

# tv aktarıcı ve vericileri

## recep sayar

UDK: 621.397.61

### ÖZET

Televizyon yayınlarının tüm yerleşme merkezlerine vericiler ile ulaştırılmasında ortaya çıkan ekonomik sorunlar, TV aktarıcıları kullanarak çözümlenebilir. Bu yazı, TV aktarıcılarının çalışma biçimlerini açıklamakta, Türkiye'de kullanılan verici ve aktarıcıların özelliklerini belirtmektedir. Bu arada TV dizgesi konusunda genel bilgiler de verilmektedir.

### SUMMARY

Economic problems which arise in transmitting TV signals to each and every residential area by means of TV transmitters may be alleviated by using TV transponders. This article discusses the principles by which the transponders operate and pays particular attention to the properties of the transponders and transmitters operating in Turkey. General information on TV systems is also given.

#### 1. TELEVİZYON DİZGESİ - GENEL BİLGİLER

En genel anlamda, resim ve sesi elektrik imleri aracılığı ile bir noktadan başka bir noktaya ulaştıran dizgeye televizyon dizgesi adı verilebilir. Resim ve ses bilgisini iletme işlemi üç bölüme ayrılabilir:

- Stüdyo bölümü; resim ve ses bilgisini elektrik imine dönüştürür.
- Vericiler bölümü; stüdyodan alınan TV imi yüksek sıklıktaki bir taşıyıcıya bindirilir, güçlendirilir ve anten aracılığıyla yayılır.
- TV alıcıları; anteni ile aldığı yayını elektrik bilgisinden resim ve ses bilgisine çevirerek izlenmesini sağlar.

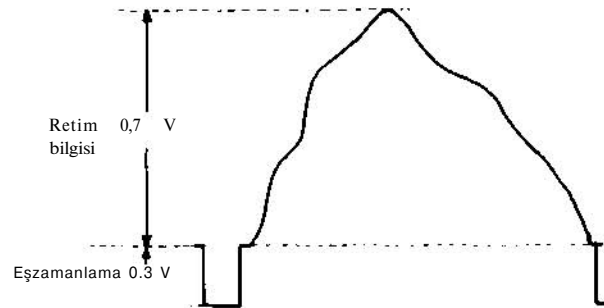
Stüdyoda görüntüden ve sestem elde edilen imler resim imi ve ses iminden oluşur. Resim imi, resim bilgisi ile eşzamanlama vuruşlarından oluşur. Eşzamanlama vuruşlarının görevi TV alıcısında elde edilen resim ile stüdyodan gönderilen resmi eşzamanlı bir duruma getirmektir. Türkiye'de uygulanan standartlarda resim imi genliği  $1 V_{cc}$ , ses imi düzeyi ise 0 dBm dir. Resim imi Şekil 1'de görüldüğü gibi 0,3 V eşzamanlama ve 0,7 V resim bilgisinden oluşur. Bu gerilim 75 ohm giriş empedansına uygulanır. Resim bilgisinin kapsadığı sıklık alanı 0-5 MHz arasındadır. Ses imi ise, yaklaşık olarak, kulağın duyma sınırları ile sınırlıdır; 20 Hz'den başlar, 15 yada 20 KHz'e kadar ulaşır.

Televizyon alıcılarında gözü rahatsız etmeyecek bir görüntü için giriş düzeyi en az 300 mV -

400 mV olarak belirlenmiştir. Alıcıların duyarlı olduğu sıklık alanı Çok Yüksek Sıklık, ÇYS (VHF) ve Ultra Yüksek Sıklık, UYS (ÜHF) alanları içinden seçilmiştir.

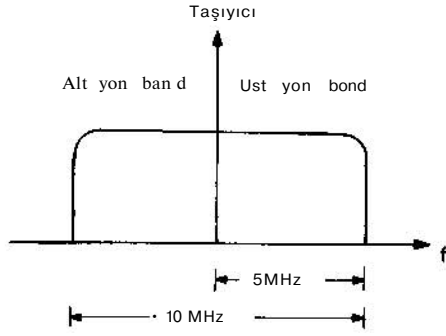
Bu arada sıklık spektrumunu incelemekte yarar var.

- 3 KHz - 30 KHz arası Çok Alçak Sıklık, ÇAS (VLF)
- 30 KHz -300 KHz arası Alçak Sıklık, AİS (LF)
- 300 KHz - 3 MHz arası Orta Sıklık, OS (MF)
- 3 MHz - 30 MHz arası Yüksek Sıklık, YS (HF)
- 30 MHz -300 MHz arası Çok Yüksek Sıklık, ÇYS (VHF)
- 300 MHz - 3 GHz arası Ultra Yüksek Sıklık, UYS (UHF)
- 3 GHz - 30 GHz arası Süper Yüksek Sıklık, SYS (SHF)
- 30 GHz -300 GHz arası Aşırı Yüksek Sıklık, AYS (FHF)



Şekil 1. Resim imi.

Recep Sayar, TRT.



Şekil 2. Çift yan bantlı genlik bindirmeli resim taşıyıcısı.

Yukarıdaki sıklık alanı içinde kalan dalgalara "radyo dalgaları" denir. Bu dalgaların sıklığı için **Radyo Sıklık (RS)** adı genel bir ad olarak verilmiştir. RS dalgalarını ışık, X ışınları, gama ışınları ve kozmik ışınlar izler.

Televizyon yayımının iletilmesi için **ÇS ve ÜS alanları** içinde bantlar oluşturulmuştur.

**Çok Yüksek Sıklık (ÇYS)** bölgesinde üç bant vardır.

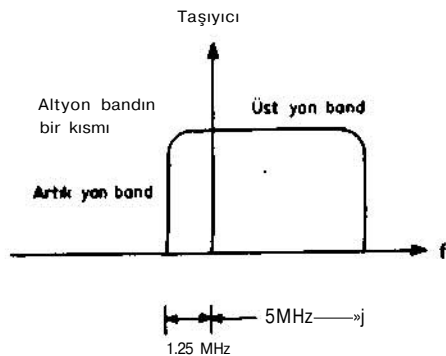
**Bu üç banttan' birinci ve üçüncü bantlar televizyon yayınlarına, ikinci bant (88-108 MHz) sıklık bindirmeli (FM) radyo yayınlarına ayrılmıştır. TV bantları 7 MHz genişlikte kanallara ayrılırlar:**

#### LBANT

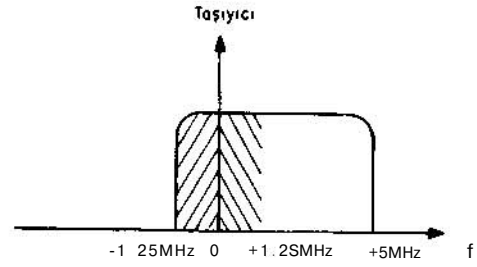
- 1.kanal (kullanılmıyor)
- 2.kanal 47 - 54 MHz
- 3.kanal 54 - 61 MHz
- 4.kanal 61 - 68 MHz

#### 3.BANT

- |    |               |
|----|---------------|
| 5  | 174 - 181 MHz |
| 6  | 181 - 188 MHz |
| 7  | 188 - 195 MHz |
| 8  | 195 - 202 MHz |
| 9  | 202 - 209 MHz |
| 10 | 209 - 216 MHz |
| 11 | 216 - 223 MHz |
| 12 | 223 - 230 MHz |



Şekil 3. Artık yan bantlı genlik bindirmeli resim taşıyıcısı.



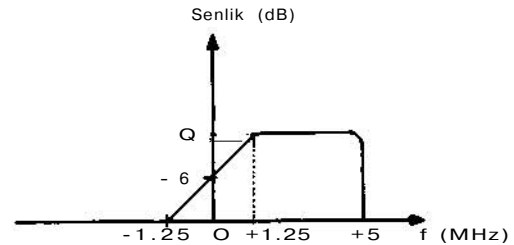
Şekil 4. 0-1,25 MHz aralığındaki resim bilgisi 1,25-5 MHz arasındaki resim bilgisinin iki katı genliktedir.

Ultra Yüksek Sıklık (UYS) bölgesi ise 4. ve 5. bantları içine alır. Bu bölge 8 MHz genişlikte kanallara ayrılmıştır. En düşük sıklıklı 21.kanal 470 - 478 MHz, en yüksek sıklıklı 60.kanal ise 782 - 790 MHz olmak üzere 40 tane kanaldır. Son zamanlarda daha yüksek sıklıklı kanallar da kullanılmaktadır.

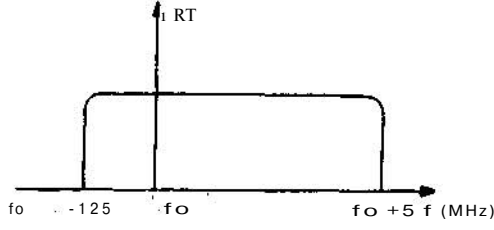
Taşıyıcı dalga sıklıkları niçin bu kadar yüksek seçilmiştir? Resim bilgisi bilindiği gibi 5 MHz'lik bir bant içinde iletilirse bir görüntü meydana getirir. 5 MHz geniş bir banttır. Taşıyıcı dalganın sıklığının bu 5 MHz genişliğindeki bilgiyi taşıyabilmesi için 5 MHz'in en az 10-15 katı olan bir değerde olması doğaldır.

TV verici aygıtları girişine gelen resim ve ses imleri, taşıyıcılara bindirilerek ve gücü artırılarak anten aracılığı ile elektromanyetik dalgalar şeklinde havada yayılır. Resim bilgisi taşıyıcı dalgaya genlik bindirme (*amplitude modulation*) yöntemi kullanılarak bindirilir. Fakat çift yan bant olarak kullanılması, Şekil 2'de görüldüğü gibi, bant genişliğinin sınırlı olması açısından kullanışsızdır. Bunun için artık yan bant (*vestigial side band*) yöntemi uygulanır (Şekil 3).

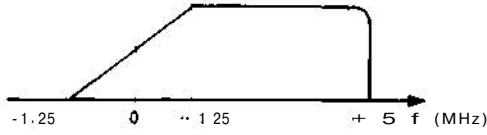
0-1,25 MHz'e kadar olan resim bilgisi Şekil 4'de görüldüğü gibi 1,25 MHz'den 5 MHz'e kadar olan bilgilerden iki kat genlikte iletilmekte ve elde edilmektedir. İletilmesi açısından bu doğrudur fakat resim bilgisini taşıyıcıdan çözerken özel bir çözücü (*demodulator*) kullanılmalıdır. Bu çözücülere Nyquist çözücüsü denir, bugün kullanılan tüm alıcıların çözücüleri Şekil 5'te görülen Nyquist çözücüsüdür.



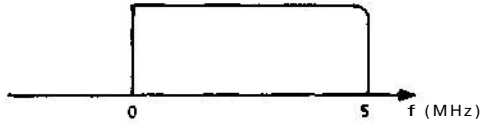
Şekil 5. Nyquist çözümlenmesi.



(a)



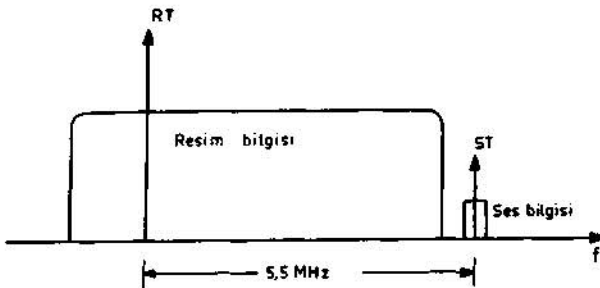
(b)



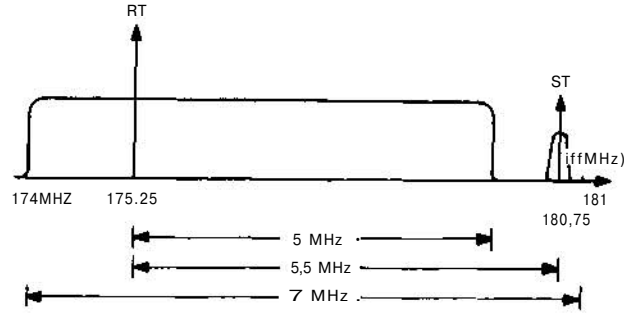
(c)

Şekil 6. Resim taşıyıcıdan (RT) resim bilgisinin çözülmesi.

- Taşıyıcıya bindirilmiş resim bilgisi.
- Nyquist çözücüsü.
- Çözülmüş resim bilgisi.



Şekil 7. Resim- ve ses taşıyıcılarının iletilen band içindeki yerleri.



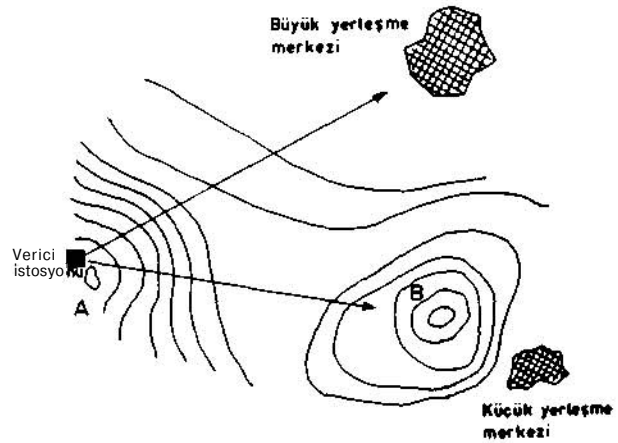
Şekil 8. 5.Kanalda taşıyıcı sıklıkları ve kanal başlama ve bitim noktaları.

Ses bilgisi, taşıyıcıya sıklık bindirme (*frequency modulation*) yöntemi kullanılarak bindirilir. Ses bilgisi için bant genişliği sorunu yoktur. Taşıyıcı sıklık sapması 50 KHz yada 75 KHz'dir. Şekil 7'de gösterildiği gibi resim taşıyıcısı ve ses taşıyıcısı arasında 5,5 MHz'lik bir bant genişliği vardır.

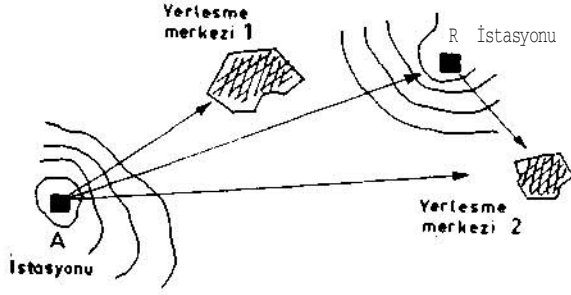
5.kanaldan yayın yapan bir vericide taşıyıcıların yerleri ve 174-181 MHz arasında yerleşme Şekil 8'de gösterilmiştir.

## 2. TV AKTARICILARI ve KULLANILMA NEDENLERİ

TV vericileri ile yayını tüm yerleşme merkezlerine ulaştırabilir miyiz? Bu sorunun yanıtı teknolojik açıdan olumludur. Fakat bu şekilde bir çözüm tutumlu olmaz. Özellikle Türkiye gibi dağlık bir ülke için çok büyük ve gereksiz harcama yaratır. Ortaya çıkan sorun yayının en küçük yerleşme merkezlerine kadar iletilmesidir. Bu arada unutulmaması gereken en önemli noktalardan biri de, verici istasyonu ile alıcının birbirlerini görmeleri gerektiğidir.



Şekil 9. Doğa koşulları nedeni ile aynı uzaklıktaki iki yerleşme merkezinden birinin yayını izleyememe durumu.



Şekil 10. Uzaklık nedeni ile yayını izleyemeyen yerleşme bölgesine yayın iletilmesi.

Şekil 9'da görüldüğü gibi A tepesinden bölgeye yayın yapan bir TV vericisi vardır. Büyük yerleşme merkezi, doğrudan görüş alanı içinde olduğundan, yayını izleyebilmektedir. Buna karşı, istasyona büyük yerleşme merkezi ile yaklaşık aynı uzaklıkta olan küçük yerleşme merkezi yayından yararlanamamaktadır. B tepesi bu yayını izlemeye engeldir. B tepesine verici kurmak pahalı olacağından buna başka bir çözüm yolu gerekir. Yayını iletme açısından ikinci bir aksaklık da imin zayıflamasıdır.

Şekil 10'daki örnekte görüldüğü gibi A tepesinden yayın yapılmaktadır. Birinci yerleşme merkezi yayını izlemektedir. İkinci yerleşme merkezi ise doğrudan görüş alanı içinde olduğu halde, aradaki uzaklığın fazla olması nedeni ile, yayını izleyememektedir.

Bu iki örnekteki aksaklığı gidermek için bulunan çözüm ucuzca elde edilebilecek bir ağıta kalıyor. Bu ağıtın ana özellikleri şunlar olmalıdır:

- zayıf olan imin düzeyini yükseltmek,
- ışına yön değiştirmek,
- kanal değiştirmek (teknik zorunluluklar gereği olarak).

Yukarıda anlatılanları bir tanımla özetleyebiliriz:

TV vericisinin yayın alanı içinde olup, doğal engeller yada aradaki uzaklığın çok olması gibi nedenlerle yayını izleyemeyen yerleşme merkezlerine, yayını güçlendirerek, kanalını değiştirerek ve yönlendirerek aktaran ağıtlara TV aktarıcıları denir.

Yukarıdaki iki örnekte B tepelerinin uygun yerlerine yerleştirilecek iki TV aktarıcısı ile yayını izleyemeyen yerleşme merkezlerine yayın ulaştırılmış olur.

### 3. TÜRKİYE'DE KULLANILMAKTA OLAN TV AKTARICILARI

Bugün 28 yerleşme merkezi aktarıcı yayınları ile beslenmektedir. Ülkemizde kullanılan aktarıcılar, Thomson-Houston firmasının bir yan kuruluşu olan LGT firmasının Fransa'da yapılmış olup, 1973-76 yılları arasında TRT teknik elemanlarının çeşitli yerlere kurulmuşlardır. 1975 yılında Hirschmann

(Avusturya) firması ile yapılan sözleşme ile 20 çift TV aktarıcısı satın alınmıştır. Bunlardan 5 çifti kurulmuş, diğerleri henüz yurda getirilmemiştir.

Bir aktarıcı genel olarak üç ana bölümden oluşur:

- 1) Alıcı katlar: Antenden elde edilen im istenmeyen imlerden süzülür, yükseltir ve ara sıklık bandına indirilir.
- 2) Ara sıklık katları: 30-40 MHz aralığında otomatik kazanç denetimi, küme gecikme zamanı düzeltme ve istenmeyen imlerin bastırılması işlemleri yapılır.
- 3) Verici katlar: Ara sıklıktan kanal sıklığına dönüştürülen im yükseltir ve verici antene uygulanır.

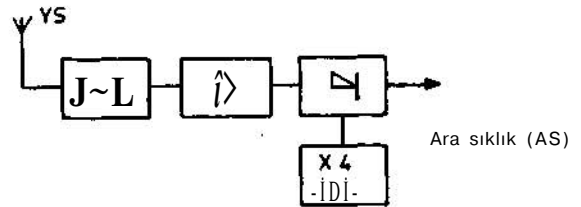
Ayrıca, verici ve alıcı antenler ya yağı pano yada köşe yansıtıcılı tiplerdir. Yağı antenler kanal anteni, diğerleri 3.bant antenleridir.

Aktarıcı, alıcı ve ara sıklık katları akü ile beslendiğinden, giriş imi olduğunda diğer besleme yolları açılarak çalışmaya başlar. Yayın kesilmesi durumunda yaklaşık 5 dakika sonra aygıt çalışmasını durdurur.

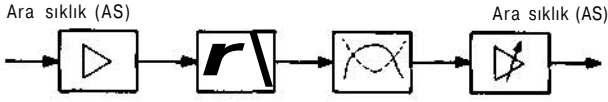
Çift aktarıcı çalışma durumunda otomatik değiştirme katı (ODK) adı verilen bir kat iki aktarıcıdan birini ana aktarıcı olarak seçer; bir arıza olduğunda yedeği ana aktarıcı yapar, arızalıyı susturur ve arıza uyarısı yapar. Aktarıcıların 10 W, 50 W ve 100 W lık modelleri kullanılmaktadır. 100 W lık aktarıcılarda 100 W güç sağlayan lambalı yükselteç devresi dışında tüm katlar tranzistorludur.

Aktarıcılar CCIRB özelliklerine göre tasarlanmışlardır. Bu özelliklerin önemlileri şunlardır:

- Resim/ses güç oranı : 5/1 (genellikle 10/1 kullanılmaya geçilmiştir)
- Resim bindirme : Genlik bindirme A5C eksi
- Ses bindirme : Sıklık bindirme F3
- Kanal genişliği : 7 MHz
- Resim taşıyıcısına göre ses taşıyıcısı : 5,5 MHz üsttedir



Şekil 11. TV aktarıcısı alıcı katları.



Şekil 12. TV aktarıcısı ara sıklık (AS) katları.

Resim üst yan bant genişliği	: 5 MHz
Resim artık bant genişliği	: 0,75 MHz
Bir resimdeki satır sayısı	: 625
Resim alan tarama sıklığı	: 50 Hz
Satır tarama sıklığı	: 15 625 Hz
Resim bilgisi bant genişliği	: 5 MHz

Teknik özellikleri böylece belirttikten sonra aktarıcının üç ana bölümünü daha ayrıntılı inceleyelim:

- a) Alıcı katlar, şekil 11'de görüldüğü gibi, girişte istenilen kanal imini geçiren bir bant geçiren süzgeç, gürültü katsayısı küçük bir yükselteç ve bir dengeli karıştırıcı olmak üzere üç bölümden oluşur.

Ayrıca karıştırıcı için gerekli olan yerel sık-

lık imi kristalli bir salıngaçtan elde edilen im sıklığının 4 ile çarpılması ile elde edilir.

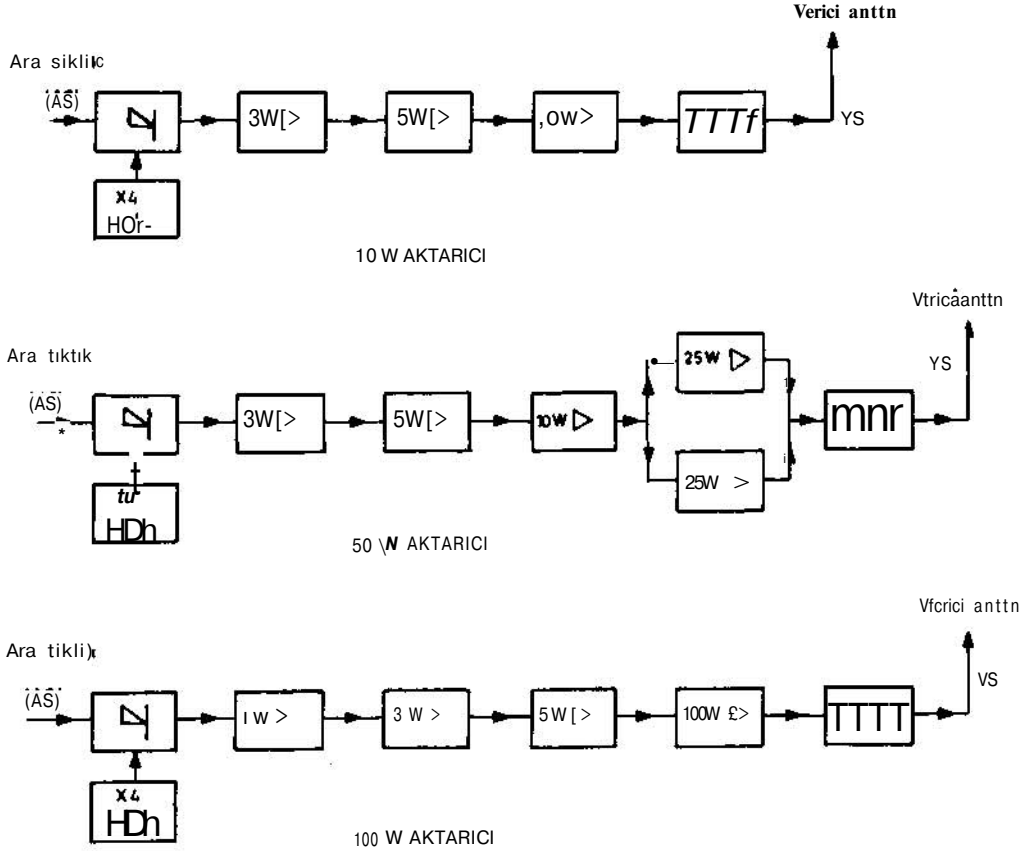
- b) Ara sıklık katları, değişmez kazançlı bir yükselteç, komşu kanallara ait resim ve ses taşıyıcılarını 20 dB ve 17 dB bastıran bir ara sıklık süzgeci, küme gecikme zamanı düzeltme devreleri ve otomatik kazanç denetimini 36 dB içinde gerçekleştiren bir yükselteçten oluşur (Şekil 12). Yükselteç denetimi, yardımcı bir devre ile ya aktarıcı çıkışından yada ara sıklık çıkışından elde edilen bilgi ile yapılır.
- c) Verici katlar, bir dengeli karıştırıcı, bunu izleyen güç yükselteçlerinden ve kapan süzgecinden oluşur. Çıkış gücü için saptanan değere göre yükselteçlerin sayıları belirlenir. LGT markalı aktarıcıların verici katları Şekil 13'de, Hirschmann markalı aktarıcıların verici katları Şekil 14'de görülmektedir.

Kapan süzgeci, etken devrelerin doğrusal olmayan niteliklerinden dolayı oluşan taşıyıcılar arası bindirme ürünlerini bastırmak için konmuştur.

Bastırma sıklıkları RT -5,5 MHz, RT -11 MHz, ST +5,5 MHz, ST +11 MHz dir. Zayıflama 20 dB ile 40 dB arasında değiştirilebilir. Ayrıca giriş kanalı çıkış kanalından 5 kanal yüksek olan aktarıcılarda çıkışta EGS koyulması, verici katların salıngaç çıkışında istenmeyen imleri bastırmak açısından uygun görülmüştür. Tüm yükselteçler geniş bantlı yükselteçlerdir. Aktarıcılarda tüm devrelerin giriş ve çıkış empedansları 50 ohm'dur.

Şekil 13.

LET markalı TV aktarıcılarının verici katları.



#### 4. TÜRKİYE'de KULLANILMAKTA OLAN DÜŞÜK GÜÇLÜ TV VERİCİLERİ

Bu bölümde çıkış gücü 100 W'a kadar olan TV vericileri konusunda bilgi verilmiştir.

Ülkemizde 100 W çıkış gücüne sahip LGT markalı TV vericilerinden 7 tane bulunmaktadır. Ayrıca 1 tane 10 W'lık TV vericisi Zonguldak'ta çalışmaktadır. Yapı olarak yarı yarıya TV aktarıcısı ile aynıdır. TV aktarıcısındaki çıkış dengeli karıştırıcıdan itibaren tüm devreler ve katlar aynıdır. Vericinin bindirme katı resim ve ses bilgilerini ayrı ayrı alır. Çıkışında resim bilgisi 38,9 MHz'de, ses bilgisi 33,4 MHz'de taşıyıcılara bindirilmiş durumdadır.

Bindirici katı iki ayrı bölümde incelenebilir:

- Resim katları,
- Ses katları.

##### 4.1. Resim Katları

Resim bilgisi, verici girişine 0-5 MHz bant genişliği içinde eşzamanlama bilgisi de eklenmiş olarak birleşik resim imi (BRİ) şeklinde 75 ohm karakteristik empedanslı kablo ile gelir. Resim bilgisi taşıyıcıya bindirilene kadar devreler arası giriş-çıkış empedansları 75 ohm'dur. Giriş düzeyi ise 1 Vtt dir.

Resim bilgisi, resim düzeltici ve resim yükseltici devrelerinde işlemlerden geçtikten sonra resim bindiriciye iletilir (Şekil 15).

Resim düzeltici devresi

Bu devrede,

- Doğrusallık (*linearity*)
- Genlik sıklık tepkisi
- Giriş düzeyi ayarı
- Beyaz tepe düzeyi sınırlama (kırpma)
- Karartma düzeyinde kenetleme yapma işlemleri yapılır.

Resim yükseltici

Bu yükselticide,

- Eşzamanlama vuruş genişliğini ayarlama
- Karartma düzeyinde kenetleme yaparak kararlı kılma işlemleri yapılır.

Bu iki devreye yardımcı olan vuruş üretici ve otomatik karartma düzeyi devreleri vardır.

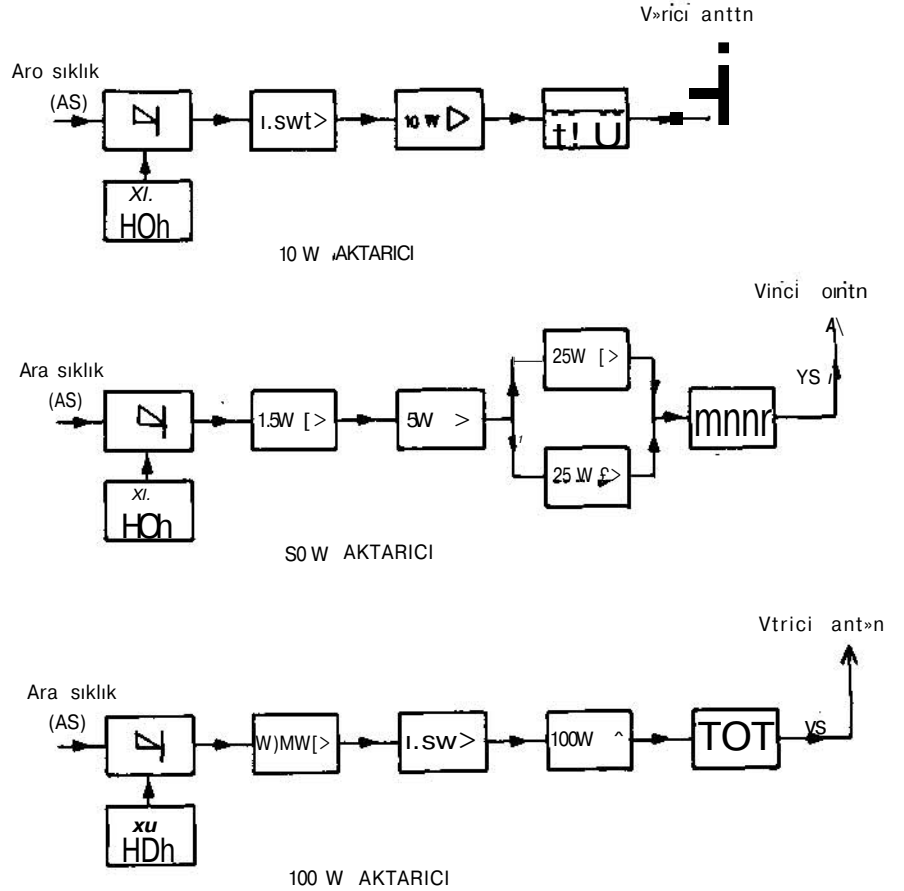
Vuruş üretici devresi

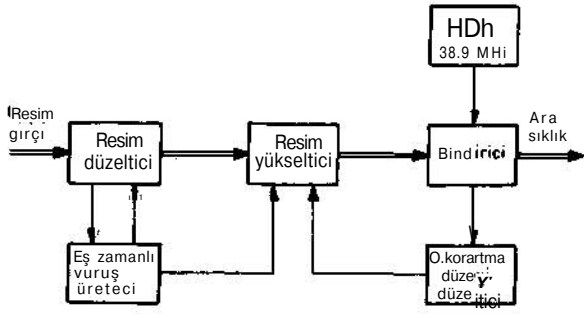
Bu devrede,

- Girişteki eşzamanlama vuruşunun genliğine bakmadan, bundan elde ettiği bilgi ile, genliği değişmeyen eşzamanlama vuruşları üretir; resim yükselticinde resim bilgisine tekrar eklenmesi için yükselteç devresine iletir.
- Karartma düzeyi kararlılığı için kenetleme vuruşları üretir; gerekli işlem için resim yükselticisine iletir.

Şekil 14.

Hirschman markalı aktarıcılarının verici katları.





Şekil 15. TV vericisi resim sıklığı (0-5 MHz) devreleri.

### Otomatik karartma düzeyi düzeltici

#### Bu devre,

- Bindirilmiş ara sıklık iminde karartma düzeyinin kararlı kalmasını sağlar.
- Vericiye giriş olmadığından ara sıklıkta çıkış olmasını engeller. İşlemleri resim yükseltici devresinde gerçekleştirir.

#### Bindirici

Bindirici (*modvdator*) devresi,

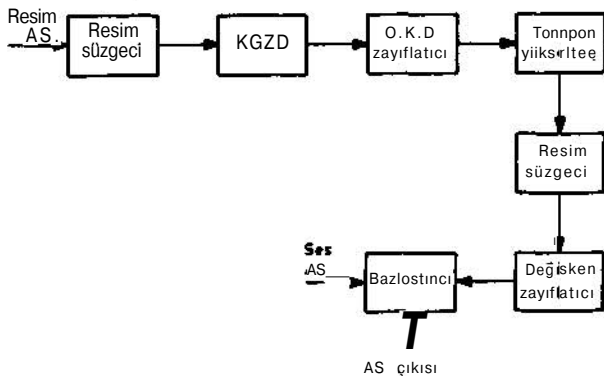
- Yerel salıngaçtan aldığı ime resim bilgisini bindirir.
- Çıkışında 50 ohm için uyum sağlar.

Ara sıklık düzeyindeki taşıyıcıya bindirilmiş resim bilgisi 5 MHz bant genişliği olan seçici süzgeçlerden geçer. Bunlardan dolayı oluşan küme gecikme zamanındaki bozulmayı sayıları 7-8 arasında bulunan küme gecikme zamanı düzeltici devreler düzeltir. Bazı devreler arasında empedans uyumunu sağlayan tampon yükselteçler de kullanılmıştır.

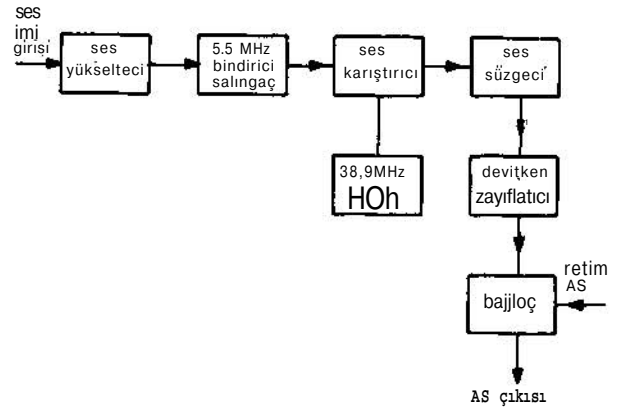
Zayıflatması 2-12 dB arasında değişen çıkıştan denetimli bir devre, resim gücünün girişteki değişikliğe karşın çıkışta değişmeden kalmasını sağlar. Şekil 16'da görüldüğü gibi resim bilgisi ses bilgisi ile birleşmek için bağlaç (*coupler*) verilir.

#### 4.2. Ses Katları

Ses bilgisi girişi 15 KHz bant içinde 0 dBm düze-



Şekil 16. TV vericisi ara sıklık (resim için) katları.



Şekil 17. TV vericisi ses katları.

yinde dengeli 600 ohm giriş empedanslı girişe uygulanır. % 100 bindirme 50 KHz sapmaya karşılıktır.

Ses bilgisi üzerinde yapılan işlemler (Şekil 17):

#### Ses yükseltici

Bu devrede yükseltme işlemi yapılır, istenirse 50 saniyelik ön vurgulama (*pre-emphasis*) devreye sokulup çıkarılabilir.

#### Bindirici salıngaç

5,5 MHz de serbest salınım yapan salıngaça değişken sızgılı (*varicap*) diyot ile ses bilgisi bindirilir. Ayrıca salınımı kararlı tutmak için, ikinci bir değişken sızgılı diyoda değişen bir doğru gerilim (sıklık denetim devrelerinden) uygulanır.

#### Ses karıştırıcı

Bindirici salıngaç çıkışındaki 5,5 MHz ile yerel salıngaçtan elde edilen 38,9 MHz karıştırılır ve 33,4 MHz bir taşıyıcı elde edilir. 33,4 MHz ses bilgisi ara sıklık taşıyıcısıdır.

#### Ses süzgeci

33,4 MHz bir bant geçiren süzgeçten geçirilerek istenmeyen imlerden arındırılır ve resim-ses bağlacına uygulanır.

Devreler arasında gerekli yerlerde tampon yükselteçler, empedans uyumu ve istenilen kazancı elde etmek için koyulmuştur.

Ses devrelerinin sıklık denetimi 5,5 MHz bindirici salıngaç üzerinde yapılır.

Bindirici salıngaçtan alınan 5,5 MHz 7040'a bölünerek 781,25 Hz elde edilir. Diğer yandan kristal denetimli 15625 Hz'lik bir salıngaçtan alınan bir kare dalga 20 ye bölünerek 781,25 Hz elde edilir. Bu iki sıklık karşılaştırılarak aradaki farktan elde edilen doğru gerilim bindirici salıngaçtaki değişken sızgılı diyoda uygulanarak sıklığın 5,5 MHz kalması sağlanır.

Ara sıklık düzeyindeki (resim+ses) karıştırıcıda kanal taşıyıcı sıklıklarına dönüştürülür, yükseltilir ve antene verilir (Bu kısım aktarıcılarla aynı yapıda olduğundan tekrar edilmemiştir).