

KABLOLU TV SİSTEMLERİ

Nihat YILMAZBİLEK

Elk. Müh.

Kablo TV (CATV) sisteminin işlevi video ve audio sinyallerinin birkaç kaynaktan alınarak abonelerin televizyon ve radyo alıcılarına dağıtılmasıdır. Yazıda kablo TV sisteminin uydu anten, modülatörler, dağıtım vs. gibi komponentlerinden bahsedilecektir.

Tipik bir CATV sistemi başlıca 4 bölümde incelenebilir.

1-Merkez (headend)

2- Ana Şebeke

3-Tali Şebeke

4- Ev içi dağıtım şebekesi

1- Merkez: Uygun antenler kullanılarak alınan Uydu TV yayınları merkezde birtakım işlemlerden geçirilerek abonelere dağıtılır. Bunun için merkezde başlıca şu işlemler yapılır. Boyutları doğru seçilmiş bir parabolik anten uydudan aldığı sinyalleri anten besleme ünitesine odaklayıp oradan da düşük gürültülü yükselteç (LNA) gönderir. LNA, RF seviyesinde gelen sinyali (4-12GHz) yükselterek, frekansını düşürmek üzere altçeviriciye

gönderir. Altçevirici 4-12 GHz'lik bu sinyali IF seviyesine indirerek uydu alıcıya gönderir. Artık sinyalin frekansı çok pahalı olmayan bir koaksiyel kabloda iletebilecek kadar düşmüştür (> 600 MHz). Uydu alıcı bu sinyali televizyonun resim tüpü ve hoparlörü için video ve audio sinyallerine demodüle eder.

TV sinyallerinin sadece etek bir TV alıcısına değil birçok TV alıcısına gönderilmesi gerektiğinden uydu alıcı TV sinyallerini bir TV modülatöre gönderir. TV modülatörü video ve audio sinyallerini birleştirerek standart bir TV alıcısının alabileceği şekilde bir TV kanalına yerleştirir.

Bu konuda sık sorulan sorulardan biri şudur:

Neden standart bir TV alıcısı direk olarak antenden uydu yayını alamaz? En basit şekliyle yanıt uydu TV yayınının FM formatında modüle edildiği fakat standart TV alıcılarının AM formatında gönderilen sinyalleri almak üzere tasarlanmış olduğudur. Bu iki format birbiriyle uyumlu olmadıklarından uydu alıcı FM TV sinyallerini

Channet	Sotem»	tocaHon	Transp- -oadeLDO*	ftotar- -rotation	Frequency	Hours	Audo -frequency	Video	Scrambling -svstom
AFRISGsrmany	hteboTVAF12	60.cn	3	V	11.495GHZ	24	(d0ltaO	8-MAC	IKAC
ArısChomal	Eutsbat-1 FI	MUTI	6	H	UA50GHZ	3	6.65MHZ	PAL	Clsar
BBC1/2(M»	HtehatVAFII	27.5W	4W	H	11.176GHZ	8	6.65MHZ	PAI	SAVE
BR3 (BayarIaches Ferreehen)	mtehatVAF12	tem	4W	H	11.174GHZ	10	6.65MHZ	PAI	Oeor
Can a IO(FIm Succais)	IntebatVAFII	272VI	1E	V	10.995GHZ	2-3	6.65MHZ	PAL	SAVE
CiUdrerVsChannel	MebatVAFII	TtsnN	2W	H	UH15GHZ	10	6.60MHZ	PAL	asar
CNN	hteboTVAFII	27^W	2E	V	11.135GHZ	24	6.65MHZ	PAI	Osar
3Sat	Eutebat-IFI	3lfi	3	H	U.1756GHZ	-6-7	6.65MHZ	PAI	Osar
3Sot	IntokATVAF12	MM	1W	H	10.9746GHZ	6-7	6.65MHZ	PAL	Cteor
BniPlus	IntebatVAFIt	60.0t	sw	H	11550GHZ	4	6.45MHZ	PAL	asa
Eureka	HtehatVAF12	tc.cn	6W^VI	H	11A00GHZ	12-18	6.65MHZ	PAI	Osa
FiTiNet	EuteboMFI	3M	9	V	11.140GHZ	24	6.63MHE	PAL	Saipak
hfoFmS: Video (Norge)	WetaarVF2	IXDW	2W	H	11016GHZ	2-3	6^0MHZ	SECAM	Osa
me-i(iran)	HtoliatVF7	60E	2E	V	11.135SHZ	10	6.80Mtl	SECAM	Osa
Hndomot	hteboTVAFII	27^W	3W	H	11.1356GHZ	24	6.600MW	PAI	asar
LoCInq	Teteoom-IC	Sjia.15jO^W <: & E	R3+ .js?	V	12^06GHZ^E	24	5.80MHI	SECAM	Osor
Ufsstyle	IntebatVAFU	275^W	3W	H	U.139GHZ	24	6.60MHZ	PAL	Osa
W	Tslecam-IC	snvi	RI	H	12522GHZ	10	5.80Mffe	SECAM	Osa
MTV	hteboTVAFII	27^W	1W	H	10.975GHZ	24	6.65MHZ	PAL	Ctear
NnK(NonkValofri0<a9tting)	Butehat-IM	10E	9	V	U.1a0GHZ<3&	10	6.60MHI	SECAM	Osa
NFK	hteboTVF2	L.CN	1W	H	10.968GHZ	8-9	(dgltoD	C-MAC	Osa
Pacs	EuteliatIF2	7jre	6	H	1U76GHZ4	2	6.60MHI	PAL	Osa
Premiers	nteboTVAFII	27.5^W	2W	H	U015GHZ	12	6.60MHZ	PAL	SAVE
RAIUno	Eutebat-1 FI	13.0t	1	H	HJ00B GHZ	18	6.60MHZ	PAL	Osa
RTL-flu»	Eutelsat-1 FI	13J«	8	V	11J091GHZ	8	6.65MHI	PAI	Osa
Sari	EuteSat-IFI	13^E	10	V	11SJ7GH2	10	6.65MHZ	SECAM	Osa
SorfaKehformationService»	hteboTVAFII	27.5^W	5/6W	H	11591GHZ	3-4	(dgltao	MAC	S-AB-MAC
Scresraport	hteboTVAFII	27^W	3W	H	11.135GHZ	9	6.60MHZ	PAL	Osa
SkyChomeI	Eutsbat-1 FI	13.0T	6^	H	11.450GHZ	19	6.65MHZ	PAL	Osa
SuperChannel	EuteUat-IFI	13.0t	12	V	11.674GHZ	20	6.65MHI	PAI	Osa
SVT-1	hteboTVF2	1.0W	3W	H	11.132GHZ	6-7	(dgltoO	C-MAC	C-MAC
SVT-2	hteboTVF2	1.0W	4W	H	11.177GHZ	6-7	(algltaO	C-MAC	C-MAC
Telsclub	Eutelsat-IFI	13.0t	7	V	10.987GHZ	6	6.50MHZ	PAL	Osa
Tele-5	MehatVAF12	60.CPE	3W	H	11.1386GHZ	24	6.65MHZ	PAL	Osa
TV3(Scantat)	HteboTVAFII	27.5^W	5/6W	H	11.591GHZ	1-6	(dotoO	MAC	B-MAC
TV5	Euteliat-1 FI	13^	4	H	1U72GHZ	7	6.65MHZ	PAI	Oea
TVE-1	Eutebat-1F4	10^	12	V	11.6S4GHZ	14	6.60MHZ	PAI	asa
WMI3	hteboTVAF12	60.0E	2W	H	11J010GHZ	10	6.65MHZ	PAI	Osa
wvuiane»	EutehoMfi	13^E	4	H	1H1M GHZ	4	6.65MHZ	PAL	Osa
Work'net	Euttsat-IF2	7.M	S	H	11591GHZ	4	6.60MHZ	SECAM	Osa

Şekil 1

almak için, TV modülatörü de bu sinyali standart bir TV alıcısının alabileceği AM formatına çevirmek için kullanılır.

Daha sonra herbir TV yayını ayrı bir TV modülatöründe boş bir kanala yerleştirilir. Bu işlemde sonra dağıtıma geçmek için bir tek eksik kalmıştır: Uydudan ve yerel yayınlardan elde edilen herbir yayının TV alıcılarına tek bir koaksiyel kablo ile gitmesi. Bunun için TV modülatörlerinin çıkışları bir birleştirici (= combiner) ile tek bir kabloya verilir. Artık combiner çıkışında TV alıcımızla izleyebileceğiniz sinyal bulunmaktadır.

Çok Kanallı TV

Birçok kişi doğal olarak böyle bir yatırım yaptığında tek bir TV kanalıyla yetinmez. Fakat eklenen herbir kanal Headend'de kullanılan cihazların bazılarının birden fazla kullanımını gerektirir.

Uydu yayınlarının birçoğu uydudan dikey ve yatay olmak üzere 2 türlü polarize edilerek gönderilir. Headend'de kullanılacak cihazların sayısı, alınacak yayınların kaç ayrı uydudan ve hangi tür polarize edilerek yansıtıldıklarına bağlıdır. Örneğin tek bir uydudan yansıtılan ve hepsi de aynı tür polarize edilmiş yayınlar seçilecekse gerekli cihazlar bir bölücüyle herbir kanal için bir uydu alıcı ve bir TV Modülatörüdür. Avrupa ve Amerika'da kablo TV dergileri dünyanın herbir bölgesinde hangi uydudan hangi TV yayınlarının gönderildiklerini ve bunların yayın dili, TV sistemi, yayın saati, yayın türü gibi özelliklerini yayınlamaktadırlar. Avrupa'da alınabilen yayınların bir listesi Şekil 1'de verilmiştir. Bunlar içinde Türkiye'de alınabilenler ise Şekil 2'de verilmiştir. Türkiye'de alınañ yayınlar seçilirken maximi; 4.5 metrelik antenlerin kullanılacağı varsayılmıştır. Eğer maliyet artışı gözardı edilirse, örneğin 7 mt.lik antenlerle Şekil 2'deki listeyi genişletmek mümkündür.

Eğer istenen yayınları iki türlü polarize edilmiş olarak ve/veya ayrı uydulardan alınırsa bu durumda seçilen yayınlara göre daha çok LNB (LNA + altçevirici), kablo, bölücü ve antene gerek vardır, örnek olarak 5 TV yayını alacak bir sistem düşünelim: 5 yayın da aynı uydudañ alınsın fakat 3 tanesi dikey polarize, 2 tanesi yatay

polarize edilmiş olsun. Bu durumda 5 yayın da aynı uydudan alınacağından tek bir antene ihtiyaç vardır. Bununla birlikte her iki polarizasyonun aynı anda alınması gerektiğinden 2 adet LNB ve bir adet dual polarize besleme birimi gerekir. Aynı şekilde 2 adet alt çevirici ve 2 adet bölücü gerekir. Son olarak herbiri ayrı bir yayın için kullanılmak üzere 5 adet uydu alıcı ve 5 adet TV modülatörü gerekir. Şekil 31'e ise 10 adet TV yayını alacak bir merkezin blok diyagramı verilmiştir.

2. Ana Dağıtım

Headend'de birleştirilmiş TV sinyalleri trunk (ana hat) üzerinden uzak mesafelere taşınır. Bunun için düşük kayıplı koaksiyel kablolar ve otomatik kazanç kontrollü geniş bantlı yükselticiler kullanılır. Şekil 4'te tipik bir CATV sistemi verilmiştir.

Şebekedeki kayıplar ve kazancın daima eşit olmasına dikkat edilmelidir. Bir yükselticiden diğerine kadar olan uzunluk lekrarlayıcı aralığı" diye bilinir. İki yükseltici arasında daha küçük kapasiteli kablolarla saplama yapılmamalıdır. Bu, yansımalarla sebep olur. Yükselticiler arasındaki RF kablo yükselticilerin kompanse etmesi gereken önemli bir karakteristiğe sahiptir. Kablodaki kayıp frekansa bağlıdır. Bu kaybı kompanse etmek için her trunk yükselticinin girişine zit frekans tepkeli bir eşitleyici devresi konur. Böylece yükselticinin aktif katlarına seviyesi bütün frekanslarda eşit olan sinyal gider. Pratikte, eşitleyicilerin sabit değerli olmaları tercih edilir. Değişken değerli eşitleyicilerin tersine bu sabit eşitleyiciler oldukça doğrusal eşitleme etkisine sahiptirler ve böylece daha çok yükseltici arka arkaya bağlanabilir. Kablo kaybı yükselticinin kazancından daha azsa eşitleyiciye dokunulmaksızın birzayrflatıcı yerleştirilmelidir. Ayrıca kablodaki kayıp sıcaklığa da bağlıdır. Kayıp her derece (*C) sıcaklıkla % 0.2 kadar değişir. Yüksek frekanslarda kayıptaki değişiklik düşük frekanslardakindeh daha fazladır. Böylece kazançtaki değişiklik yüksek frekansta düşük frekanstakinden daha büyük olmalıdır.

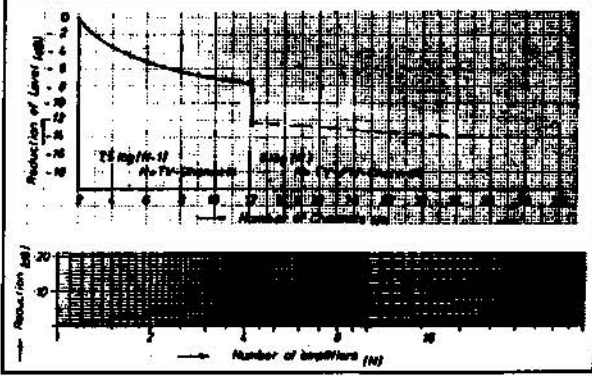
47-450 MHz bandı "gidiş yolu" diye bilinir. Çünkü iletilen kanalların headend'den aboneye gidiş yolu bu bandedir.

UYDU	ADI	TV SİSTEMİ	YAYIN DİLİ	YAYIN SÜRESİ	İÇERİĞİ
İNTELSATVA-F12	3-SAT	PAL	ALMANCA	6 saat	Sanayi haberleri, spor müzik dizi filmler
	EINS-PLUS	PAL	ALMANCA	5-6 saat	Eğlence
	EUREKA	PAL	ALMANCA	6 saat	Müzik, aktüalite
	TELE-5	PAL	ALMANCA	24 saat	Müzik, kısa haberler
	WOR-3	PAL	ALMANCA	7-8 saat	Eğlence, Almanya'nın tanıtımı
	BR-3MNCH	PAL	ALMANCA	8-9 saat	Haber, spor, müzik aktüalite
İNTELSATVA-F11	CNN	PAL	İNGİLİZCE	24 saat	Spor, moda, borsa, magazin
İNTELSAT V-F2	AFRTS	N7SC	İNGİLİZCE	24 saat	Film, opera, bale, tiyatro, müzik
EUTELSAT L-F1	RTL-PLUS	PAL	ALMANCA	9 saat	Müzik, aktüalite, haber, film
EUTELSATI-F2	WORLDNET	PALF	İNGİLİZCE	4 saat	Spor, magazin, aktüalite

Şekil 2: Türkiye'de İzlenebilen Uydu TV Yayınları

uydu programları oldukça yüksek bir kapasite gerektirmektedir.

Bunun için ardışık kanalları aralarında boşluk bırakmadan kullanmak gerekir. Bu ise evlerdeki hemen hemen bütün televizyon alıcılarının ardışık kanalları birbirine karıştırmadan alabilmelerini gerektirmektedir. Böylece cross-modülasyon nedeniyle olan resim girişimleri de olmayacaktır. Fakat yukardaki formül 12 kanaldan fazla kanal iletiminde doğru sonuç vermemektedir. Örneğin Alman Posta İdaresi'nin haberleşme Mühendisliği Merkez birimi (FTZ) Bu konuda pratik bir sonuç elde etmiştir. Şekil: 5



Şekil 5

Genişbant yükselticilerin ardarda bağlanması durumunda da çıkış seviyesini düşürmek gerekir. Bu, aşağıdaki formüle göre yapılır.

Pazaltılmış- 10log. N

N: Ardarda bağlanmış yükselteç sayısı.

Bununla beraber genişbant yükselticiler ardarda bağlandıklarında kendi yarattıkları gürültü de toplam gürültüye katılır.

"Toplam Gürültü - 10 Log N + Tek bir yükselteğin gürültüsü" formülü kullanılır.

"Makas diyagramı" metoduyla maximum kaç tane birbirinin aynı genişbant yükseltecin ardarda bağlanabileceği bulunabilir. Seçilen trunk yükselteçlerinin kazancı düştükçe daha fazla yükselteç ardarda bağlanabilir.

Trunk yükselteçleri açık arazi veya caddelere yerleştirileceklerinden ya uzaktan beslenmeye ya da kendilerini beslemeye uygun olmalıdırlar. Kendi kendilerini besleme durumunda yükselteç kılıfı (mof) içine monte edilmiş bir güç kaynağı kullanılır.

Trunk yükselteç mufu su geçirmez bir kutuya konarak yeraltına veya üstüne monte edilir. Şek.6'da koaksiyel kabloların ek kılıflarıyla yükselteçler için kullanılan kılıflardan örnekler görülmektedir.

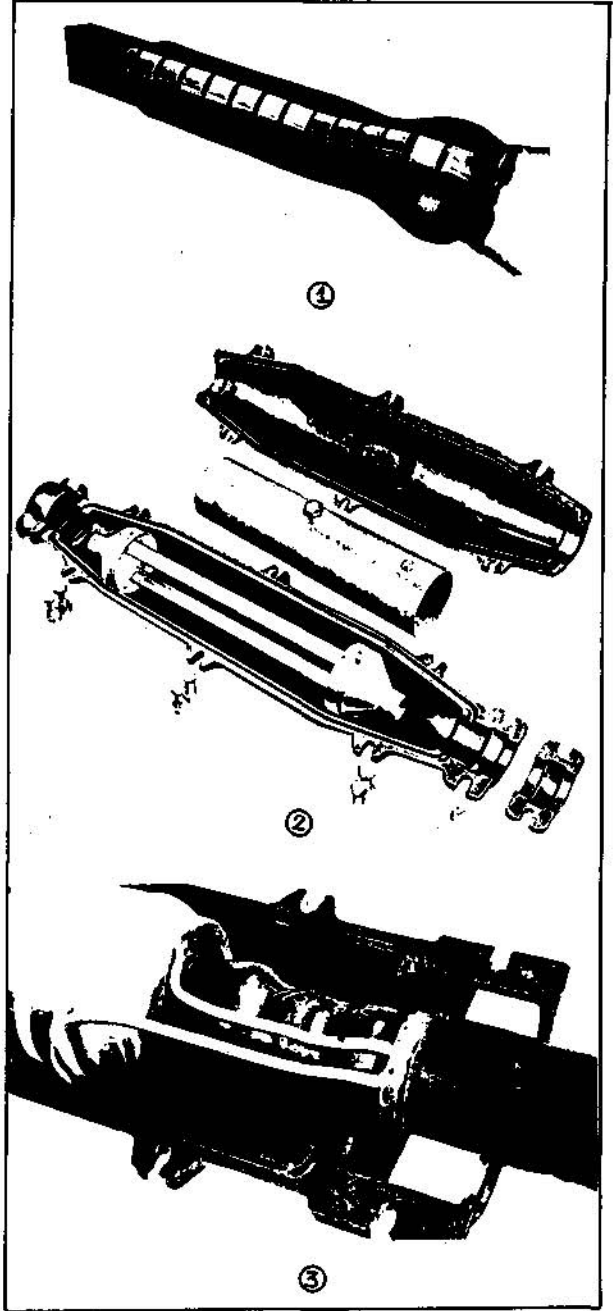
Söz konusu kılıflar başlıca iki tiptir.

- 1) Mekanik tip.
- 2) Isıyla büzüşebilen tip. (Heat shrinkable)

Mekanik tip kılıflarda her türlü sızdırmazlık kılıfın iki parçasının birbirlerine vidalanmalarıyla sağlanır.

Isıyla büzüşebilen tip kılıf ise özel olarak geliştirilmiş plastik-elyaf yapıdaki bir levhanın kılflanacak kablo ekinin üzerine sarılarak bir şalome (bunsen burner) yardımıyla ısıtılmasıyla elde edilir. Kılıfın yeteri kadar ısıtılıp ısıtılmadığı üzerindeki renk değişiminden anlaşılır.

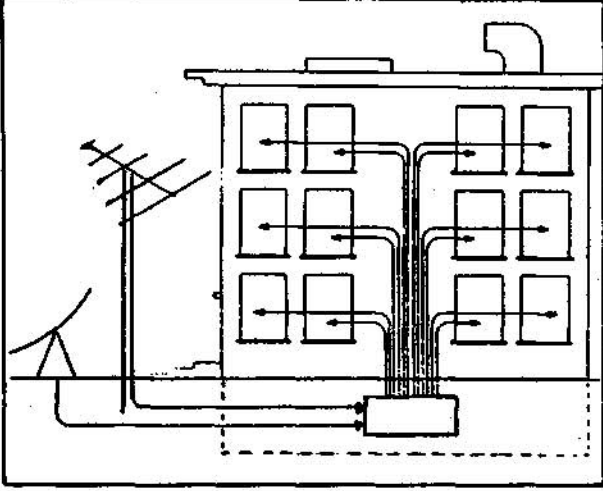
Bir CATV sistemine ait kablo dağıtım projesi tamamen dağıtımın yapılacağı bölgeye göre yapılır. Bir yerleşim birimi için uygun olan dağıtım sistemi bir diğeri için ekonomik veya verimli olmayabilir. Bu yüzden tali dağıtım konusunda yazabileceğimiz varsayımdan öteye gidemeyecektir. Çünkü aynı yerleşim birimi için hepsi de uygulanabilir nitelikte birçok çözüm bulunabilir.



Şekil 6

EV DAĞITIM ŞEBEKESİ

En basit şekliyle ev dağıtım şebekesi biraz kablo ve bir TV prizidir. Bununla beraber eğer birkaç priz beslenmesi gerekiyorsa ev içinde de yükseltici gerekebilir. Bugün için bina içi dağıtımda en uygun metod yıldız bağlantıdır. Şekil 7



Şekil 7

Yıldız bağlantıda binanın girişine kadar gelen harici tip kablo bir bölücüye sonlandırılır. Daire ve kat sayısına uygun olarak kullanılan bölücülerle her daireye ayrı bir dahili kablo çekilir. Bu arada özetlikle çok katlı apartmanlarda yükseltici kullanımı gerekebilir. İyi bir görüntü ve ses elde etmek için Prizdeki sinyal seviyesi 60-80 dBp. V olmalıdır. Kanallararası girişimi önlemek için her kanaldaki sinyal seviyesi mümkün olduğunca eşit tutulmalıdır, gerekirse seviyesi çok yüksek olan kanallar düşük olanların seviyesine düşürülür. Yıldız bağlantının

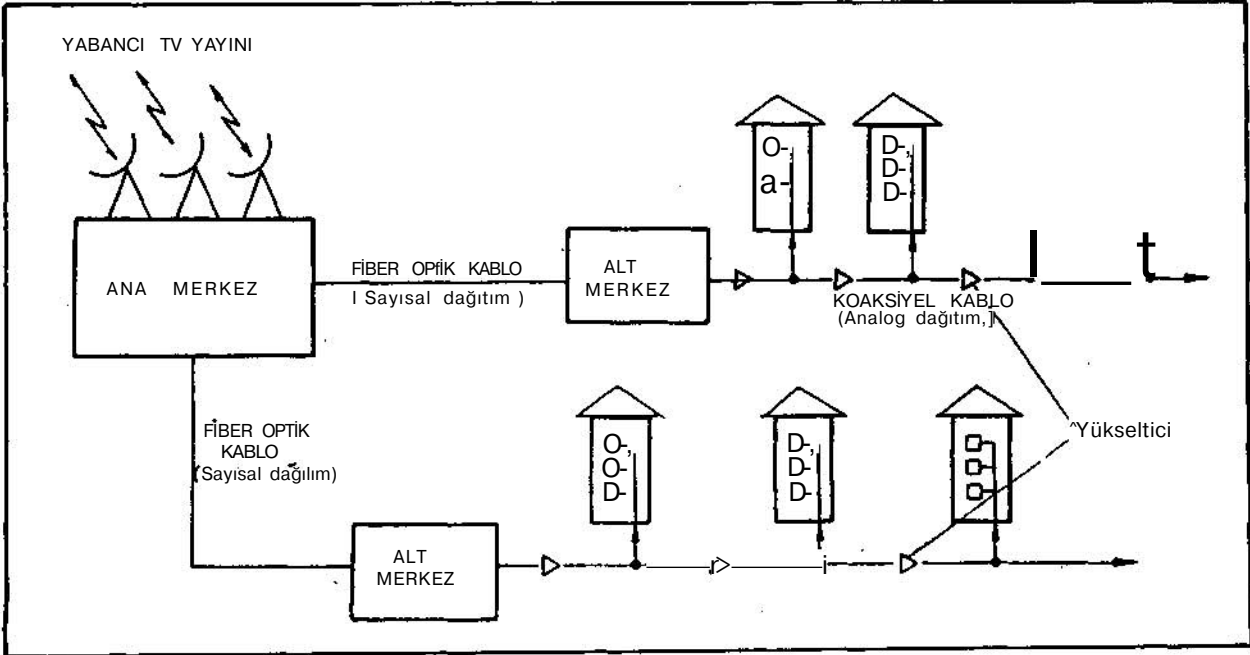
en önemli üstünlüğü her daireye ayrı bir kablo çekildiği için dairelerin olası arızalarda birbirlerinden etkilenmemeleridir. Buna karşılık, daireden daireye geçiş olmadığından kablo kullanımı fazla olmaktadır.

Şimdiye kadar ana hatlarıyla anlatılan kısım tamamen klasik bir CATV hakkındaydı. Yani iletişimin her aşamasında analog sinyallerin, dolayısıyla koaksiyel altyapının kullanıldığı sistem.

Fakat Avrupa ve Amerika'da CATV Sisteminin can damarlarının koaksiyel kablo olması, koaksiyel kablonun veya analog iletişimin CATV için en uygun olduğu anlamına gelmez. Bunun sebebi söz konusu yerlerde CATV tarihinin oldukça eski olması ve o zamanlar Fiber Optik teknolojisinin henüz hayata girmemiş olmasıdır. Bu yüzden ki söz konusu ülkeler CATV için zaten var olan analog şebekelerini kullanmayı tercih etmişlerdir. Bu sebepten halen kullanılmakta olan sistemlerde bir değişiklik yapmak ekonomik görünmemektedir.

Yurdumuzda ise birkaç yıldan bu yana Fiber Optik teknolojiye aşamalı olarak geçilmiş ve özellikle 3 büyük şehrimizde oldukça geniş bir Fiber Optik kablo ağı oluşturulmuştur. Bu durumda, halen kullanılan Fiber Optik kablo şebekesinin yüksek kapasitesinden CATV için de faydalanmak, trunk maliyetini azaltacak ve zayıflamayı da son derece düşürecektir. Bu da kalitenin artması demektir.

Şekil 8'de trunk kablosu olarak Fiber optik kablo kullanılan tipik bir CATV diyagramı ve şekil 9'da bu CATV sistemine uygun bir merkez diyagramı verilmiştir. Şekil 9'da görüldüğü gibi uydu alıcısı çıkışında basebanda indirilen TV sinyali TV codec'e verilerek 140 M bit/S hızındaki sayısal sinyale çevrilmektedir. Her TV Codec çıkışı da bir Fiber optik hat teçhizatına verilerek dalgaboyu X - 1330 nm olan ışık elde edilir. Yurdumuzda



Şekil 8

