.6}$$

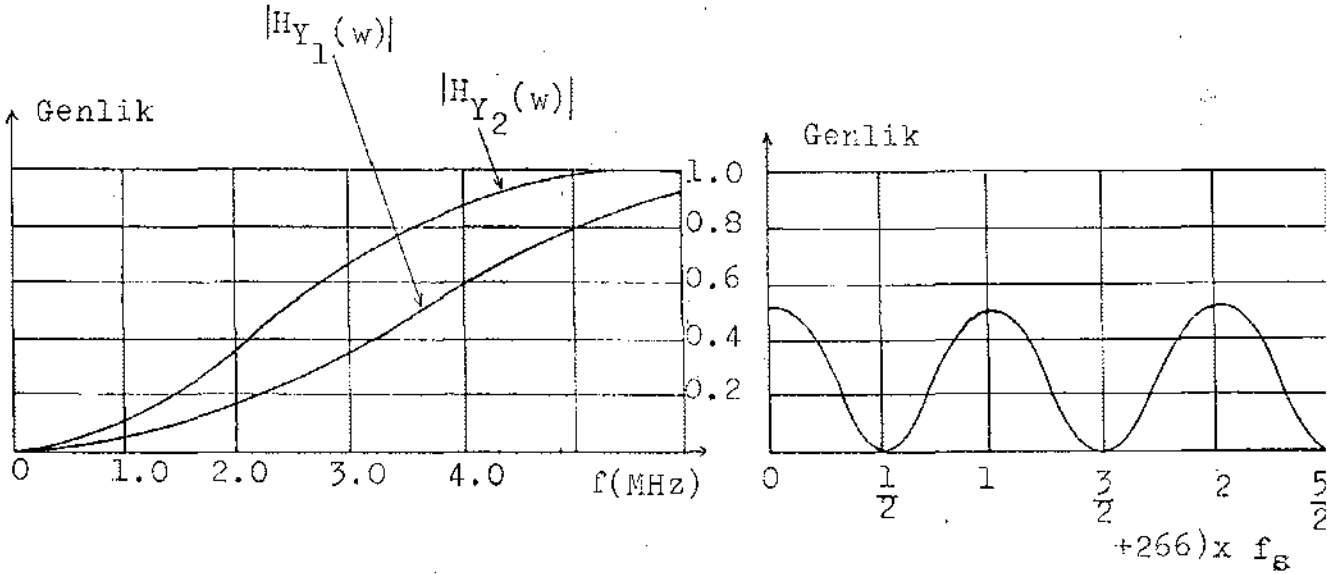
Burada $Y_X = M_X + \frac{1}{2} (T_X + B_X)$ dir. Yani M_X noktasının luminans bileşenini veren ifadedir. Bu yatay ayrıntı işaretini veren algoritmaların frekans tepkeleri $H_{Y_1}(w)$ ve $H_{Y_2}(w)$ ile ifade edilerek aşağıda verilmiştir.

$$H_{Y_1}(w) = (1 + \cos wT)(1 - \cos wT')$$

$$H_{Y_2}(w) = (1 + \cos wT) \left(1 - \frac{3}{4} \cos wT' - \frac{1}{4} \cos 2wT' \right)$$

Burada T: 1 satır süresi, $T' = 70$ nsn dir. Şekil III.2.3.1.1 a da bu frekans tepkelerinin genliklerinin zarfı 1 e normalize edilmiş olarak çizildi. Şekil III.2.3.1.1 b de ise $|H_{Y_1}(w)|$ için $(226f_s - (228 + \frac{1}{2})f_s)$ bölgesi için çizildi. Şekil III.2.3.

1.1. b den görüleceği üzere yukarıda verilen ayrıntı algoritmalarının frekans tepkelerinin sıfırları $f_s/2$ nin tek katlarında olup, sıfır değerine sahiptir. Maksimumları ise f_s nin



Şekil III.2.3.1.1. a) 14,3 MHz de örneklenmiş PCM NTSC işareti için sayısal olarak üretilen yatay ayrıntı algoritmalarının frekans tepkesi.

b) $|H_{Y1}(w)|$ nin $[226f_s - (228 + \frac{1}{2})f_s]$ bölgesi için çizimi.

katlarındadır. Şekil III.2.3.1.1 a daki frekans tepkesi yüksek geçiren süzgeç tepkesine sahip olduğundan yukarıda verilen algoritmalarla yatay ayrıntının elde edilebileceği açıktır.

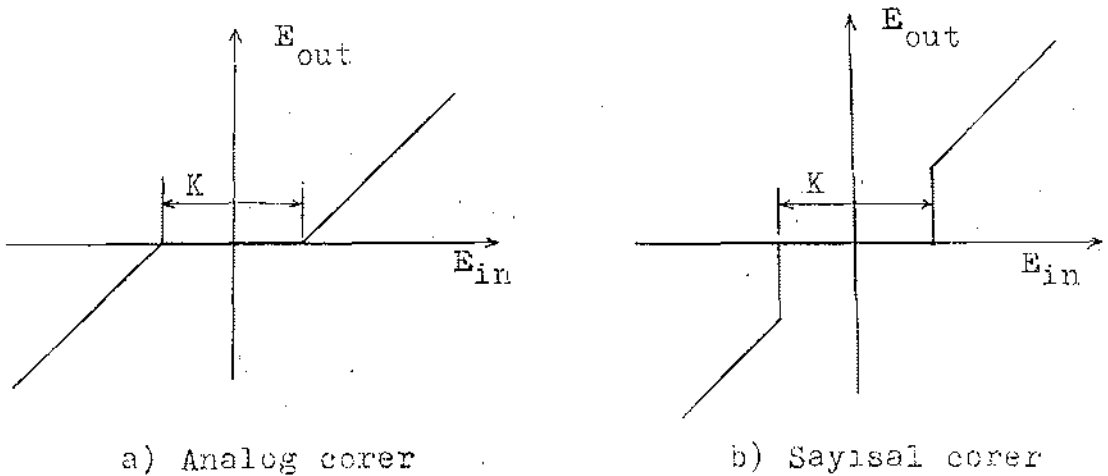
III.2.3.2. Gürültü Azaltma

Televizyon işaretlerinde gürültü orjinal işareti bozma-
ya öncelik istenmeyen işaretler olarak tarif edilebilir. Gü-
rültü azaltmada esas amaç görüntüde önemli bir informasyon
kaybı oluşturmaksızın işaret/gürültü (S/N) oranını arttırmak-
tır. Sayısal olarak gerçekleştirilebilen iki gürültü azaltma
teknigi aşağıda verilmiştir.

III.2.3.2.1. Sayısal Corer Tekniği

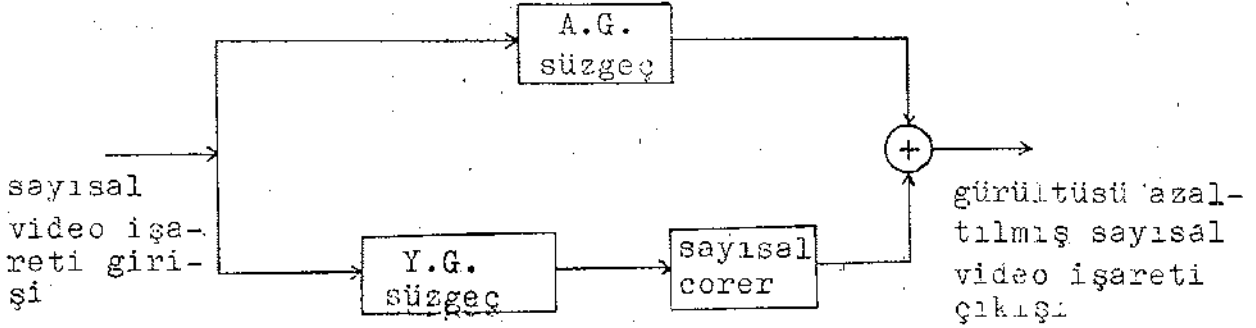
Şekil III.2.3.2.1.1. a ve b de sırasıyla analog ve sa-
yısal corer devrelerinin transfer fonksiyonu verilmiştir.
Şekilden görüleceği üzere sayısal corer $|E_{in}| < \frac{K}{2}$ girişi için
sıfıra eşit çıkış, $|E_{in}| \geq \frac{K}{2}$ giriş için ise girişe eşit çıkış
sağlar. Analog corer'de ise $|E_{in}| < \frac{K}{2}$ girişi için sıfır çıkışı
vermekle beraber $|E_{in}| \geq \frac{K}{2}$ için çıkış için $|E_{out}| = |E_{in}| - \frac{K}{2}$
olacaktır. Yani $|E_{in}| \geq \frac{K}{2}$ olduğunda sayısal corer'deki gibi gi-
rişe eşit çıkış vermeyecektir.

Sayısal coring işlemi video işaretinin yüksek frekans
bandlarında yapalır. Bundan dolayı video işareti daha önceki
kısımlarda anlatılan tarak süzgeç yardımıyla luminans ve



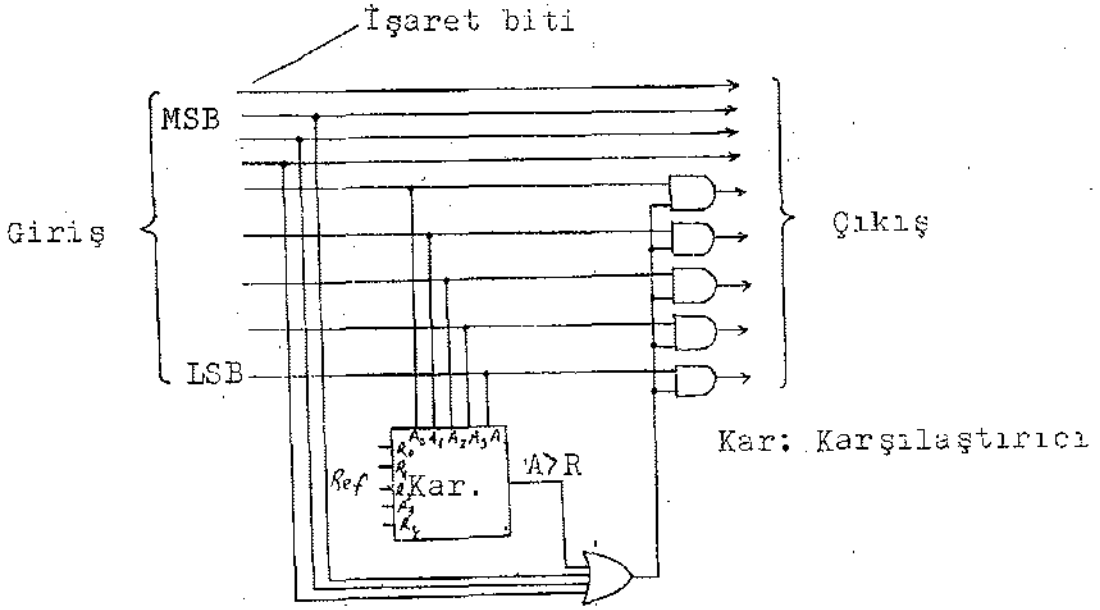
Şekil III.2.3.2.1. Sayısal ve analog corerin transfer fonksiyonu.

krominans bandlarına ayrılır. Şekil III. 2.3.2.2 den görüleceği üzere yüksek frekans bandında corer tekniği uygulanır. sonuçta gürültüsü azaltılmış işareti elde etmek için düşük frekans işareti ile gürültüsü azaltılmış yüksek frekans işareti bir toplama devresinde toplanır.



Şekil III.2.3.2.2. Sayısal corer ile gürültü azaltmanın blok diyagramı.

Sayısal corer transfer fonksiyonunu gerçekleyen lojik devre Şekil III.2.3.2.3 de verilmiştir. Video işareti paralel olarak biri işaret biti olmak üzere 9 bitlik bir kod kelimesidir. Eğer giriş işaretinin seviyesi eşik seviyesinin altında ise, çıkış sıfır olacaktır. Aksi halde giriş işareti direkt olarak çıkışa verilecektir. Üç MSB bitlerinden en az bir 1 ise OR kapısının çıkışı 1 olacağından giriş çıkışa verilecektir. Üç MSB bitlerinin hepsi sıfır ise, bu durumda en anlamsız 5 bit ile eşik seviyesi bitleri karşılaştırılır. Eğer bu 5 LSB bitlerinin değeri eşik seviyesinden büyük ise, karşılaştırıcı çıkışı 1 olacağından (bu değer OR kapısı girişine verildiğinden) çıkış girişe eşit olacaktır. Aksi durumda çıkış 0 olacaktır.



Şekil III.2.2.2.3. Sayısal corerin blok diyagramı.

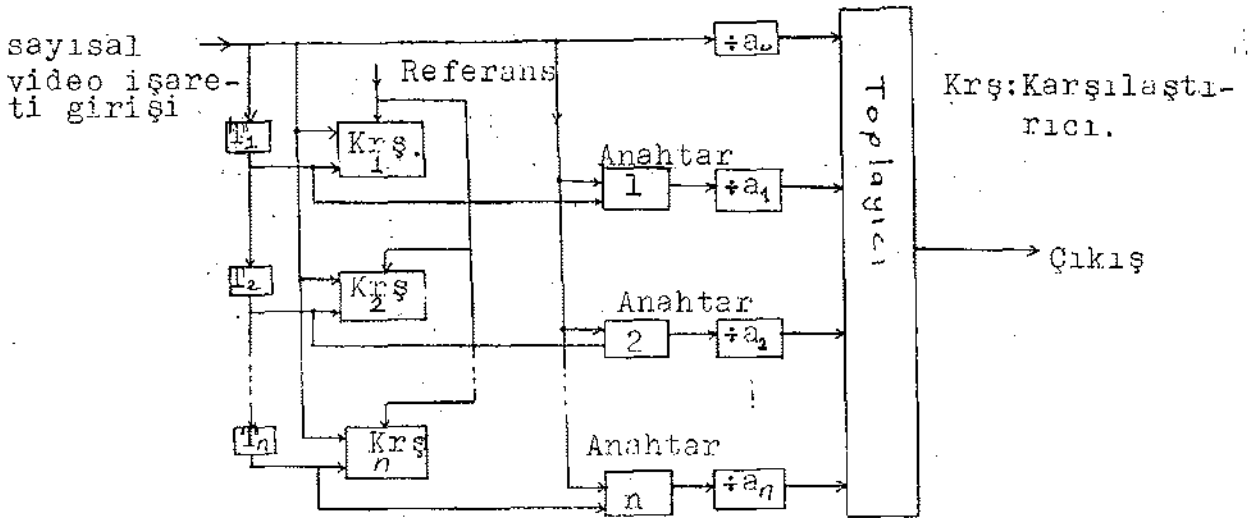
Dikkat edilirse eşik seviyenin altındaki gürültü olmayan resim bilgisini de yok edilmektedir. Ancak bu bilgi kaybı izleyici tarafından fark edilememektedir.

III.2.3.2.2. Ortalama Alma Tekniği

Video işaretiinde ortalama alma tekniği gerçekte frekans süzgeçlemenin özel bir tipidir. Televizyon işaretlerinde ortalama alma tekniği yatay, dikey ve görüntüler arası sayısal resim elemanlarını kullanmak suretiyle üç tarama koordinatında yapılır.

Yatay yönde ortalama alma işlemi yüksek frekanslı görüntü bilgisini daha alt frekanslara düşürür. Dikey yöndeki resim elemanlarının birleştirilmesiyle kurulan ortalama alma tekniğinde bu yönde bir rezulasyon kaybı oluşturmakla beraber S/N yi artırır. Görüntüler arası resim elemanlarını alarak gerçekleştirilen ortalama alma tekniği ile görüntüyü lekeleme pahasına S/N artırılabilir.

Şekil III.2.3.2.2.1 de sayısal olarak gerçekleştirilebilen bir ortalama alma devresinin blok diyagramı verilmiştir. Eşik gerilim seviyesi pratikte tahmini olarak kurulabilir. Giriş video işaretindeki değişme miktarı eşik gerilimi aşarsa bu yeni bir resim değeri olduğunu ifade eder. Eğer fark eşiğin altında bir değerde ise, bu gürültü yada önemli olmayan bilgiyi ifade eder. Burada n ortalama alma işleminde kullanılarak şu anadan önceki resim elemanlarının sayısını gösterir. Burada T_1, \dots, T_n ortalama alma koordinatını belirler. Eğer T bir satır tarama süresinden çok küçük ise, yatay yöndeki resim elemanlarını kullanarak gerçekleştirilen bir ortalama alma işlemi mevcuttur. T bir satır süresine yada tam katlarına eşit ise, dikey yönde bir ortalama alma işlemi vardır. T bir görüntü tarama süresine yada tam katlarına eşit ise, görüntüler arası resim elemanlarını kullanarak gerçekleştirilen bir ortalama alma uygulaması vardır.



Şekil III.2.3.2.2.1. Bir ortalama alma devresinin blok diyagramı.

i-n anantartarları ilgili karşılaştırıcıda iki işaret arasındaki fark referans geriliminden büyük olduğunda gecikmemiş işaret ile gecikmiş işareti yer değiştirir. Yani gecikmemiş işaret a_n katsayısına bölünerek toplayıcıya verilir. Aksi halde gecikmiş işaret a_n katsayısına bölünerek toplayıcıya verilir. Maksimum ortalama alma için a_0 - a_n katsayıları eşit seçilir.

Ortalama alma tekniğinin önceki kısımda anlatılan corer tekniğine olan avantajı corer tekniğinin video işaretinin yüksek frekans işaretine uygulanmasına karşılık ortalama alma tekniğinde tüm band boyunca gürültü azaltma işlemi yapılmaktadır. Dezavantajı ise bellek kullanımı ve bunun sonucu olarak gerçekleştirilecek devrenin maliyetinin artmasıdır.

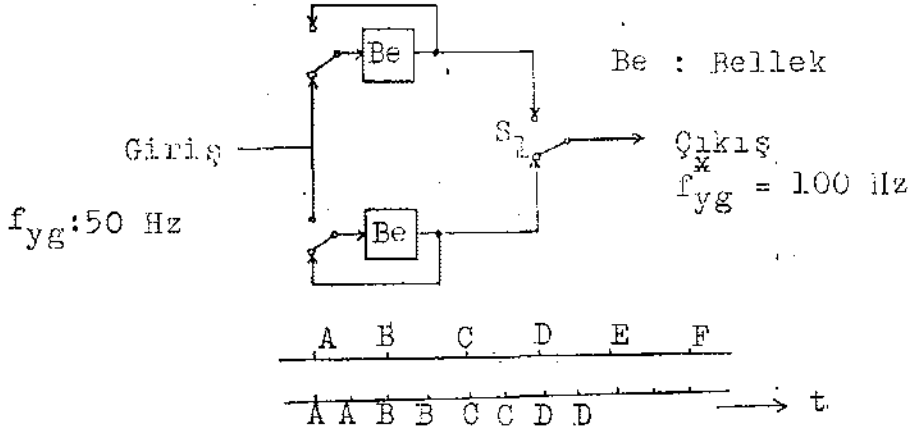
III.2.3.3. Titreme Azaltma

Aşağıda televizyon görüntüsünde ortaya çıkan titreme türleri ve bunları azaltma yöntemleri verilecektir.

III.2.3.3.1. Alan Titremesi (Field Flicker)

Televizyonda bir tam görüntü iki yarı görüntüden meydana gelir. PAL sisteminde televizyon ekranında saniyede 25 defa tam görüntü taranmaktadır. İşte bu görüntü frekansının yetmezliği, ekranda üniform olarak yayılı ve izleyici tarafından da sezilebilen bir titreme oluşturmaktadır. Bu titreme tüm ekranda olduğu için alan titremesi olarak adlandırılır.

Bu titremeyi azaltmanın bir yolu görüntü frekansını iki katına çıkartmaktır. Yani bir yarı görüntüyü mevcut süresinin içinde iki defa ekranda göstermektedir. Bu ancak iki yarı görüntü belleği kullanılarak yapılabilir. İki yarı görüntü her iki belleğe yavaş yazılacak ve hızlı olarak okunacaktır. Şekil III.2.3.3.1 de alan titremesini azaltan devre



Şekil.III.2.3.3.1.1. Alan titremesini azaltan devrenin blok çizimi.

blok çizim olarak verilmiştir. Ard arda gelen orjinal A,B,C,D yarı görüntülerinden bu devre yardımıyla A,A,B,B,D,D yarı görüntüleri elde edilir. Böylece görüntü frekansı iki katına çıkartılarak ilgili titreme büyük ölçüde azaltılır. Ancak bu işlemin yapılabilmesi için alıcıda aşağıdaki değişikliklerin yapılması gerekir.

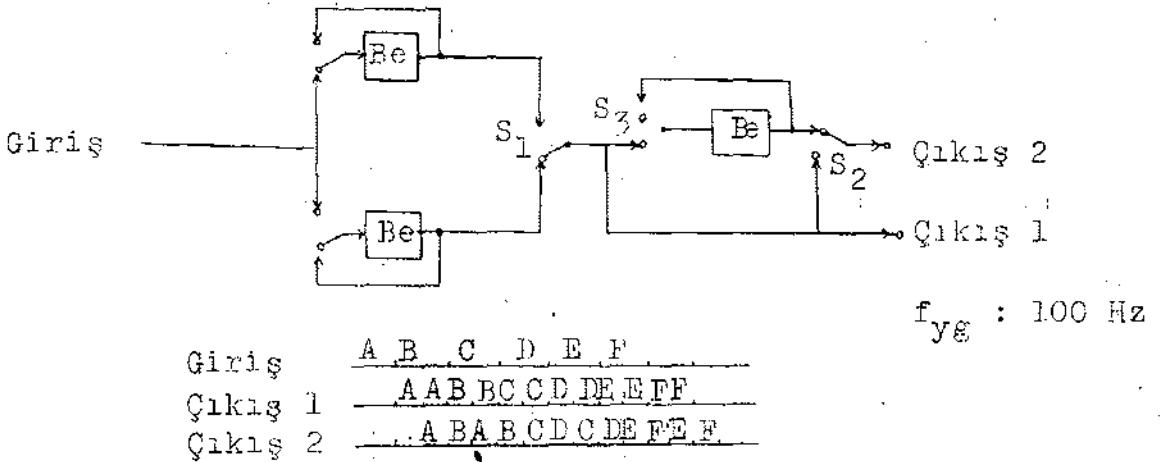
a) Mevcut işaret bant genişliği iki katına çıkarılmaktadır.

b) Mevcut satır ve görüntü tarama süreleri yarıya indirilmelidir.

III.2.3.3.2. Satır Titremesi (Line Flicker)

Televizyon görüntüsünde alan titremesi yanında satır titremesi de vardır. Bu titreme özellikle iç içe girmiş test patternlerinde ortaya çıkar. Satır titreme ard arda gelen yarı görüntülerde komşu resim satırları arasında keskin görüntü geçişleri olması durumunda oluşur ve 25 Hz frekanslı titreşimlerdir.

Şekil III.2.3.3.1 deki devreye üçüncü bir yarı görüntü bellek eklemek suretiyle çıkış Şekil III.2.3.3.2 de görüleceği gibi A,B, A,B, C,D, C,D şeklinde olur ve böylece titreşimin frekansı iki katına yani 50 Hz e çıkartılır. 50 Hz frekanslı titreşim göz tarafından zorlukla algılanır.



Şekil III.2.3.3.1.2. Satır titreşmesini azaltan devrenin blok çizimi.

IV. VIDEO İŞARETİNDE DİKEY YÖNLE DETAY ARTTIRMA

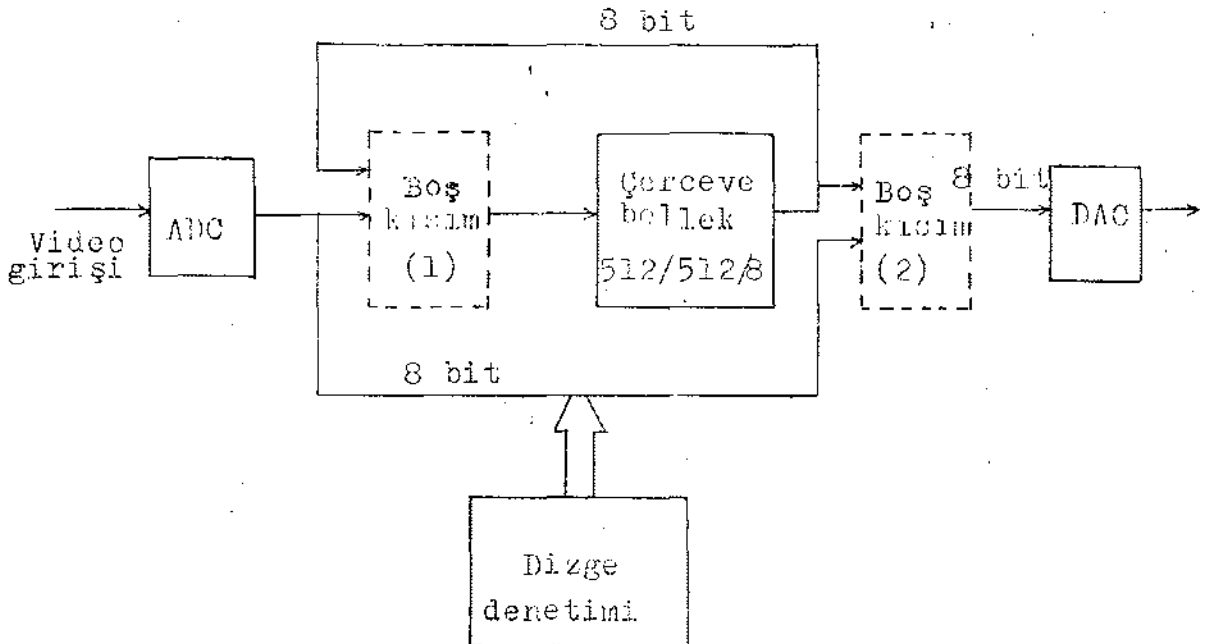
IV.1. Giriş

Kısım III.2.3.1.1 de video işaretinin dikey yöndeki detay (ayrıntı) işaretinin frekans bileşenlerinin ilgili televizyon sistemindeki $f_s/2$ nin tek katlarında olduğu belirtilmişti. Yine aynı kısımda PCM NTSC işaretleri için çeşitli örnekleme frekanslarında kullanılan birkaç dikey yönde ayrıntı arttırma algoritması verilerek her birinin frekans tepkisi hesaplanmıştı.

Bu bölümde 10 MHz de örneklenmiş siyah-beyaz PCM PAL işareti için dikey yönde ayrıntı arttırma işlemi ele alınacaktır. Bu işlem için kullanılan algoritma verilerek gerçekleştirilen devre etraflıca anlatılacaktır.

IV.2 Çerçeve Bellek

Bellek yapısı ve çevre donanımı blok olarak şekil IV.2.1 de gösterilmiştir. Analog video işareti analog sayısal dönüştürücü (Analog-Digital Converter = ADC) ile



Şekil IV.2.1 Çerçeve bellek ve çevre donanımı.

sayısal biçime dönüştürülür. Bu dönüştürücü 100 ns'de bir 8 bitlik resim elemanını iletim hattına verir.

Boş kısımlar özel amaçlı kullanımlara uygundur. Özel amaçlı kullanım yoksa belleğe doğrudan bağlantı yapılır.

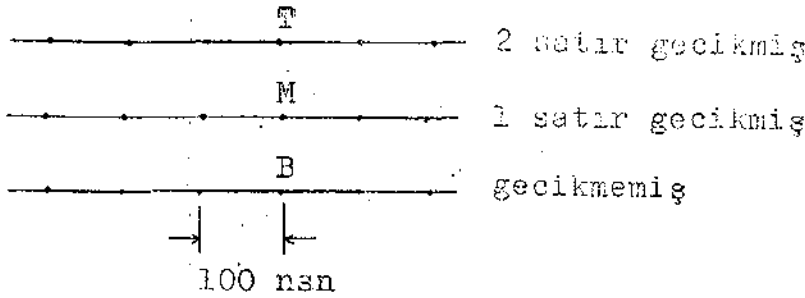
Bellek kapasitesi 512/512/8 bit (2,097 Mbit)dir.

Gerçekleştirilen devre ikinci boş kısma yerleştirilmiştir. Gerçekleştirilen devre çıkışındaki 8 bitlik sayısal video işareti DAC'e (Digital-Analog Converter) verilerek analog video işareti elde edilir.

IV.3. Gerçekleştirilen Devre

IV.3.1. Ayrıntı Arttırma Algoritması

Kısım III.2.3.1.1 de ifade edildiği gibi dikey yönde ayrıntı arttırma algoritması aynı alanda bulunan komşu üç satırdaki sayısal video işaretlerini kullanarak kuzulur. Şekil IV.3.1.1 de 10 MHz de örneklenmiş siyah-beyaz PAL işaretinin aynı alanda bulunan komşu üç satırdaki örneklerin dizilişi gösterilmiştir. Şu anki satırdaki örnekler B, iki satır önceki örnekler T ve bir satır önceki örnekler M ile gösterilsin. Örnekleme frekansı 10 MHz olduğundan aynı



Şekil IV.3.1.1. 10 MHz de örneklenmiş siyah-beyaz PAL işaretinin aynı alanda bulunan üç komşu satırındaki örneklerinin dizilişi.

satırdaki komşu iki örnek arasındaki süre 100 nsn dir. Seçilen bu örnekleme frekansında komşu video örnekleri tam dikey konumdadır.

Dikey yönde ayrıntı arttırma işleminde kullanılan algoritma

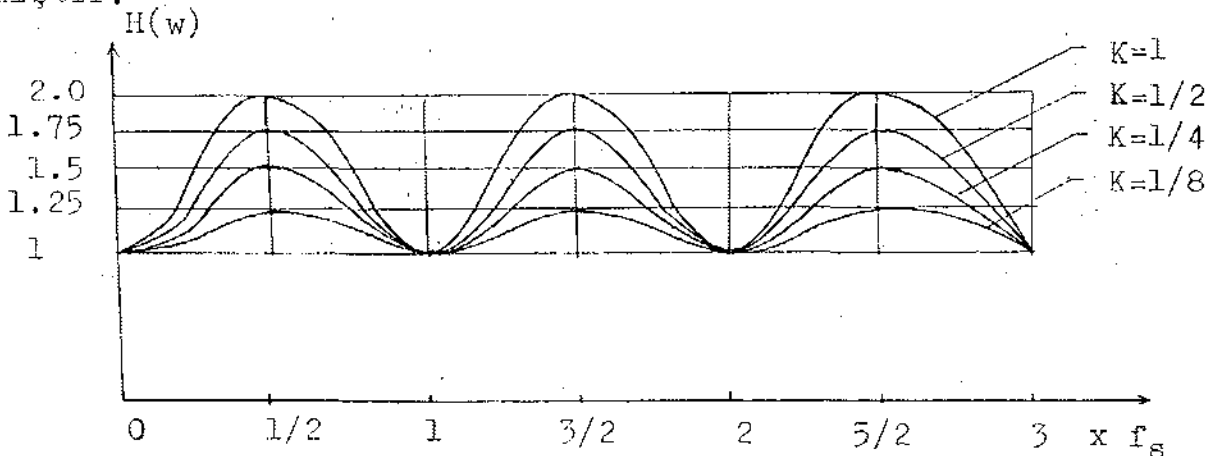
$$M_y = M + K(M - \frac{1}{2}(T+B)) \quad \text{IV.3.1.1.}$$

dir. Bu algoritma aynı zamanda ikinci dereceden transversal süzgeç denkleimidir. M_y , M noktasındaki resim elemanına (M ye) bu noktanın dikey ayrıntı işareti olan $K(M - \frac{1}{2}(T+B))$ nin ilâve edilmesi durumunda elde edilecek yeni M değerini ifade eder. Algoritmada kullanılan K sabiti ise ilave edilecek olan ayrıntının miktarını belirler ve 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ ve $\frac{1}{8}$ değerlerinden birini alır. K nin, $\frac{1}{2}$ nin kuvvetleri şeklinde seçilmesinin nedeni, daha sonra da izah edileceği gibi lójik bölme işleminin kolay yapılmasına mümkün kılmaktır.

IV.3.1.1 ile verilen algoritmanın frekans tepkesi denklem II.2.6.1 den yararlanılarak

$$H(w) = 1 + K \sin^2 \frac{wT}{2} \quad \text{IV.3.1.2.}$$

şeklinde bulunur. Burada T = 64 μ sn dir. Yukarıda verilen K değerlerine göre H(w) eğrisi Şekil IV.3.1.2. de çizilmiştir.



Şekil IV.3.1.2. IV.3.1.1 algoritmasının frekans tepkesi.

Kullanılan algoritmada payda terimi bulunmadığından dolayı (kutupları yoktur) kararlı bir yapıya sahiptir.

IV.3.2. Devrenin Tasarım ve Çizimleri

IV.3.2.1. Bellek Kapasitesinin Tayini ve Okuma-Yazma Düzeni

Yukarıda verilen algoritmanın gerçekleştirilmesi için iki satır depolayıcı belleğe ihtiyaç vardır. Seçilen örnek-leme frekansında bir satırdaki sayısal örneklerin sayısı 640'dır. Kodlama işleminde bir örnek için 8 bit kullanılmaktadır. Buna göre gerekli bellek kapasitesi

$$2 \times 640 \times 8 = 10240 \text{ bit}$$

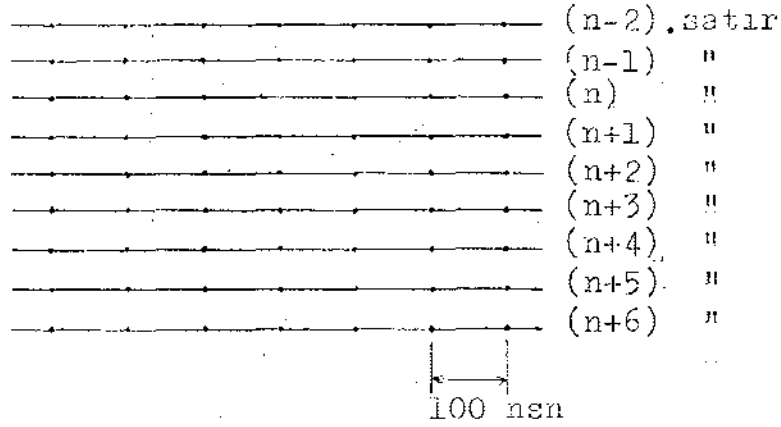
olacaktır. Devrenin tasarımında kullanılan dinamik RAM (Random Access Memory) ların kapasitesi $1k \times 4$ bit olduğundan depolama işlemi için 4 belleğin yeterli olabileceği düşünülebilir. İlgili bellekdeki okuma-yazma işlemleri aynı uçlardan yapıldığından dolayı aşağıda anlatılacak olan bellek-okuma yazma düzenini kullanılmıştır. Bu düzen ancak 8 adet RAM ın kullanılmasıyla gerçekleştirilebilir.

Bellek okuma yazma işlemi şu şekilde yapıldı. Video işaretinde ard arda gelen satırlar Şekil IV.3.2.1.1 de gösterilmiştir. Sekiz adet bellek, herbirinde iki bellek bulunmak üzere dört bellek grubuna ayrıldı. Bu bellek gruplarında bulunan iki bellekten birinde siyah-beyaz PCM PAL işaretinin en anlamsız dört bitinin diğerinde ise en anlamlı dört bitinin yazılıp-okunması işlemi yapılmaktadır. Şekil IV.3.2.1.2 de bu okuma-yazma düzeni verilmiştir. Burada

Y : Yazma

O : Okuma

X : Yüksek empedans durumunu ifade eder.



Şekil IV.3.2.1.1 10 MHz de örneklenmiş PCM PAL işare-
tinde ard arda gelen satırlardaki örnekler.

1. Bellek grubu

n	n	n	X	n+4	n+4	n+4
Y	O	O		Y	O	O
B	M	T	X	B	M	T

2. Bellek grubu

n-2	X	n+2	n+2	n+2	X	n+6
O		Y	O	O		Y
T	X	B	M	T	X	B

3. Bellek grubu

X	n+1	n+1	n+1	X	n+5	n+5
	Y	O	O		Y	O
X	B	M	T	X	B	M

4. Bellek grubu

n-1	n-1	X	n+3	n+3	n+3	X
O	O		Y	O	O	
M	T	X	B	M	T	X

Şekil IV.3.2.1.1. Bellek-Okuma-yazma düzeni.

Bu okuma-yazma düzeninden görüldüğü gibi şu andaki satıra ait sayısal örnekler bellek gruplarından birine yazılırken diğer iki bellek grubundan bir önceki ve iki önceki satırlara ait sayısal örnekler okunmaktadır. Bunların haricindeki bellek grubunun yazma-okuma uçları yüksek empedans durumundadır. Böylece herhangi bir bellek grubunda, bir satır süresi zarfında, ya ilgili satırdaki sayısal örnekler bu bellek grubuna yazılmakta, yada belleğe yazılmış ilgili satıra ait sayısal örnekler okunmakta, veyahut da bellek grubunun yazma-okuma uçları bu süre zarfında yüksek empedans konumuna sokulmaktadır.

IV.3.2.2. Gerçekleştirilen Devre

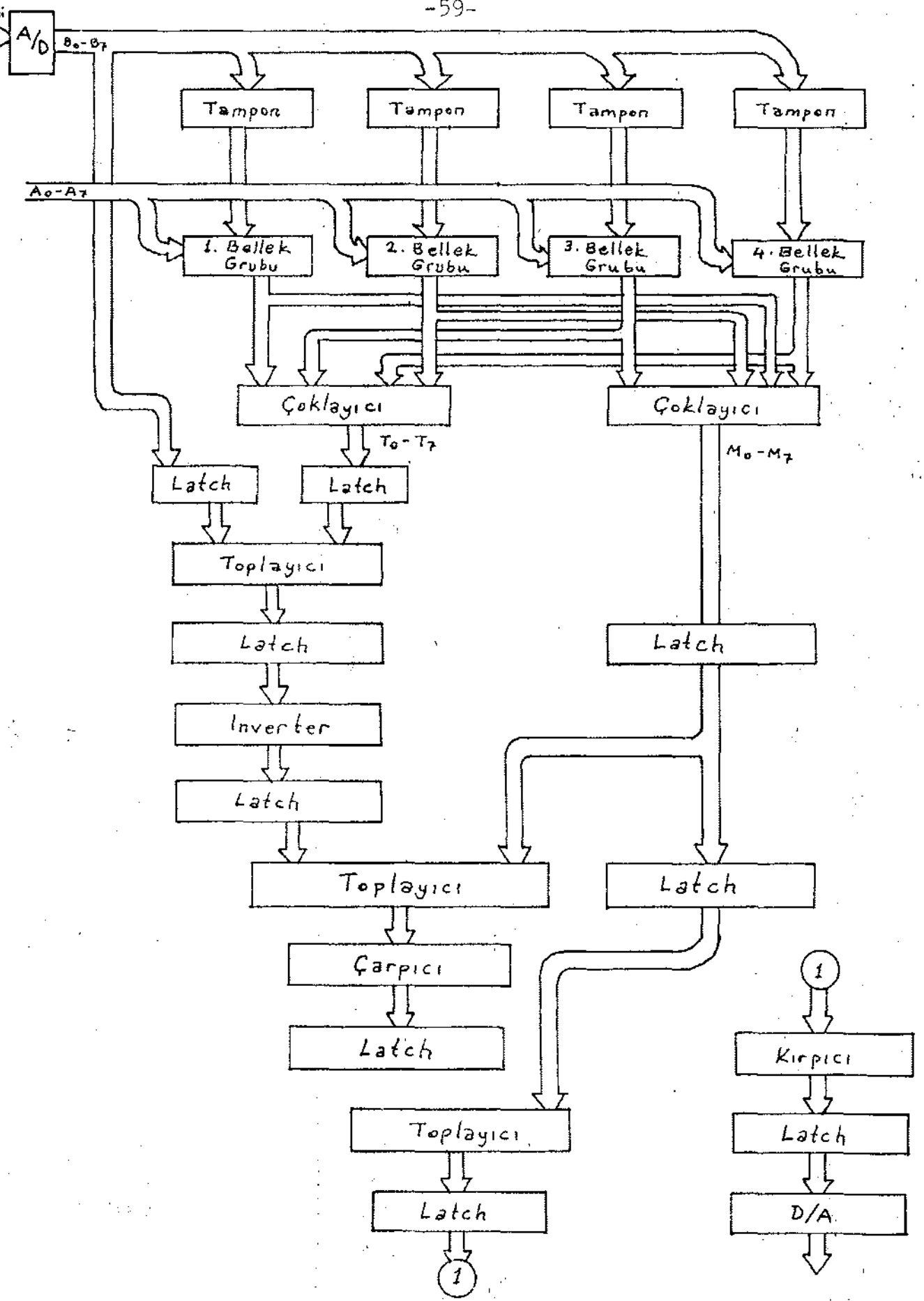
Şekil IV.3.2.2.2 de gerçekleştirilen devrenin blok çizimi verilmiştir. Bu blok gösterilimdeki A/D dönüştürücü Şekil IV.2.1.1 deki 2. boş kısımdan önceki üniteleri temsil eder. İlgili blok diyagramınaaki blokların işlevleri aşağıda izah edilmiştir.

IV.3.2.2.1. Bellek Adresleme Dalga Şekillerinin Üretilmesi

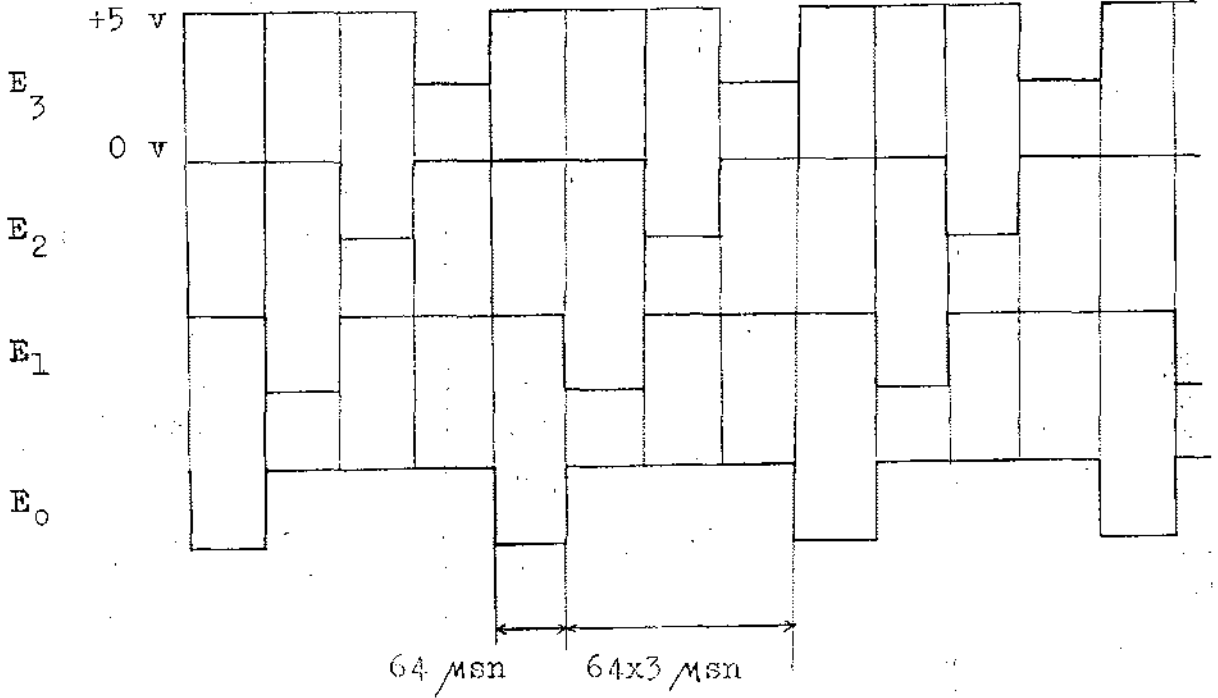
Bir satırdaki sayısal örneklerin sayısının 640 olduğu ve her bir sayısal örneğin 8 bit ile kodlandığı daha önceden ifade edilmişti. Bir satırdaki PCM işaretinin belleğe yazılması yada bellekten okunabilmesi için gerekli olan adresleme dalga şekillerinin (A_0-A_9) üretilmesi ekte verilen devrede gösterilmiştir. Bu adresleme dalga şekilleri 640 a kadar bir sayıcının çıkışlarından elde edilir. A_0 in periyodu 200 nsn dir.

IV.3.2.2.2. Tampon Elemanları

Kısım IV.2.2.1 de anlatılan bellek okuma-yazma düzeninin gerçekleştirilmesi kullanılan elemanları yardımıyla mümkündür. Bu işlemin yapılabilmesi için gerekli olan dalga şekilleri (E_0-E_3) şekil IV.3.2.2.2.1 de çizilmiştir. Bu dalga şekillerinin üretilmesi ekte verilen devrede gösterilmiştir. Gerçekleştirilen devrede tampon eleman olarak 74LS244 entegresi kullanılmıştır.



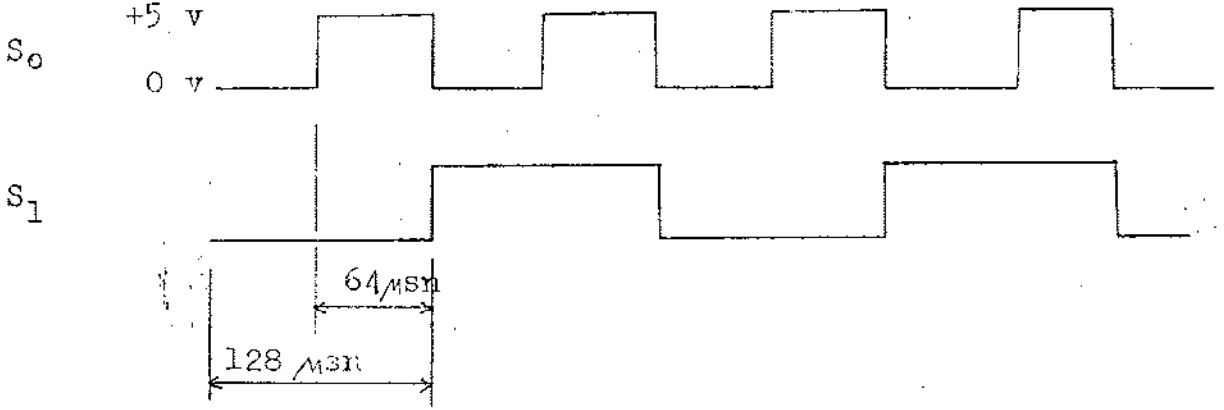
şekil IV.3.2.2.2. Gerçekleştirilen devrenin blok çizimi.



Şekil 3.2.2.2.1 (E_0-E_3) ün Dalga Şekilleri.

IV. 3.2.2.3. Çoklayıcı (Multiplexer) Elemanları

Şekil IV.3.2.1.1 de verilen bellek okuma-yazma düzeninden görüleceği üzere T ve M sayısal örnekleri (yani şu anki satırdan bir ve iki önceki satırlara ait sayısal video örnekleri) bellek gruplarının çıkışlarına periyodik olarak dağılmıştır. Bu periyot 256 μ sn dir. Ancak IV.3.1.1 algoritmasının pratik olarak gerçekleştirilmesi için bu M ve T sayısal örneklerinin belirli bir yerde toplanması gerekir. Bu işlem çoklayıcı olarak adlandırılan 74LS153 entegreleriyle yapıldı. Bunun için gerekli dalga şekilleri (S_0-S_1) nin üretilmesi ekte verilen devrede mevcuttur. Şekil 3.2.2.3.1 de S_0 ve S_1 in dalga şekilleri çizilmiştir.



Şekil IV.3.2.2.3.1. S_0 ve S_1 in dalga şekilleri.

IV. 3.2.2.4. Toplayıcılar (Adders)

Algoritma IV.3.1.1 in gerçekleştirilmesinde üç toplama işlemi mevcuttur. Bu toplama işlemlerinden birincisi $\frac{1}{2} (T+B)$ işlemidir. İkinci toplama işleminde ise, $M - \frac{1}{2} (T+B)$ işlemi gerçekleştirilir. Üçüncü ve son toplama işleminde $M+K(M - \frac{1}{2} (T+B))$ algoritması elde edilir. Bunlardan birinci toplama işleminde iki pozitif sayının toplanması durumu mevcuttur. İkinci ve üçüncü toplama işleminde ise iki pozitif sayının toplanması işlemi olabileceği gibi, biri pozitif, diğeri negatif iki sayının toplanması durumu da olabilir. Bundan dolayı ikinci ve üçüncü toplama işlemlerinde ikiye tümleme (two's complement) aritmetiği kullanılır. İkiye tümleme aritmetiği ile toplama işlemi burada kısaca verilecektir.

A ve B ikili sayılar olmak üzere $C=A-B$ işlemi ikiye tümleyen aritmetiği ile şu şekilde yapılır.

a) Çıkartılacak sayının ilk önce ikiye tümleyeni alınır. Bu işlem için ikili sayının bit-bit tümleyeni alınır ve sonuca 1 ilave edilir.

Örneğin;

$$A = (0) 1 0 1 1 0 1 1 1$$

$$B = (0) 0 0 1 1 1 1 1 0$$

olsun. B nin ikiye tümleyeni

$$\begin{array}{r}
 (1) 1 1 0 0 0 0 0 1 \\
 + 1 \\
 \hline
 (1) 1 1 0 0 0 0 1 0
 \end{array}$$

Burada parantez içindeki bit, işaret biti olup, 0, sayının pozitif, 1 ise negatif olduğunu ifade eder.

b) Daha sonra B nin 2 ye tümleyeni ile A toplanır. Eğer taşma varsa bu atılır. Sonuç işaretli olarak doğrudur.

$$\begin{array}{r}
 A = (0) 1 0 1 1 0 1 1 1 \quad |_2 = \quad 183 \quad |_{10} \\
 -B = (1) 1 1 0 0 0 0 1 0 \quad |_2 = \quad -62 \quad |_{10} \\
 + \\
 \hline
 C = 1 (0) 0 1 1 1 1 0 0 1 \quad |_2 = \quad 122
 \end{array}$$

9. bit taşma (overflow) biti olup atılır.

A ve B aşağıdaki gibi seçilirse C = A-B hesaplanırsın.

$$A = (0) 0 1 0 0 0 1 0 0$$

$$B = (0) 1 0 1 1 0 0 1 1$$

dır. B nin 2 ye tümleyeni

$$\begin{array}{r}
 (1) 0 1 0 0 1 1 0 0 \\
 + 1 \\
 \hline
 (1) 0 1 0 0 1 1 0 1
 \end{array}$$

dır.

$$\begin{array}{r} A = (0) 0 1 0 0 0 1 0 0 \quad |_2 \quad = 68 \quad |_{10} \\ -B = (1) 0 1 0 0 0 1 1 0 1 \quad |_2 \quad = -179 \quad |_{10} \\ + \\ \hline C = (1) 1 0 0 1 0 0 0 1 \quad = 111 \quad |_{10} \end{array}$$

Görüldüğü gibi C ikili sayısının işaret biti negatif olup, mutlak değerini bulmak için bu ikili sayıya 2 ye tümleyen aritmetiği uygulanır.

İkinci toplama işleminden sonra $M - \frac{1}{2} (T+B)$ değeri bir K katsayısı ile çarpılmaktadır. Daha önceden de belirtildiği gibi K, 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ değerlerinden birini alır. Ekde verilen devrede gösterilen K_0, K_1 uçlarının uygulanan lojik seviyelerin değerlerine göre seçilecek K değeri Tablo IV. 2.2.2.4.1 de gösterilmiştir.

K_1	K_0	K
0	0	1
0	1	1/2
1	0	1/4
1	1	1/8

Tablo IV. 3.2.2.4.1

$M - \frac{1}{2} (T+B)$ ikili sayısı pozitif olduğu gibi negatif de olabilir. Pozitif olması durumunda (9. bit 0 ise) işaret bitleri hariç tüm bitler, $K = \frac{1}{2}$ için 1 bit, $K = \frac{1}{4}$ için iki bit ve $K = \frac{1}{8}$ için üç bit soldan sağa doğru kaydırılır. Bu kaydırma işleminde boşalan bitler yerine sıfır alınır. Eğer ilgili sayı negatif (yani 9. bit 1) ise kaydırma işleminde boşalan bitler yerine 1 alınır. Aşağıda bu durumu daha iyi kavrayabilmek için iki örnek verilmiştir.

Örnek 1.

İkili sayı (0) 1 0 1 1 0 1 1 0 ve $K = \frac{1}{8}$ olsun. Bu iki sayının çarpımı olan ikili sayı

(0) 0 0 0 1 0 1 1 0

dır.

Örnek 2.

İkili sayı (1) 0 1 1 1 0 1 1 0 ve $K = \frac{1}{4}$ ise bu iki sayının çarpımı (1) 1 1 1 0 1 1 1 0 dır.

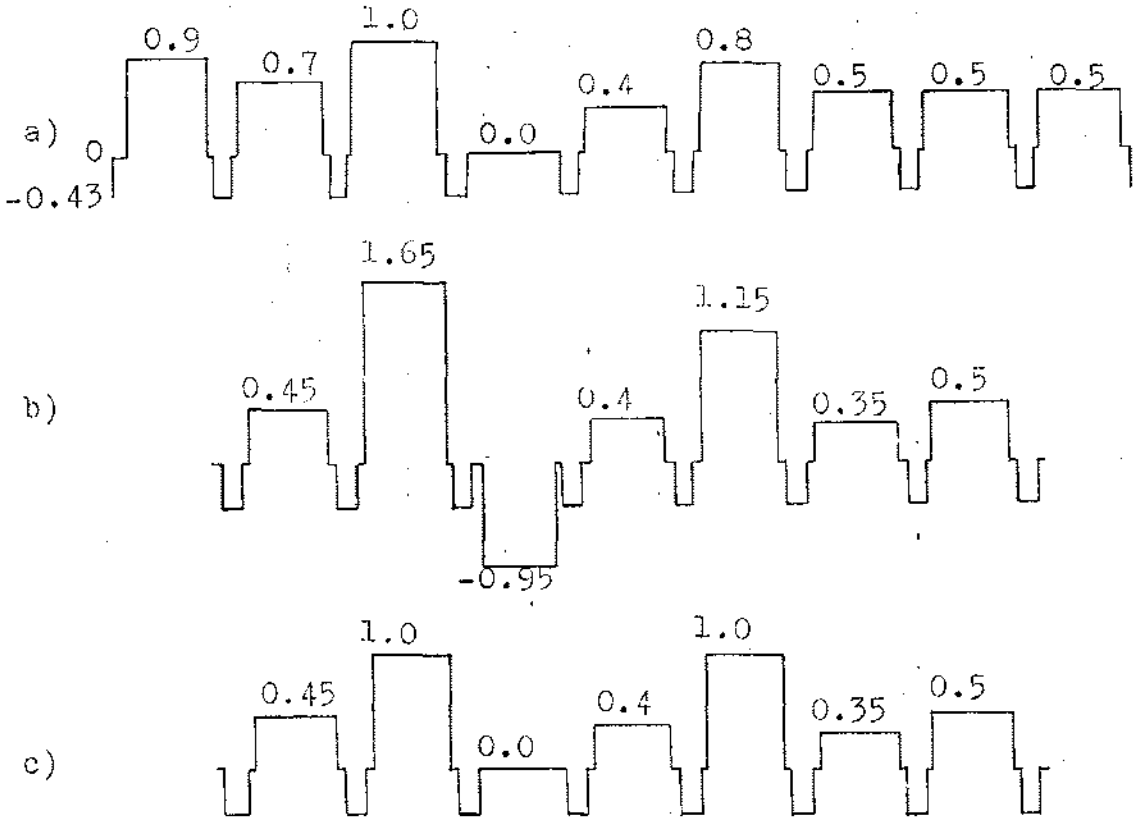
Yukarıda açıklanan çarpma işlemi, gerçekleştirilen devrede dört adet 74LS153 entegresi ile yapılmıştır.

IV. 3.2.2.5. Latch'lar

Şekil IV.3.2.2.2 de verilen gerçekleştirilen devrenin blok çiziminden görüleceği üzere bloklar arasında bir çok Latch'lar mevcuttur. Bu Latch'ların kullanım amacı devrede kullanılan entegrelerdeki farklı propagasyon gecikmelerinin oluşturduğu problemleri ortadan kaldırmaktır. Ayrıca Latch'lar bazı yerlerde pipe-line çalışma durumunu sağlamaktadır. Devrede Latch olarak 74LS374 entegresi kullanılmıştır.

IV.3.2.2.6. Kırpıcı

Bir görüntüye ait siyah-beyaz video işareti IV.3.2.2.2.6.1 a da verildiği gibi olsun. b de bu işarete ait $K = 1$ için elde edilen ayrıntılı video işareti çizilmiştir. Bu şekilden görüleceği üzere video işaretinin genliği bazı satırlarda 1 volttan büyük yada 0 volttan küçük olmaktadır. Ancak siyah-beyaz video işaretinin genlik değerleri 0 ile 1 volt arasında olduğundan, ilgili işaretin 0 volttan küçük ve 1 volttan büyük genlik değerleri, kullanılan kırpıcı yardımıyla kırpılır. Şekil IV.3.2.2.6. c de kırpıcı çıkışındaki işaret çizilmiştir.



Şekil 3.2.2.6.1 a) Bir görüntüye ait video işareti
b) $K=1$ için ayrıntılı video işareti
c) Kırpıcı çıkışındaki video işareti

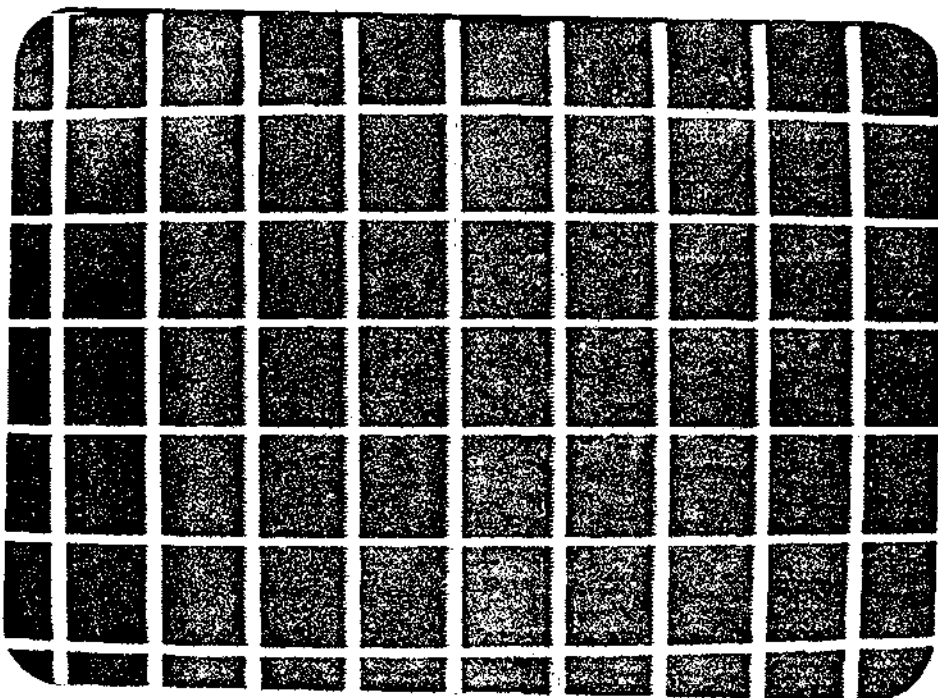
Sayısal olarak kırpıcı şu şekilde tasarlandı.

$M_y = M + K(M - \frac{1}{2}(T+B))$ algoritmasında $K(M - \frac{1}{2}(T+B))$ ikili sayısı pozitif (yani işaret biti sıfır) ve M_y ikili sayısında taşma varsa kırpıcı çıkışına 1 1 1 1 1 1 1 1 ikili sayısı aktarılır. (Üstten kırpma) Eğer taşma yoksa giriş, çıkışa aktarılacaktır. Eğer $K(M - \frac{1}{2}(T+B))$ ikili sayısı negatif (işaret biti 1) ve M_y ikili sayısı da negatif ise kırpıcı çıkışına 0 0 0 0 0 0 0 0 aktarılacaktır. (Altdan kırpma) Diğer durumda ise giriş ikili sayısı çıkışa aktarılır. Dolayısıyla A/D çeviricinin girişine 8 bitlik bir ikili kod kelimesi verilir.

V. GERÇEKLEŞTİRİLEN DEVRE İLE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

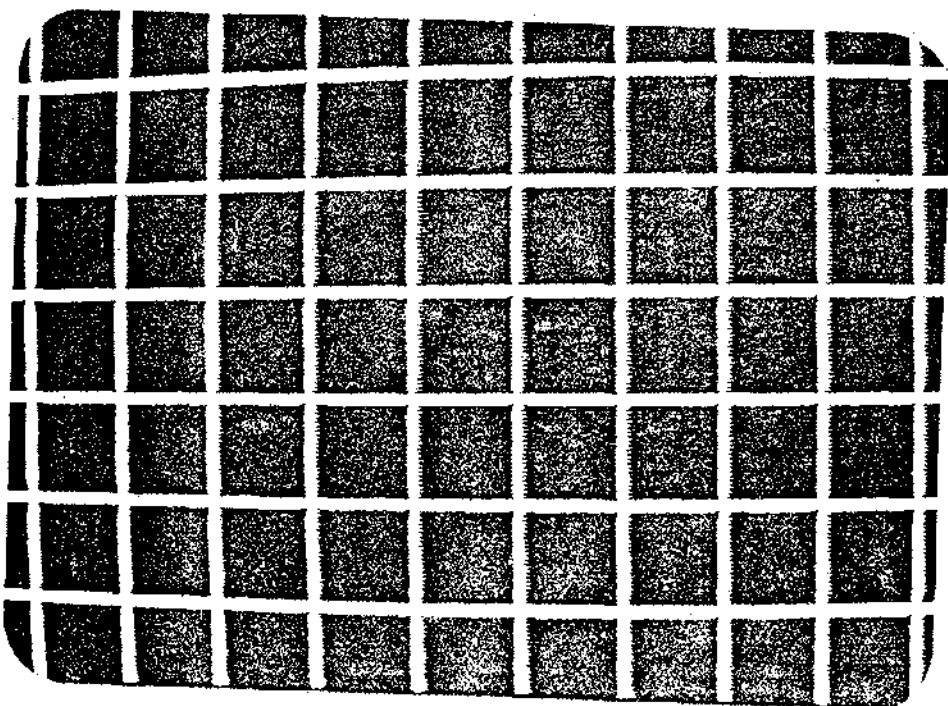
Bu bölümde gerçekleştirilen devre ile değişik pattern görüntüleri için elde edilen deneysel sonuçlar verilerek gerekli yorumlar yapılacaktır.

Şekil V.1 de ızgara görüntüsü için elde edilen deneysel sonuçlar verilmiştir. Şekil V. 1 a da özgün görüntü (gerçekleştirilen devre girişindeki görüntü) gösterilmiştir. b ve c de ise, sırasıyla $K = \frac{1}{2}$ ve $K = \frac{1}{4}$ için elde edilen dikey yönde detayı arttırılmış görüntüler gösterilmiştir. Bu görüntülerden görüleceği üzere $K = \frac{1}{2}$ için elde edilen ayrıntının $K = \frac{1}{4}$ ile elde edilene göre daha büyük olduğu görülmektedir. Şekil V.1 d, e ve f de sırasıyla $K = 1$, $K = \frac{1}{2}$ ve $K = \frac{1}{4}$ için elde edilen görüntülerin frekans spektrumları 0-20 kHz bölgesi için çizilmiştir. Bu şekillerden de görüleceği üzere K nın tüm değerleri için f_s nin tam katlarındaki frekans bileşenlerinin genlikleri sabit kalmakla beraber bunun dışındaki frekans bileşenlerinin genlikleri K nın değerine bağlı olarak değişmektedir. Bu durum Şekil IV.3.1.2 de gösterilen frekans tepkesinde açıkça görülmektedir. Şekil IV.1 g, h ve l de sırasıyla $K = 1$, $K = \frac{1}{2}$ ve $K = 0$ için (21-26) kHz bölgesindeki frekans spektrumu gösterilmiştir. Bu frekans bölgesi dikey ayrıntının bulunduğu bölgeye karşılık gelir. Bu şekillerden de görüldüğü gibi ayrıntı miktarını belirleyen K nın büyümesiyle genlik değerleri de büyümektedir.



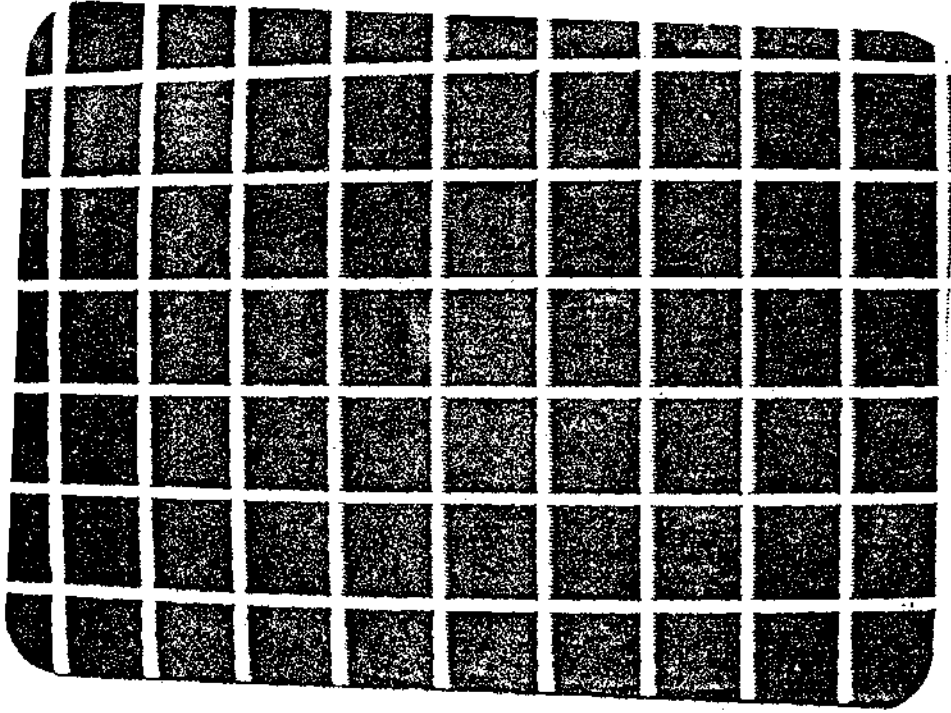
$K = 0$

a)



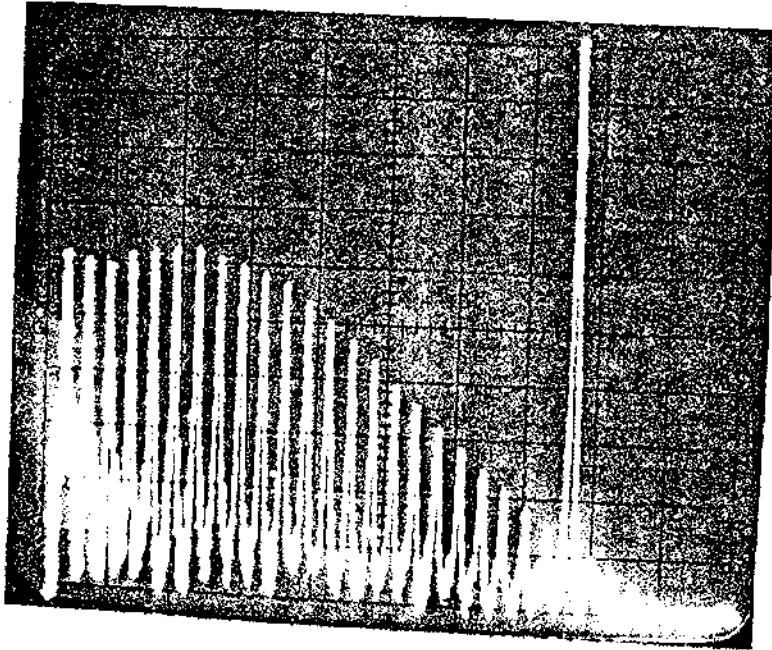
$K = 1$

b)



$K = 1/2$

c)



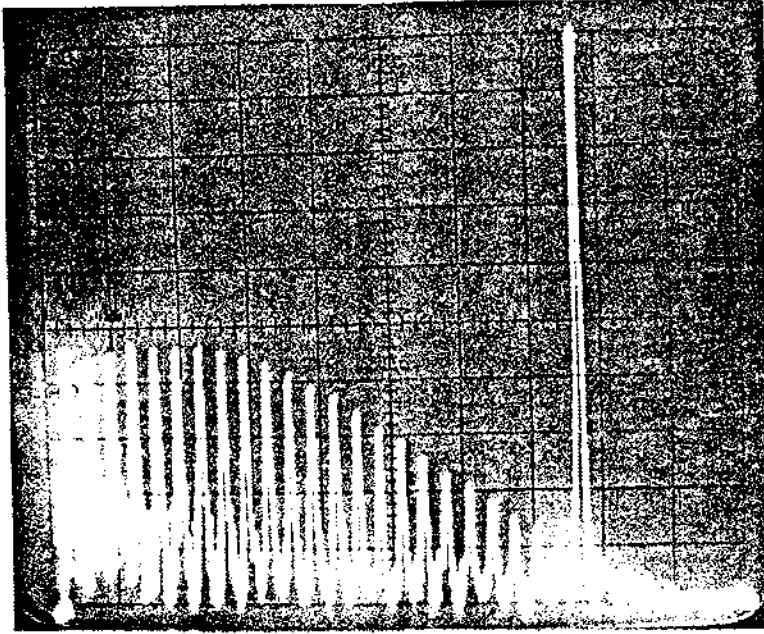
$K = 1$

Yatay :
2 kHz/aralık

Dikey :
10 mV/aralık

Yatay başlangıcı :
0 Hz

d)



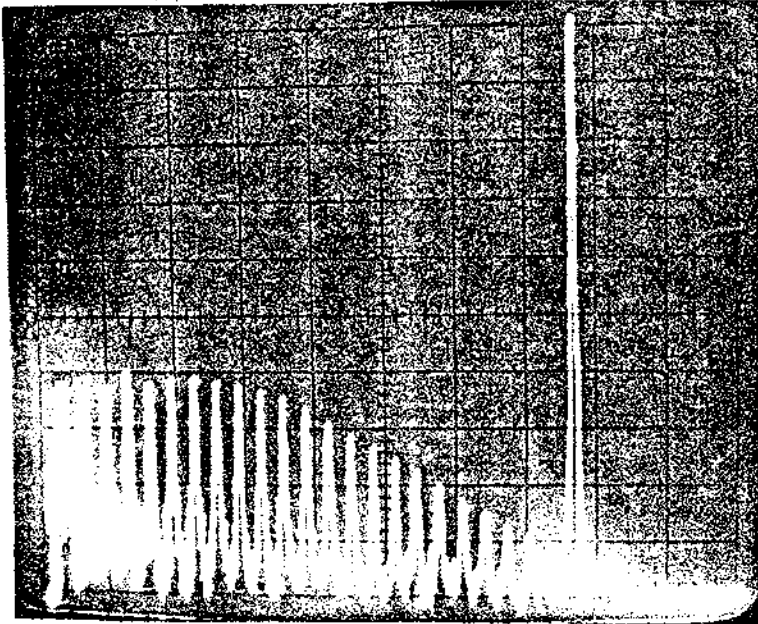
$K = 1/2$

Yatay:
2 kHz/aralık

Dikey:
10 mV/aralık

Yatay Başlangıcı:
0 Hz

e)



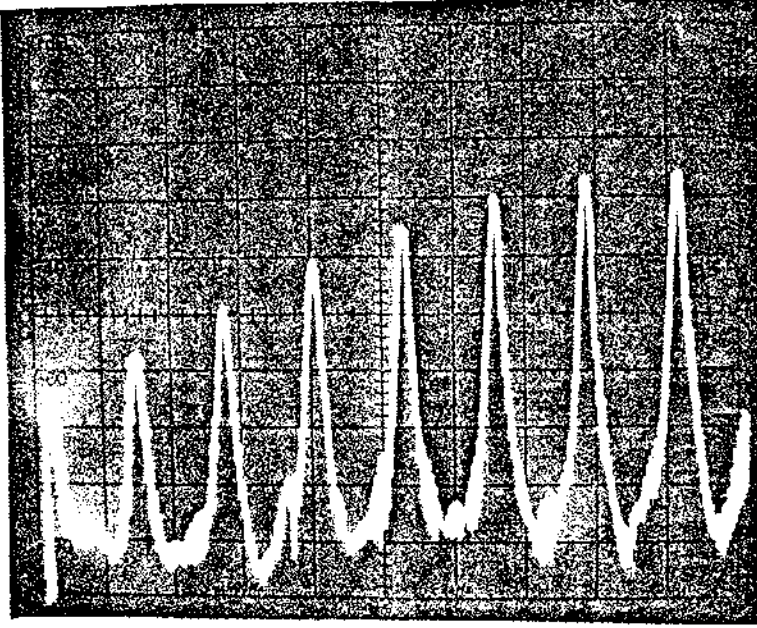
$K = 1/4$

Yatay:
2 kHz/aralık

Dikey:
10 mV/aralık

Yatay Başlangıcı:
0 Hz

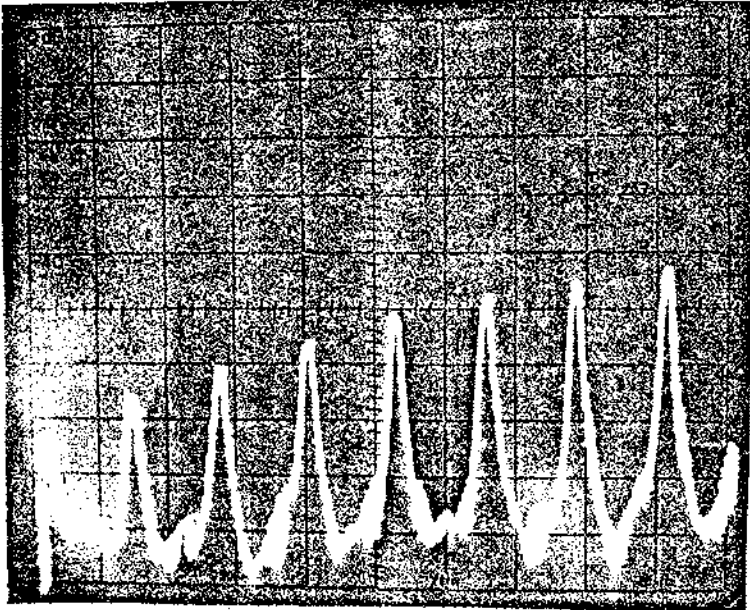
f)



$K = 1$

Yatay:
0,5 kHz/aralık
Dikey:
2 mV/aralık
Yatay Başlangıcı:
21 kHz.

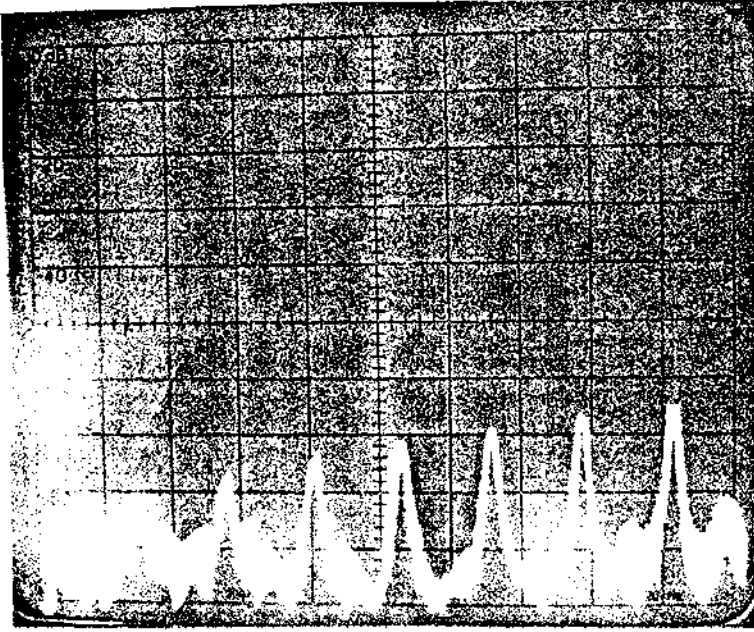
g)



$K = 1/2$

Yatay:
0,5 kHz/aralık
Dikey:
2 mV/aralık
Yatay başlangıcı:
21 kHz.

h)



$$K = 0$$

Yatay:
0,5 kHz/aralık
Dikey:
2 mV/aralık

Yatay başlangıcı:
21 kHz.

1)

Şekil V.1.Izgara görüntüsüne ait deneysel sonuçlar.

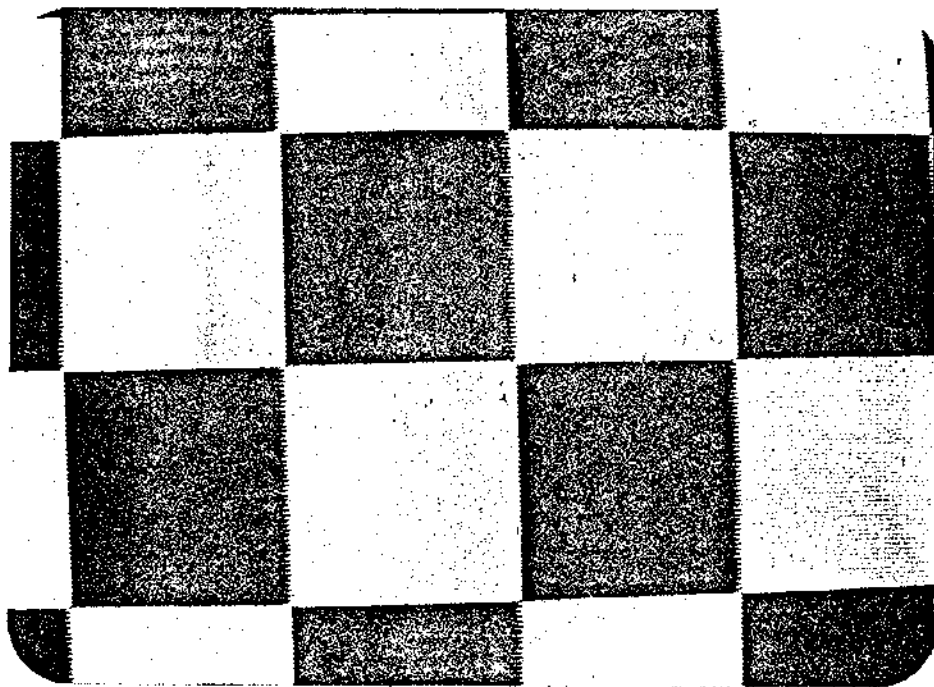
a) Özgün görüntü

b) ve c) sırasıyla $K = 1$ ve $K = \frac{1}{2}$ için elde edilen görüntü

d), e) ve f) sırasıyla $K = 1$, $K = \frac{1}{2}$ ve $K = \frac{1}{4}$ için elde edilen görüntünün (0-20) kHz bölgesi için frekans spektrumu

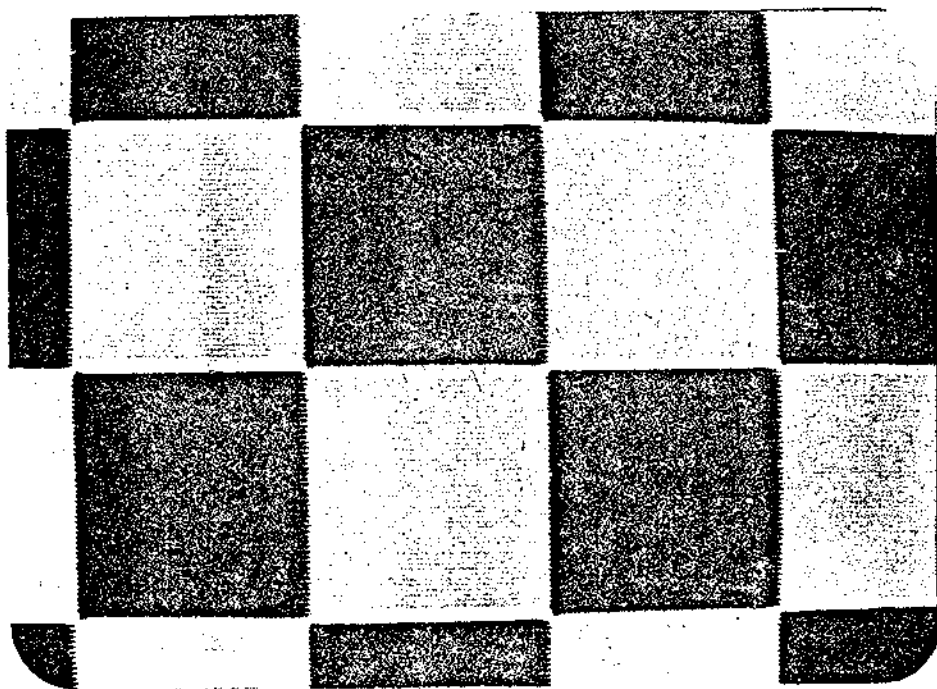
g),h) ve l) sırasıyla $K = 1$, $K = \frac{1}{2}$ ve $K = 0$ için elde edilen görüntünün (21-26) kHz bölgesi için frekans spektrumu.

Şekil V.2 de dama tahtası patterni için elde edilen deneysel sonuçlar verilmiştir. Şekil V.2 a da özgün görüntü gösterilmiştir. b) ve c) de ise sırasıyla $K = 1$ ve $K = \frac{1}{2}$ için elde edilen görüntüler verilmiştir. Bu görüntülerden görüldüğü gibi K değerinin büyümesiyle dikey ayrıntının miktarı büyümektedir. Şekil V.2 d) ve e) de ise sırasıyla $K = 1$ ve $K = \frac{1}{8}$ için (0-50) kHz bölgesindeki frekans spektrumu görülmektedir. Bu şekillerden görüleceği üzere K 'nin çeşitli değerleri için f_s 'nin katlarındaki frekans bileşenlerinin genlikleri sabit kalmaktadır.



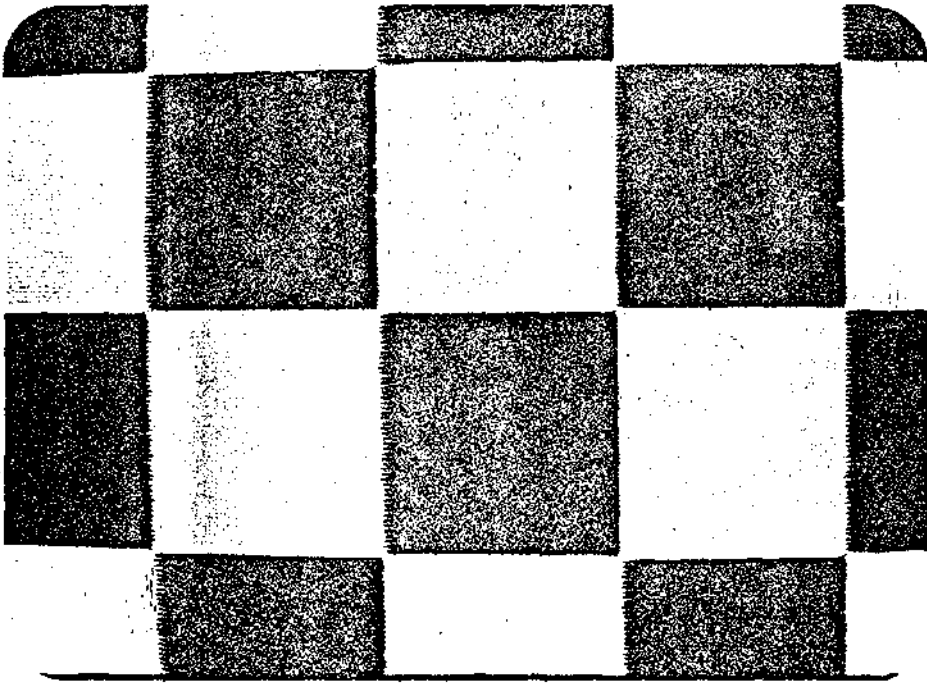
K = 0

a)



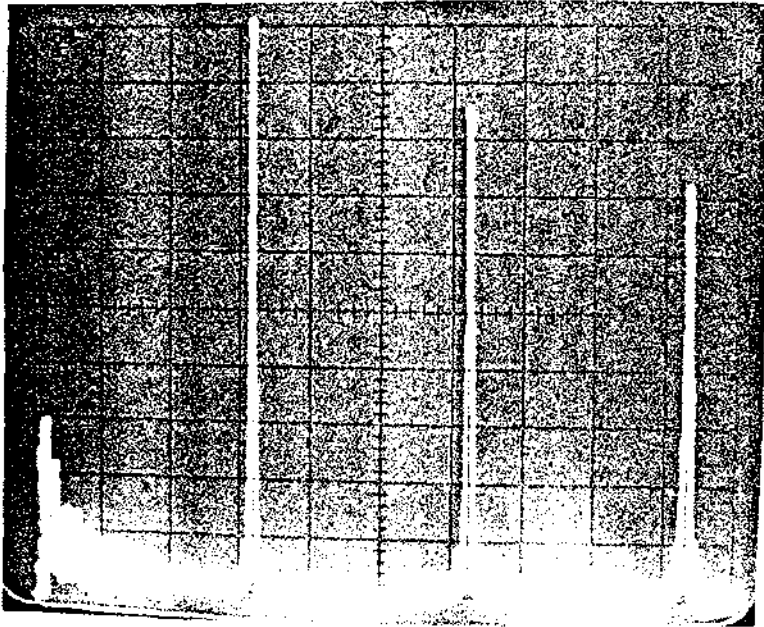
K = 1

b)



K = 1/2

c)



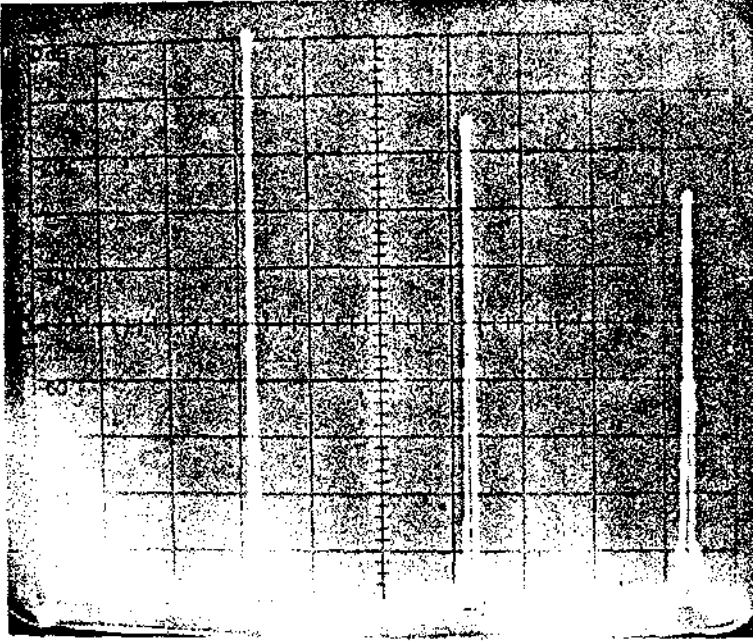
K = 1

Yatay:
5 kHz/aralık

Dikey:
20 mV/aralık

Yatay başlangıcı:
0 Hz.

d)



$$K = 1/2$$

Yatay:
5 kHz/aralık
Dikey:
20 mV/aralık
Yatay başlangıcı:
0 Hz.

e)

Şekil V.2. Dama tahtası görüntüsüne ait deneysel sonuçlar

a) Özgün görüntü

b) ve c) sırasıyla $K = 1$ ve $K = \frac{1}{2}$ için elde edilen görüntü

d) ve e) sırasıyla $K = 1$ ve $K = \frac{1}{2}$ için elde edilen görüntünün (0-50) kHz bölgesindeki frekans spektrumu.

VI. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; video işaretinde dikey yönde detay arttırma işlemi, ard arda gelen üç satırda bulunan dikey konumdaki üç resim elemanını kullanan bir algoritma ile gerçekleştirildi. Dikey yönde ayrıntı arttırma işlemi için daha iyi algoritmalar kurmak mümkündür. Ancak bu algoritmalarda kullanılacak resim elemanlarının artmasıyla, gerçekleştirecek devre daha kompleks bir yapıya sahip olacak ve maliyeti artacaktır.

Video işaretinde yatay yönde detay arttırma işlemi teorik olarak çeşitli örnekleme frekanslarında örneklenmiş PCM NTSC işaretleri için kısım III.2.3.1.2 de anlatıldı. Yatay yönde detay arttıran devrenin tasarımı ve gerçekleştirilmesi, gerçekleştirilen devreye nazaran daha basit ve kolaydır. Böyle bir devre gerçekleştirilip, dikey yönde detay arttıran devreye eklenirse, video işaretinde hem yatay hem de dikey yönde detay arttıran bir devre elde edilir.

Gerçekleştirilen devre ile pattern görüntüler için elde edilen sonuçlar istenen düzeydedir. Kamera ile iyi özgün görüntüler elde edilemediğinden, bu görüntüler için deneysel sonuçlar gerçekleştirilemedi.

Devrenin gerçekleştirilmesinde en büyük problem kullanılan entegrelerin farklı propagasyon gecikmelerinin oluşturduğu sorundu. Bu sorun, ancak entegreler arasında Latch'ların kullanılmasıyla giderildi.

Maddi imkansızlık nedeniyle devre bread-board üzerinde gerçekleştirildi.

K A Y N A K Ç A

- (1) YILMAZ M., "Sayısal Televizyon Tekniğinin Sorunlarının ve Gelişme Yönlerinin İncelenmesi". Karadeniz Teknik Üniversitesi Makina ve Elektrik Fakültesi Yayını, 1980.
- (2) YILMAZ M. "Video İşareti İşleminde Transversal Süzgeçlerin Kullanılması ve Analizi" Karadeniz Teknik Üniversitesi Makina ve Elektrik Fakültesi Yayını 1980.
- (3) YILMAZ M., "Renkli Televizyon Tekniği" NTSC, PAL, SECAM" TRT Genel Sekreterlik Basılı Yayınlar ve Kitaplık Müdürlüğü Yayınları No: 115, Ekim 1979.
- (4) N. AHMET, T. NATARAJAN, K. RAO " Discrete Cosine Transform" IEEE Transactions on Computers, January 1974.
- (5) W.K. PRATT, W.H. CHEN, L.R. WELCH, "Slant Transform Image Coding" IEEE Transactions on Communications, Vol-COM-22, No.8, August 1976.
- (6) John P. ROSSI "Digital Techniques for Reducing Television Noise" SMPTE Journal, Volume 87, March 1978.
- (7) M. TOOMS "Systems Engineering Considerations in the Digital Television Production and Transmission Centre". IBA Technical Review, March, 1982.
- (8) John P. ROSSI, "Sub-Nyquist-Encoded PCM NTSC Color Television", SMPTE Journal Vol 85, No.1, January 1976.
- (9) John P. ROSSI "Color Decoding a PCM NTSC Television Signal" SMPTE Journal, Volume 83, No.6 June 1974.
- (10) Philips Technical Review Volume 42, No.6/7 April, 1986.
- (11) R.H. McMANN, A.A. GOLDBERG, "Improved Signal Processing Techniques for Color Television Broadcasting" SMPTE Journal, Volume, 77, March, 1968.
- (12) A.A. GOLDBERG, " PCM NTSC Television Characteristics" SMPTE Journal Volume 85, March, 1976.

- (13) John P. ROSSI, "Digital Television Image Enhancement" SMPTE Journal, Volume 84, July, 1975.
- (14) Dennis CANNOR, "Digital Television at Reduced Bit Rates", Digital Video page 44-47.
- (15) Francis KRETZ, Dominique NASSE, "Digital Television: Transmission and Coding" Proceeding of the IEEE, Vol. 73, No.4, April, 1985.
- (16) E. DUBOIS, M.S. SABRI, J.Y. OUELLET, "Three-Dimensional spectrum and processing of Digital NTSC color signals" SMPTE Journal Vol. 91, No.4, April 1982.
- (17) J.H.TAYLOR, "Digital Sub-Nyquist Filters" IBA Technical Review January 1979.
- (18) K.H. BARRATT, K. LUCAS, "An Introduction to Sub-Nyquist Sampling" IBA Technical Review January 1979.
- (19) K. LUCAS, "The Evolution Towards Component coded video Systems" IBA Technical Review January 1979.
- (20) Jean-Yves OUELLET, Eric DUBOIS, "Sampling and Reconstruction of NTSC Video Signals at Twice Color Subcarrier Frequency", IEEE Transactions on Communications, Vol.- COM.29, No.12, December 1981.
- (21) Shuichi MATSUMOTO, Hitomi MURAKAMI, Hideo YAMAMOTO, "Coding Performance of Motion-Compensated Interframe, Interfield, and Intrafield Adaptive Prediction Coding for Composite and Component TV Signals", SMPTE Journal May 1986.
- (22) C.E. LI, K.R.RAO, "Composite-Component Transformation and Predictive Coding of the Component Color TV Signal", IEEE Journal On Selected Areas In Communications Vol. SAC-2, No.2, March 1984.
- (23) Arun N. NETRAVALI, John O. LIMB, "Picture Coding", Proceeding of the IEEE, Vol. 68, No.3, March 1980.
- (24) John O. LIMB, Charles B. BURINSTEIN, John E. THOMPSON, "Digital Coding of Color Video Signals-A Review", IEEE Transactions on Communication, Vol.Com. 25, No.11 November 1977.

- (25) J. SABATIER, F. KRETZ; "Sampling the Components of 625-Line Colour Television Signals", E.B.U. Review-Technical, No. 171, October, 1978.
- (26) Yoshitaka HASHIMOTO, "Digital Decoding and Encoding of the NTSC Signal at 912 Samples Per Line", SMPTE Journal, Vol. 90, No.10 October 1981.
- (27) John P. ROSSI, "A Simple Family of Digital Filters for a Binary Hierarchy", SMPTE Journal, Vol. 90, No.10, October 1981.
- (28) Hiroshi TANIGAWA, Eiji ODA, Ikuo AKIYAMA, Hiroo WAKAUMI, "A Multipurpose CCD Comb Filter with Combining and Delaying Functions", IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. SC-16, No.6, December 1981.
- (29) D.W. OSBORNE, C. ENG, J.H. STOTT, "Digital Video: Comb filtering in sub-Nyquist PAL Codecs", BBC Report January 1979.
- (30) M. WESTON, "Digital Aperture Correction", BBC Report March 1978.
- (31) Arthur KAISER, "Comb Filter Improvement. With Spurious Chroma Deletion", SMPTE Journal Vol. 86. No.1, January 1977.
- (32) F.DAVIDOFF, "Digital Television Coding Standards" IEEE Proc., Vol. 129, No.7 September 1982.
- (33) R.E. BAGNER, A.G. CONSTANTINIDES, "Introduction to Digital Filtering" New York, John Wiley, 1975.
- (34) Bernard GOLD, "Digital Processing of Signals" New York, McGraw-Hill, 1969.