

DVB-T Sistemleri

Kurulumcu Kılavuzu

- Radyo Frekansı Ölçümü
- Yayılım Etkisi
- Empedans & Eşleme
- SFN Ağları ve Ekolar
- Parametreler ve limit değerleri



ANTES ELEKTRONİK San. Tic. Ltd. Şti.
Sarayardı cd. No:48 Kadıköy/İSTANBUL

T: (+90) 216 336 0414

F: (+90) 216 336 1688

antes@antes.com.tr / www.antes.com.tr



ROVER Laboratories S.p.A

Via Parini 2, 25019 Sirmione /ITALY

T: (+39) 030 990 6894

www.roverinstruments.com

Değerli Müşterilerimiz,

Bu doküman, Dijital karasal televizyon sistemlerinin nasıl çalıştığını anlaması zor teknik terimler ile anlatmak yerine size dijital televizyonlarda sinyalleri gönderme yayılma ve alma konularında pratik ve temel bilgiler vermeyi amaçlamaktadır.

Anlatacağımız konu karasal dijital yayıncılıkta zor konumlarda ve durumlarda alınan sinyali nasıl arttırmak olacak. Özellikle karmaşık SFN ağlarında ve Diğer kaynaklardan gelen elektromanyetik gürültü içerisinde.

Vakaların %99'unda sinyal alımı, anten üzerinde çalışılarak geliştirilebilir. Ancak ne yazık ki sihirli alıcılar ve televizyonlar olmadığından bu cihazlarda sinyali geliştirmek için yapabileceğimiz bir şey yoktur.

Bu dokümandaki verilerin değerlerinde bir tutarsızlık olursa şimdiden özür diler bize bildirmenizi rica ederiz.

Bu belgeden keyif almanızı diler, iş hayatında daima rekabet olduğunu ve iyi donanımlı kurulumcuların sürekli kendini geliştirdiklerini hatırlatırız.

Bazı açıklamalar,

*Sinyal analizörü üreticileri 2 farklı "BER" ölçümüne farklı isimler vermektedir. Bu dökümanda kullanılacak olan 1998'de ilk DVB-T ağını kullanan İngilterenin kullandığı "bBER" ve "aBER" olacak.

bBER: (ing. Before bit Error Ratio) Bit hata oranı. ön BER veya CBER olarak da bilinir.

aBER: (ing. After bit Error Ratio) Bit hata oranı. son BER veya VBER olarak da bilinir.

Önerilen Değerler

Bu Tablo ana dağıtım modülasyonlarındaki önerilen değerleri göstermektedir.

SUGGESTED VALUE TO: SUBSCRIBER SOCKET, KUNDEN ANTENNEN DOSE, PRESA UTENTE, PRISE DE L'ABONNE', TOMA FINAL DE USUARIO, АБОНЕНТСКИЙ РАЗЪЕМ

DVB-S QPSK			DVB-S2 8PSK			DVB-T-H & GB COFDM			DVB-T2 & GB COFDM			ATSC (USA) 8VSB		
PARAM.	MIN	TYP.	PARAM.	MIN	TYP.	PARAM.	MIN	TYP.	PARAM.	MIN	TYP.	PARAM.	MIN	TYP.
AVG PWR	40 dBµV	50 dBµV	AVG PWR	40 dBµV	50 dBµV	AVG PWR	40 dBµV	50 dBµV	AVG PWR	40 dBµV	50 dBµV	AVG PWR	-15 dBmV	-5 dBmV
NOISE MARG.	3 dB	6 dB	NOISE MARG.	3 dB	6 dB	NOISE MARG.	6 dB	9 dB	NOISE MARG.	6 dB	9 dB	NOISE MARG.	2 dB	9 dB
αBER post Viterbi	2x10 ⁻⁶	2x10 ⁻⁸	PER 8PSK	<1x10 ⁻⁷	<1x10 ⁻⁸	αBER post Viterbi	2x10 ⁻⁶	2x10 ⁻⁸	PER	1x10 ⁻⁷	1x10 ⁻⁸	bBER pre Trellis	1x10 ⁻³	<1x10 ⁻⁶
MER QPSK 2/3 FEC	9 dB	12 dB	MER 8PSK 2/3 FEC	11 dB	14 dB	MER 64 QAM 2/3 FEC	25 dB	28 dB	MER 256 QAM 2/3 FEC	25 dB	28 dB	bBER post Trellis	3x10 ⁻⁶	<1x10 ⁻⁸
MER QPSK 3/4 FEC	10 dB	13 dB	MER 8PSK 3/4 FEC	12 dB	15 dB	MER 16 QAM 2/3 FEC	20 dB	23 dB	MER 256 QAM 3/4 FEC	26,5 dB	29,5 dB	αBER pre R.S.	3x10 ⁻⁶	<1x10 ⁻⁸
MER QPSK 5/6 FEC	11 dB	14 dB	MER 8PSK 5/6 FEC	13 dB	16 dB	MER QPSK 2/3 FEC	14 dB	17 dB	MER 256 QAM 5/6 FEC	28,5 dB	31,5 dB	MER	16 dB	23 dB

İçindekiler

Radyo Frekans Spektrumu.....	4	Ekolar ve Koruma Aralığı.....	19
Ortalama Kanal Gücü.....	5	Ağ Geçikmelerini Ölçmek.....	20
RF Güç ölçümü.....	6	Ekoları Azaltmak.....	21
DVB-T modülasyonu.....	7	İki TX Alanındaki Sinyallerin Toplamı.....	22
Performans Göstergeleri.....	8	Modülasyon Parametreleri-Limit Değerler.....	23
Eşik seviyesine kilitlenme.....	9	Hatasız Alımlar için Limit Değerler.....	24
Önce ve Sonra Bit hata oranlarıGürültü Sınırı.....	10	Elektromanyetik Alan ve Sinyal Alım Gücü.....	25
Yayıma Etkisi.....	11	BER & MER arasındaki Bağlantı.....	26
Yansıma ölçümü örnekleri (Ekolar).....	12	Radyo Elektriksel Alım Kalitesi.....	27
Yansımaları Önlemek.....	13	ITU Standart Prosedürü.....	28
Anten Mesafe tablosu.....	14	Örnek Olay İncelemeleri.....	29
Yerden gelen yansımalar.....	15	Modülasyon Hata Oranı & Taşıyıcı	30
Ön ve Arka Anten Oranları.....	16	Sinyal Kademelendirme Etkisi.....	31
Dağıtım Sistemlerinde Empedans Uyumlandırma.....	17	Darbe Gürültüleri & Bozulmalarını Ölçme.....	32
Tek Frekans Ağları (SFN).....	18	Dağıtım Sistemindeki Uyumsuzluklar.....	35

Radyo Frekansı Ölçümü

Radyo Frekansı Spektrumu



Analog, her bir kanal için 1 program vardır. Video ses ve chroma yı görebilirsiniz.



Dijital, her bir kanal için birçok Tekbir ses ya da video görülemez.

Bu iki sinyal arasındaki farklılık, devam ediyor izlenimi veren dijital sinyallerin binlerce farklı taşıyıcının birleşimi olduğunu göstermektedir.

Her bir taşıyıcı diğerlerinden farklı ve bağımsız genlik ve faz ile modüle edilir ve içeriğin bir parçasını oluşturur. Kullanıcıların alıcıları bu paketleri alıp tekrar birleştirerek veriyi oluştururlar ve video sinyaline çevirerek kullanıcının istediği programı açar.

ANALOG: Tek bir video taşıyıcısının voltajını ölçerek bir birim olarak ifade edersiniz. En uygun ölçü hemen hemen herkes tarafından kullanılan dB μ V dur. İdeal değer 60 dB μ V dur.

DIJITAL: Bu ölçü her bir kanaldaki taşıyıcıların toplam gücünü hesaplayarak ölçülür (güç voltaj değildir) ölçü birimi miliwatt ya da dBm olabilir. (0 dBm = 1 miliwatt) Eğer daha elverişli olduğundan dolayı dB μ V kullanıyorsanız ideal değer 50dB μ V olması gerekmektedir.

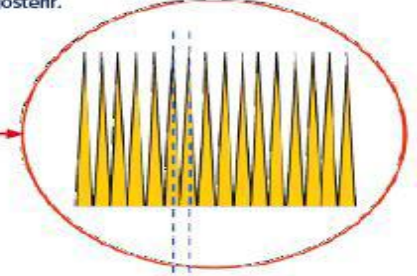
Radio Frequency Measurement

Average Channel Power



Dijital Sinyaller binlerce taşıyıcının birleşiminden meydana gelirler. tam olarak 6817 taşıyıcının güçlerinin toplamı kanalın toplamı kanal gücünü verecektir.

Eğer Spektrumu genişletirsek göreceğimiz görüntü bu olacaktır. herbir pik noktası bir taşıyıcıyı gösterir.



Delta f = Taşıyıcılar arasındaki boşluk 1116 Hz. dir. Yaklaşık 1 KHz. de diyebiliriz.

Taşıyıcıların toplam gücünü bulmanızı sağlayan Fonksiyona "Ortalama Kanal Gücü" denilmektedir. (ing. Average Channel Power)

Profesyonel analizörlerle değişik ölçüm modları seçebilirsiniz. Ancak portatif analizörler her zaman bu ölçü modları sabit ve radyo frekansı ortalama güç ölçümü için aktiftirler.

Neden bu ölçümlerde bütün taşıyıcıların toplamını baz olarak ölçüm yapıyor diye sorabilirsiniz. Bunun nedeni Her bir taşıyıcı bütün kanalın veri olarak ufak bir parçasını taşımaktadır ve kanalın kalitesi bu taşıyıcıların hepsine bağlıdır.

Taşıyıcılardan bazılarını kaybedebilmemiz ya da bir kısmını çok düşük seviyelerde almamızda olasıdır ancak sonuç olarak önemli olan bütün taşıyıcıların güçlerinin toplamıdır.

Piyasada ki ölçü aletleri bu ölçümü farklı şekillerde yapmaktadır. Spektrumu birkaç parçaya ayırarak, sonra da her bir farklı kısmın güçlerini toplayarak da hesaplanabilir. Sonuç Ortalama kanal gücü dür. RMS olarak da adlandırılır (ing. Root Mean Square Value)

Radyo Frekansı Ölçümü

RF GÜÇ ÖLÇÜMÜ

Ana hattaki RF Güç/Seviye Birimleri

RF Dijital Gücü	RF Analog Seviyesi
1mW = 0 dBm	1µV=0 dBµV
0 dBm = 108,7 dBµV	1mV = 60 dBµV
-58,7 dBm = 50 dBµV	1mV = 0 dBmV (USA)

DVB-T deki ortalama güç

Bu elektrikli bir ısıtıcıyı elektrik ile çalıştırmaya benzer. Elektrik hattından gelen her bir akım ısıtıcıdan çıkan enerjinin bir kısmını oluşturur. Toplam ısı elektrik hattından gelen akımların toplamına eşittir. Gelen akım artıp azalabilir ancak ısıtıcının harcadığı güç harcadığı akım miktarına bağlı olacaktır.

Dijital sinyallerin gücü genellikle dBµV olarak ölçülür ancak analog sinyalden farklılıkları vardır;

ANALOG: Video taşıyıcısının tepe noktasındaki gerçek voltaj değeri ölçülür belirli bir miktar gereklidir. (yaklaşık 1 mili volt = 69 dBµV) Kaliteli bir sinyal için pratik olarak düşük seviye = düşük kalite, Yüksek seviye = yüksek kalite denilebilir.

DİJİTAL: Ortalama gücün bir türevi ölçülür. 8000 sinyal taşıyıcısının her birini tek tek ölçmek mümkün değildir. Ölçülen değer; dBµV birimi ile ifade edilir.

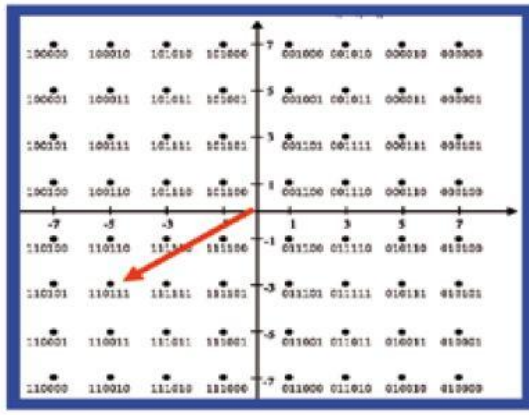
ÖNEMLİ NOT:

Alınan sinyalin gücü DVB-T ortamında önemli değildir. Görüntü için gerekli olan sadece minimum seviye olan 40 dBµV yeterlidir. (50 dBµV önerilen değerdir) . Gücün daha yüksek olmasının kalitede bir önemi yoktur. Aksine daha yüksek olmasından da kaçınmak gerekir.

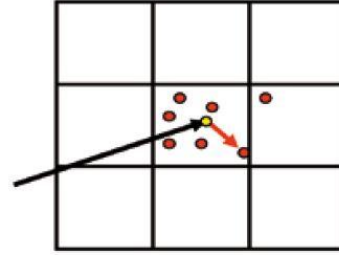
Yukarıda gösterilen değerler ile hızlı bir şekilde dBµV biriminden dBm ve diğer birimlere çevirebilirsiniz. Bu seviyeyi 108.7 civarında tutmanız gereklidir, tabi bu değer 75 Ohm sistemler için geçerlidir. 50 Ohm sistemlerde ise bu değer 107 olmalıdır.

Radyo Frekansı Ölçümü

DVB-T Modülasyonu



Taşıyıcılar, genlik ve faz olarak modüle edilmiştir.
Genlik, vektör uzunluğunu,
Faz, vektör açısını belirler.



Her bir taşıyıcı birbirinden bağımsız olarak modüle edilir ve her bir taşıyıcı toplam gönderilen verinin bir parçasını oluşturmaktadır.

Modülasyon genlik ve faz olarak modüle edilir. Örnek olarak “64 QAM” veya QPSK (en çok kullanılan), 16 QAM ya da 256 QAM modülasyonlar da kullanılabiliriz. DVB-T2 için; QAM 16 ve QAM 64 modülasyonu kullanılır.

Modülasyon tipi her bir taşıyıcı için aynıdır, ama bu taşıyıcılar ikilik sistemde bilginin farklı parçalarını taşırlar. Bu sebeple her bir taşıyıcının genlik ve fazları diğerlerinden farklıdır bu da spektrumda gösterimleri gürültü gibi gözükeceğinden kafa karıştırıcı olabilir.

Aslında ikisi birbirine çok benzer çünkü veri rastgele seçilir ve rastgele bir değer alır.

Dijital sistemlerde gürültü antenden veya oluşan interferanstan kaynaklanmaktadır. Gürültü, taşıyıcının vektörünün kendi karesi içerisinde rastgele hareket etmesine sebep olur. Bu gürültü sinyal genliğini arttırdığı takdirde taşıyıcıyı karesinin dışına iter bu da hata oluşmasıdır ve video görüntüsü aniden ve farketmeden tanınmaz hale gelir.

Dijitalin aksine, analog sinyallerde gürültü ya da interferansın saldırgan bir yapısı vardır. Bu tip durumlarda anında sinyalin üzerinde fark edilebilir ve görünür.

Spektrumu ve sinyal gücünü incelemek dijital sinyallerde sayısız taşıyıcının hatasız geldiğini söyleyebilmemize yetmez. Çünkü gürültü ile bozulmayı ve bunun alınan sinyali ne kadar etkilediğini göremeyiz.

İlerleyen bölümlerde Merkezi sistemlerle çalışırken ve anten ayarlarken en iyi sinyali nasıl alacağınızı ve kaliteyi nasıl arttırabileceğinizi göreceksiniz.

Radyo Frekansı Ölçümü

Performans Göstergeleri



Sadece birkaç nokta karenin dışında,
MER makul değerlerde,
BER ise kötüleşiyor.

Noktalar dağınık halde ama karenin dışına taşma yok.
MER: Yüksek. Vektörler kötü konumlanmış
BER: İyi seviyede

Hata yok.
Mükemmel MER ve BER değeri

MER: Vektörlerin kötü konumlanmış olduğunu gösterir

BER: Bit hatalarını yüzde olarak söyler

Biliyoruz ki gürültü ve interferans nedeniyle sinyaller “kirli” olabilir. Sinyal içindeki bu istenmeyen misafirler zaman zaman rastgele taşıyıcıların vektörlerine binerek alıcılar tarafından bitlerin tanınmalarını zorlaştırıyorlar.

Devamlı değişkenlik gösteren gürültü bozulmasının büyüklüğünü kestirmek mümkün değildir ancak hataların telefi edilmesini umut edebiliriz.

Bu hataların yok edilmesini sağlamak için FEC (ileri hata düzeltmesi, ing. Forward Error Correction) mekanizması iletim kapasitesini azaltmak şartı ile hataların giderilmesine olanak sağlar. Tabi ki bunun da bir limiti vardır.

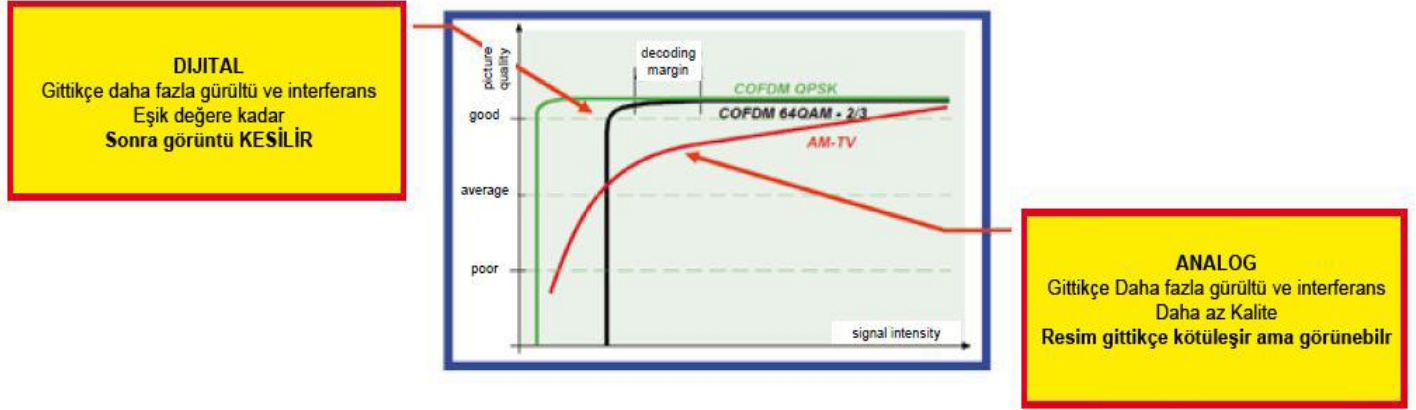
Ölçümü sırasında çeşitli enstrümanlar bu hataları bir sayaç yardımıyla sayar. Bu hatalar 999 a kadar sayılırlar. Bu nedenle bu ölçüm uzun vakit alabilir.

ÖNEMLİ NOT:

Hataların varlığında dahi sinyaller en yüksek kalitede, doğru şekilde çözümlenebileceğini unutmayın. Bu nedenle alınan sinyalin kalitesini belirleyebilmek için bir metot gereklidir. Pratik olarak kalite ve alınan veriyi etkilemeden, gürültü ve interferansı kaç dB arttırabileceğimizi bulmalıyız. Buna **Eşik Noktası** denilmektedir.

Radyo Frekansı Ölçümü

Eşik Değere Kilitlenme



- DVB-T çok güçlü Hata düzeltmesi (FEC) uygular
- Belirli bir noktaya kadar hata olsa da bu hatalar düzeltilebilir.
- Görüntü kesilmesinden önce sınıra ne kadar yakın olduğumuzu görebilmek için MER değeri önemlidir. (Modülasyon Hata oranı)

DVB-T modülasyonunun hem avantajları hem de dezavantajları vardır. Bunları aşağıda beraber inceleyelim;

Avantajları;

1. Gürültü bozulmaları yüksek olsa dahi kalite kesinlikle daima yüksektir.
2. Sinyal gücü artık kritik önem arz etmemektedir. Sinyal gücünü maksimum seviyeye getirmek için endişe etmenize gerek yoktur. Kalite sinyal gücüne bağlı olmadan daima yüksektir.
3. Gerekli olan minimum güç seviyesi analog için gerekli olandan çok daha düşüktür.

Dezavantajları;

1. Analog sistemlerde sinyalin düşük gelmesi durumunda eğer yapacağınız bir şey yok ise sistemi limitlerde kurduysanız. Müşterinizi düşük kalite konusunda uyarıp buna razı etmeniz gerekir.DVB-T de bu mümkün değildir. Eğer gürültü seviyesi yüksek ise görüntü hiç açılmayacaktır. (Eşik Değeri Olgusu)
2. Görüntüde birkaç saniyelik kesilmeler çok rahatsız edici olabilir. Analogda ise kesilme anlık olacaktır ve donmadan devam edecektir.

Radyo Frekansı Ölçümü

Önce & Sonra Hata Düzeltmesi, Gürültü Sınırı



Viterbi devresi genel olarak tüm dijital yayınlarda kullanılır. Hataların çoğunu düzeltilmesini sağlar ve sistemi Reed Solomon hata düzeltme sistemine adapte eder.

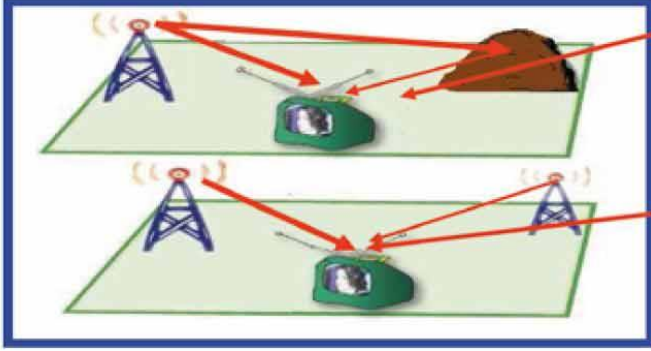
Dekoder girişindeki sinyal oldukça değişkendir ve viterbi bu hataları olabildiğince düzeltir ve daha istikrarlı bir hale getirir.

Yukarıdaki şekilde düzeltilebilecek hata limitlerini görebilirsiniz. Ancak daha önce de söylediğimiz gibi makul ve kararlı bir kalite elde etmek için değerlerin limitlerin daha da üzerinde olması gereklidir.

ÖNEMLİ!!

Kurulumlarda ve anten sistemlerinin geliştirilmesinde, dijital anlamdaki asıl ilerleme **Gürültü Sınırı (Noise Margin)** ifadesinde yatmaktadır. Kablolu ve uydu yayın dağıtımlarında da bu ifadeye dikkat edilmelidir. Çeşitli değişkenlerin minimum değerleri analiz edilirken değerler kablolu (DVB-C) karasal (DVB-T) yada uydu sinyallerinde (QPSK) farklı değerler alırlar. Bu olması gereken minimum değerleri sayfa 2 de yer alan tabloda görebilirsiniz. Bazı ölçüm aletleri bu rakamları baz alarak İYİ – ORTA – KÖTÜ (PASS – MARG – FAIL) olarak kalite ölçümümüzü oldukça basite indirgerler.

Yayılm Etkisi



Yansıyal sinyal daha fazla yol katedeceğinden dolayı geçikmeli gelir.

GECİKMELİ AMA SENKRONİZE

Eğer iki verici de alıcı için "senkronize" ise,

YANSIMA OLUYOR GİBİDİR

- Analog sistemlerde yansıma çift görüntü oluşmasına neden olur
- Dijital Karasal yayınlarda(DVB-T) artık yansıyan sinyallerden dolayı bir sıkıntı yaşanmaz.
- Sinyalde zayıflama yaşanır ancak resim kalitesinde bir etkisi olmaz.

DVB-T sistemler yansılardan etkilenmez dersek bu tam olarak doğru olmaz. Yansıyan sinyaller aynı bir gürültü gibi MER değerini azaltacak ve BER değerini de arttıracaktır. Bu da alınan sinyalde hatalara neden olacaktır. Tabi biliyoruz ki özellikle yeterli gürültü eşliğindeyseniz sistem kendini koruyabilecek kapasiteye sahiptir.

Bu noktada size yeni bir konuda ve yeni bir gürültü kaynağını tanıtacağız ve bu işlemlerde karşılaşacağınız zorluklardan bahsedeceğiz.

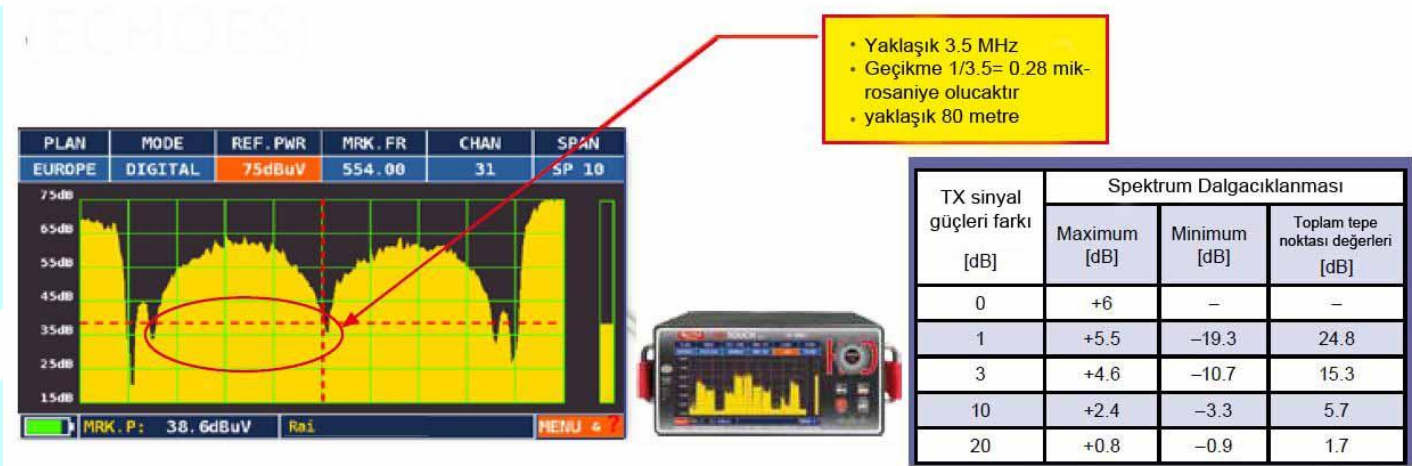
ANALOG: Analog sistemlerde resme baktığınız anda nasıl bir gürültü cinsi ile karşı karşıya olduğunuzu anlayabilirsiniz. Gürültü karlanmaya neden olurken, üst üste binen çift görüntü olduğunda bunun yansımadan kaynaklı olduğunu anlayabiliriz.

DIJITAL: Dijital sinyallerde herhangi bir interferans ve yansıma aynı etkiyi oluşturur bu da MER değerinin azalmasına, BER'in bozulmasına neden olur.

İlerleyen bölümlerde yansımaların varlığını neredeyse şaşmayan bir metot ve nasıl algılayacağımızı ve nasıl davranmamız gerektiğini göreceğiz. Tabi ki interferansa neyin sebep olduğunu anlamamız gerekmekte. Karşılaştığımız interferans çeşidine göre uygulayacağımız yöntemler de farklılık gösterecektir.

Yayılım Etkisi

Yansıma Ölçümü Örnekleri (EKOLAR)



Ekolar MHz cinsinden frekans aralıklarıyla, iki frekans arasındaki güç düşüm noktalarının ve mikro saniye cinsinde ki gecikmeler ile ilgilidir. (Spektrum da sadece yakın engellerden gelen kısa gecikmeleri görebilirsiniz)

Işığın, Elektromanyetik radyo dalgalarının hatta X-ışınları da dahil olmak üzere ışık hızında yayılım gösterdiğini düşünürsek, ışık hızının da saniyede 300.000km/saniye olduğunu kabul edersek. Bir başka deyişle,

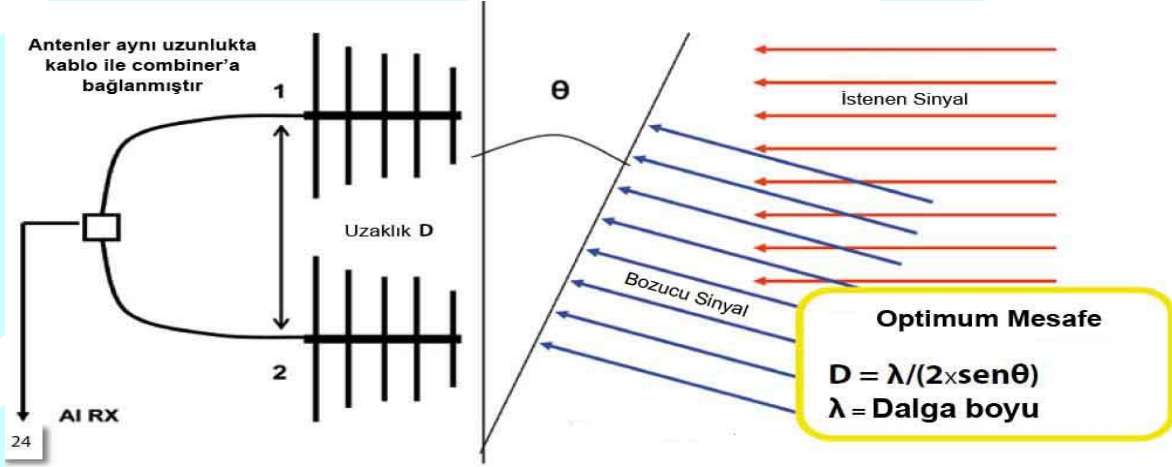
- 1 mikro saniye (μs) de 300 metre
- 3.3 mikro saniyede (μs) 1 kilometre
- 224 mikro saniyede (μs) 67 kilometre mesafe yol kat edecektir.

Ayna gibi davranacak olan bu engeller alıcı antene almamız gereken sinyalin aynısının gecikmişini ve zayıflamısını gönderirler. Analog sistemlerde bunu görüntüdeki çift resim oluşumundan anlayabiliriz. Eğer 50 cm lik geniş bir ekranınız varsa sinyalde ne kadar μs gecikme olursa resimde de o kadar cm sapma olacaktır. Bunu bilmeniz yansımanın kaynaklandığı uzaklığı elde etmenize yardımcı olacaktır.

Dijital Karasal (DVB-T) sistemlerde resimde çift görüntü göremezsiniz ama spektrum ekranındaki düşüm noktalarından yansımaları görebilirsiniz. Bu durumu sinyalde herhangi bir kayma, bozulma olmadığı durum ile karşılaştırarak gözlemleyebiliriz. Sinyaller birbirine eşit olursa spektrumdaki aralıklar sıfıra yaklaşacak ve pik noktalarda +6 dB fazla değer

alacaktır. **Yayılım Etkisi**

Yansıma Ölçümü Örnekleri



Bu bölümde size istenen sinyal engelleyen yansımaları azaltmak için biraz zahmetli ama çok etkili bir metottan bahsedeceğiz.

Farz edelim ki kalitenin mekanik tasarıma bağlı olduğu bu tip bir sistemde interferans seviyesini 15 dB düşürebilirsiniz. Bazı durumlarda profesyonel antenler ile 20 dB kadar da düşürülebilir.. ***

Asıl önemli olan kaynağı bilinen, yönü bilinen ve sinyal seviyesi fazla değişmeyen sadece bir interferansın varlığının olması işin tamamlanmasını zorlaştırmaktadır. Bozucu sinyaller değişik hava koşullarına ve geldikleri kaynağın mesafesine göre sinyalimizi 20 dB hatta daha da fazla değiştirebilirler.

Yukarıdaki şekilde gösterilen sistem şu şekilde çalışmaktadır. İki anten hesaplanan uzaklıkta yerleştirdiği takdirde bozucu sinyal bir antene daha erken diğerine daha geç ulaşmaktadır ve tam olarak yarım dalga boyu bir gecikme yaratılmış olur. Bir başka deyişle combiner'a (birleştirici) sinyal ulaştığında 180°'lik bir faz kayması yaratılmış olur. Diğer taraftan istediğimiz sinyal antenlere dik geldiğinden dolayı bir faz kayması yoktur ve aynı anda sinyaller aynı fazda gelmektedir.

Sonuç: 3dB üzerinde istenen sinyalde azalma ve 15dB gürültü azalması sağlanmış olur.

Analog sinyallerde yansımaları tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir. Yanısıra DVB-T sistemlerde iyi bir kalitede tutarlı bit sinyal almak için gerekli eşik seviyesini yakalamak daha kolaydır.

Yayılım Etkisi

Anten Mesafe Tablosu

Tablodaki bu değerler hassastır. İlk tahmin için bu tabloyu kullanınız daha sonra maksimum spektrum kararlılığına ulaşana kadar ayarlayınız.

Bu tablo bütün frekansları ve açıları kapsamasada çok kullanışlıdır. Tablodaki değerlerin hepsi tam olarak hesaplanarak yazılmıştır ancak kurulum sırasında deneme yaparak doğru mesafeyi bulmalısınız çünkü gelen sinyalin tam olarak hangi açı ile geldiğini asla bilemezsiniz.

Bazen antenleri çok uzak yerleştirmeniz gerekebilir (tabi eğer mümkünse) Bazen de antenler çok yakın mesafede birbirine değebilir. **Eğer yakın duruyorlar ise mesafeyi 2 katında çıkarmanızda kabul edilebilir bir sonuç verir.**

TAPLO: Yansımaları engellemek için 2 anten arası olması gereken mesafeler (m)						
Açı derecesi	FREQUENCY MHZ					
	200	500	600	700	800	1000
3	14,33	5,73	4,78	4,09	3,58	2,87
6	7,18	2,87	2,39	2,05	1,79	1,44
9	4,79	1,92	1,60	1,37	1,20	0,96
12	3,61	1,44	1,20	1,03	0,90	0,72
15	2,90	1,16	0,97	0,83	0,72	0,58
18	2,43	0,97	0,81	0,69	0,61	0,49
21	2,09	0,84	0,70	0,60	0,52	0,42
24	1,84	0,74	0,61	0,53	0,46	0,37
27	1,65	0,66	0,55	0,47	0,41	0,33
30	1,50	0,60	0,50	0,43	0,38	0,30
33	1,38	0,55	0,46	0,39	0,34	0,28
36	1,28	0,51	0,43	0,36	0,32	0,26
39	1,19	0,48	0,40	0,34	0,30	0,24
42	1,12	0,45	0,37	0,32	0,28	0,22
45	1,06	0,42	0,35	0,30	0,27	0,21
48	1,01	0,40	0,34	0,29	0,25	0,20
51	0,97	0,39	0,32	0,28	0,24	0,19
54	0,93	0,37	0,31	0,26	0,23	0,19
57	0,89	0,36	0,30	0,26	0,22	0,18
60	0,87	0,35	0,29	0,25	0,22	0,17
63	0,84	0,34	0,28	0,24	0,21	0,17
66	0,82	0,33	0,27	0,23	0,21	0,16
69	0,80	0,32	0,27	0,23	0,20	0,16
72	0,79	0,32	0,26	0,23	0,20	0,16
75	0,78	0,31	0,26	0,22	0,19	0,16
78	0,77	0,31	0,26	0,22	0,19	0,15
81	0,76	0,30	0,25	0,22	0,19	0,15
84	0,75	0,30	0,25	0,22	0,19	0,15
87	0,75	0,30	0,25	0,21	0,19	0,15
90	0,75	0,30	0,25	0,21	0,19	0,15

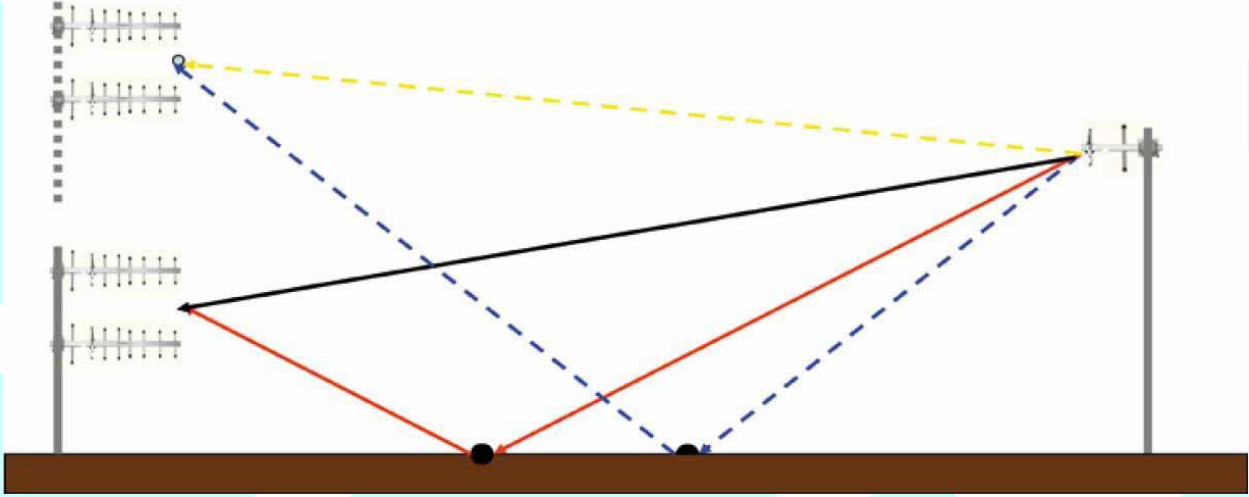
Bu sistem karasal yüzeylerde oluşan yansımalarda çok iyi çalışmaktadır. Özellikle antenler bir direğe alt alta monte edilmiş ise. Ancak deniz ya da göl kenarlarında yansıyan sinyalin geliş açısı daha dar olabilir.

Bunu test etmenin en iyi yolu alıcı antenlerden birinin yüksekliğini arttırmaktır. Eğer bu spektrumda yükseklik ile değişen küçük dalgalanmalara neden oluyorsa yerden gelen bir yansıma olduğu söylenebilir.

Eğer kayda değer derinlikte bir dalgalanma oluyor ise veya spektrumun bir kısmı kayıp ise dikkatli olmalısınız. Yasıma su yüzeyinden oluyorsa gündüz ve gece sinyal seviyeleri değişecektir.

Yayılm Etkisi

Yerden Yansımalar



Yansıma noktasında gelen sinyal ile yansıyan sinyalin zemin ile yaptığı açılar eşittir. Eğer anten pozisyonunu değiştirirseniz yansıma noktası ve antene gelen sinyalinde açısı değişecektir.

Antenlerin sinyal güçlendirmek için en önemli bileşen olarak görüldüğü bir başka durum da yerden yansımaların olduğu durumlardır (Özellikle geniş su yüzeylerinin olduğu yerleşim yerlerinde) Vericiler yakında ise yansımaların güçlü ve geniş açılarda olur. Vericilerin çok uzakta olma durumunda yansımanın geldiği açı dar bu nedenle antenler arası mesafe de fazla olacaktır.

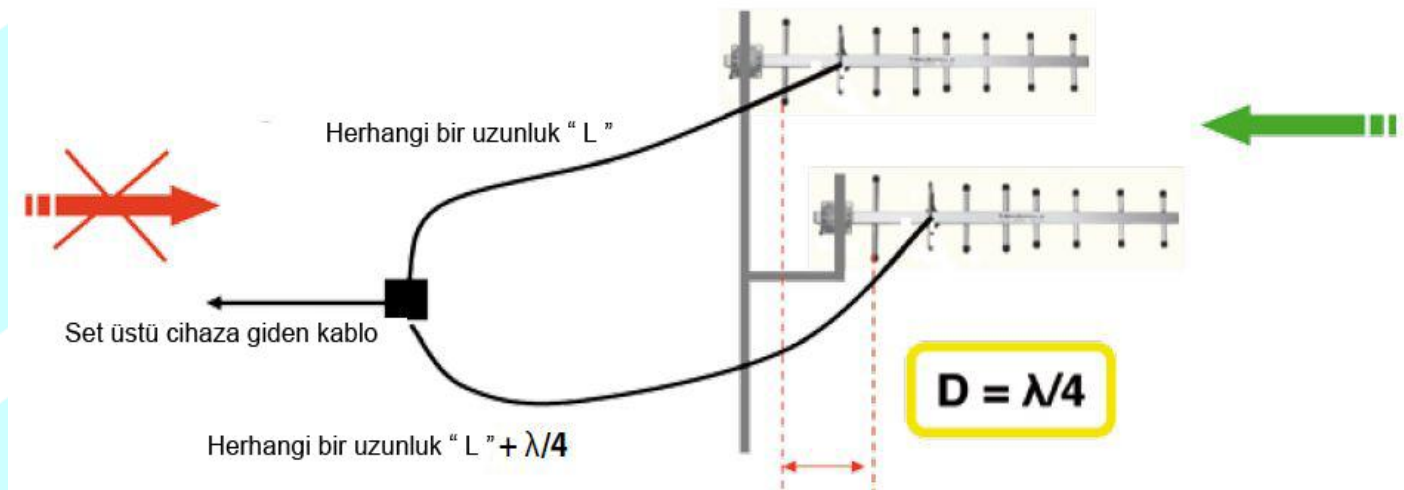
Örnek vermek gerekirse 10 kilometre uzakta ve 1000m yükseklikteki vericiden gelen sinyal yansıması 5° (derece) kadardır ve iki alıcı anten arası mesafe de bu durumda 3 metre olması gereklidir.

Yerden bir yansıma olduğunu görmek için anten yüksekliğini yavaşça arttırın, eğer dB'de değişiklik varsa, yerden yansıma olduğuna konusunda emin olabiliriz. (yukarıdaki şekle bakınız)

Bu durumda anteni en maximum verim aldığınız noktaya dahi getirseniz problemi çözmeye yeterli olmayabilir, çünkü yansıma koşulları hava koşullarıyla beraber değişecektir. Problem yansıyan sinyalin genliğinin değişmesi değil yansıma noktasının ve fazının değişiklik göstermesi bizi maksimum değerden minimum değere indirmektedir.

Bu durumda en etkili yöntem yansıyan ışınlardan korumaktır. Bunu anteni aşağı indirerek binanın çatısına yakın konuşlandırıp, çatıyı bir kalkan gibi kullanabiliriz.

Ön ve Arka Antenlerin Oranları



Yukarıdaki sistemde sinyal ön taraftan geldiğinde geciken sinyal kablo ile telafi edilmektedir. Ancak aynı sistemde sinyal arkadan geldiği takdirde $\lambda/4$ geç gelen sinyalin üzerine kablo mesafesinden doğan $\lambda/4$ lük gecikme bineceğinden 180° derecelik bir faz kayması olur (ANTİFAZ) ve diğer sinyali iptal eder.

Ön ve arka antenlerin oranı ikisi arasındaki önden ve arkadan gelen sinyaller arasındaki farka verdikleri tepkilerdir. Ve dB olarak ölçülür.

SFN ağlarının olduğu düz yerlerde, uzaktaki güçlü vericilerden gelen sinyalin ilerlemesini engelleyecek herhangi bir doğal bariyerin olmadığı durumlarda antenin arkasından da sinyal gelir.

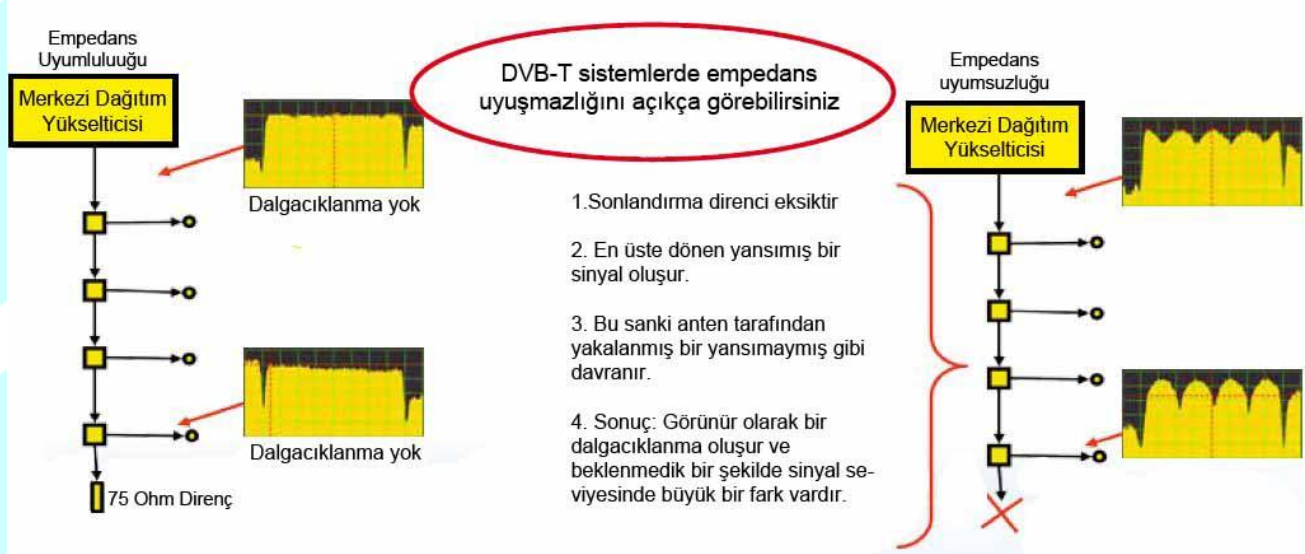
Ön ve arka oranı yüksek olan pahalı büyük bir anten yerine iki küçük anten yerleştirmek daha uygun olabilir. Geniş antenleri bulması daha zordur ve anten direği üzerinde hareket ettirdiğinizde problem yaratacaktır, metal olmaları çoğu durumda anten diyagramını bozacaktır.

Antenler arasındaki mesafe tam olarak sinyal dalga boyunun çeyreği kadar olmalıdır. Kullanılacak olan kablo uzunluğu da aşağıdaki gibi hesaplanır;

Arttırılmış kablo uzunluğu = $\frac{1}{4}$ dalga boyu x kablonun hız fakötrü

Bu faktörler bütün üreticiler tarafından kullanıcılara sağlanır.

Dağıtım Sistemlerinde Empedans Uyumlandırma



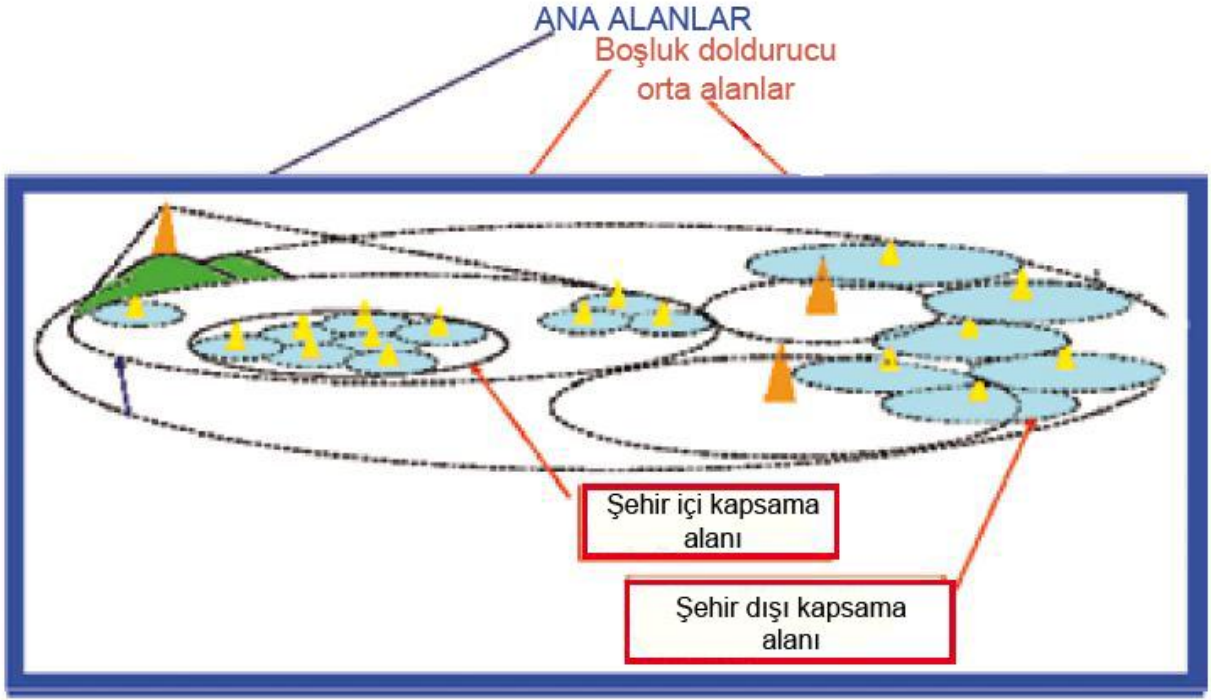
Uyumsuzluktan dolayı oluşan yansımalar antende oluşan yansımalarla aynı karakteristiklere sahiptirler. Aradaki fark empedans uyumsuzluğundan kaynaklanan yansımalarda dağıtım hatları buna adapte edilebilir. Ancak yansıma antenden kaynaklı ise bazı durumlarda yapacak hiçbir şey yoktur.

Geri yansıyan sinyal fazda yada anti fazda olacağından sinyale eklenir ya da çıkarılır. Bu Uyumsuzluk iki şekilde ifade edilir.

1. Geri Dönüş Kaybı **RL (Return Loss)**
dB cinsinden ifade edilir. Yansıyan sinyalin iletilen sinyalle kıyaslandığında ne kadar zayıfladığını gösterir. Ne kadar düşükse okadar iyidir.
10-12 dB'den daha yüksek olmalıdır.
2. Dalga voltajları oranı **VSWR (Voltages Standing Wave Ratio)**
Doğrusal bir sayı ile ifade edilir. Kablo üzerinde bulunan dalgaların minimum ve maksimum voltajlarının oranını göstermektedir.
1.4 - 1.2 'den daha düşük olmaları gereklidir.

VSWR ölçmenin en iyi yolu bir yansıma ölçer kullanmaktır. Ancak bu eğer dağıtım ağı spektrumun yapısını bozuyorsa gözlemlenebilir. Gürültü jeneratörü kullanmakta dağıtım sistemini test etmenin kolay ve kullanışlı bir yoldur çünkü TV ve SAT bant genişliklerini tek bir ekranda gözlemlemenize olanak sağlar.

TEK FREKANS AĞI, SFN (Single Frequency Network)



SFN ağlarında yansıyan sinyal gecikmiştir ancak tamamen senkronizedir. DVB-T sistemler gecikmeli yansımaları 224 μ s (mikro saniye)'ye kadar, modülasyon parametrelerine bağlı olarak tolare edebilirler. Aynı frekanstaki senkronize vericiler ile bir network çalıştırılabilir.

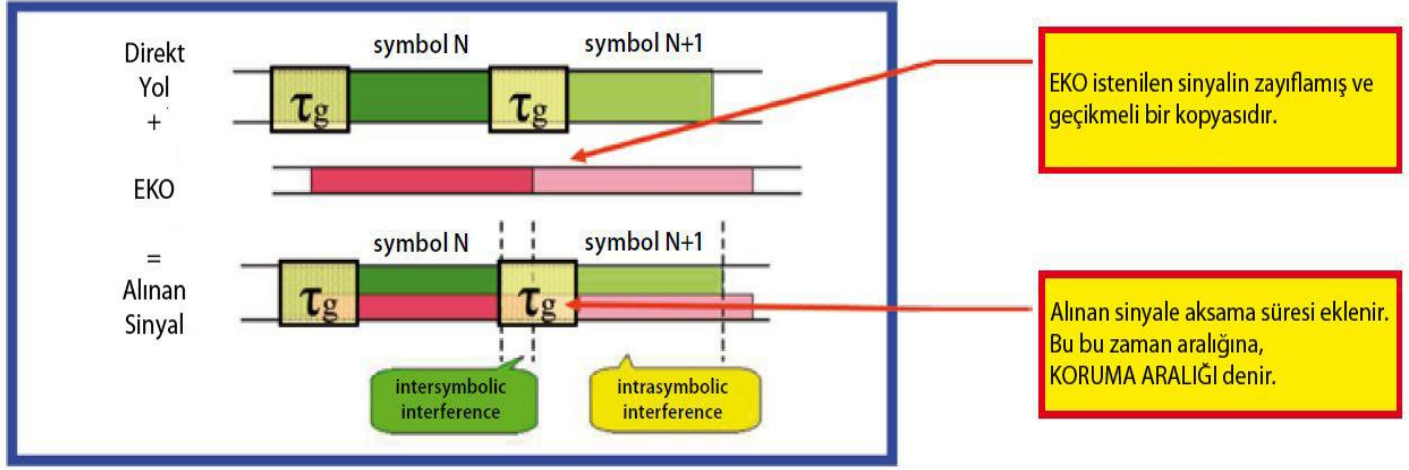
Sistem yansımalarla karşı başışıklığı olduğu için (limitler içerisinde) Tamamen senkronize vericileri bir araya getirerek bir dağıtım ağı oluşturulabilir.

Tek yapılması gereken aynı bitin aynı anda ve aynı frekansta gönderilmesidir.

Bunu başarmak karmaşık ve pahalı bir işlemdir. Tamamen senkronize dijital dağıtım ağlarının oluşturulması gereklidir. Birçok aktarıcının verici haline getirilmesi gereklidir ki daha hatasız bir referans sinyali garanti edilmiş olsun. Buradaki hatasız kelimesi ile anlatılmak istenen, frekans için 1 Hz, Zamanlama için ise birkaç nanosaniyelik bir kaymadır.

SFN Ağları

EKOLAR ve KORUMA ARALIĞI



Eğer yansıma koruma aralığına girerse sinyalde herhangi bir hata yaratamaz. Dekoder bu aralıktaki sinyalleri dikkate almaz. Koruma alanının dışına düştükleri anda ise dekode bunları interferans olarak görür buda bizim için büyük bir sıkıntıdır.

Operasyon yansıyan sinyal içerisinde hatalı olan kısmı silme temeline dayanmaktadır. Bu sanki bir yankı varlığında konuşmaya benzer. Telaffuz edilen ilk heceyi ortadan kaldırabilir, yankı çok gecikmeli değilse heceden sonraki ilk bölümü yok eder. Tabi ki nerede kesme yapılması gerektiğini anlayabilmek için tamamen senkronize çalışan bir sisteme gerek vardır.

Sistemin düzgün çalışabilmesi için (SFN) tek frekans ağlarında vericilerin çıkış gücü kalibrasyonunun çok yüksek olmaması gerekmektedir. Bu sayede sinyal uzak noktadaki vericinin sinyallerine gecikmeli bir sinyal bindirilmemiş olur.

Ulaşılabilecek maksimum gecikmeye Koruma aralığı (GI, Guard interval) denilmektedir ve SFN 'de 224 mikro saniyedir)

Bazen vericilerde sinyalin belirli bir bölgeye varış süresini ayarlamak için, kasıtlı olarak gecikme sağlanır. Ancak zor arazi şartları bunu daima mümkün kılmamakta. Bu tip durumlarda bir kurulumcu, gecikmeleri azaltmak için anteni nasıl arayacağını nasıl ölçüm yapacağını ve antene gelen çeşitli sinyalleri dikkate alarak hassasiyetle doğru noktaya odaklamalıdır.

SFN Ağları

AĞ GEÇİKMELERİNİ ÖLÇMEK



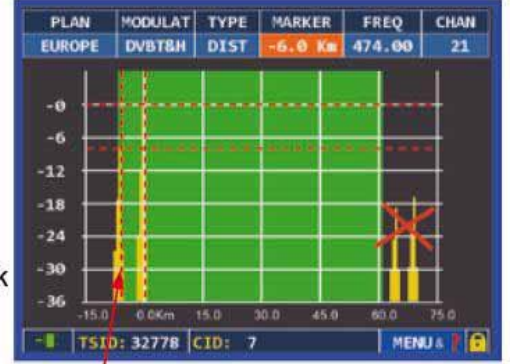
SFN ağlarında sinyal alımına iyi bir örnektir. Spektrumda iki eko görülmekte ancak bu iki eko da koruma aralığı içerisinde.

. Yansımalar arasındaki geçikme sürelerini ölçün

. Alınan her bir sinyal dikey bir sütun olarak gösterilir.

. Yatay bileşende de gecikmeleri mikro-saniye ya da uzunluk olarak Km cinsinden okuyabilirsiniz.

Öncü eko burada zayıf bir yansıma olarak gösteriliyor. Bu bazı dekodlar için problem olabilmektedir.



SFN ağlarında kötü sinyal alımına bir örnektir. Koruma aralığı dışında iki eko bulunmaktadır.

Hemen hemen bütün ölçü aletlerinde SFN modu bulunmaktadır ve bunların da çoğu yukarıdaki gibi gelen çeşitli sinyalleri size çizgiler halinde veya düşey barlar halinde gösterebilir. Ancak burada unutmamanız gereken şey bütün frekansların aynı frekansta olduğudur.

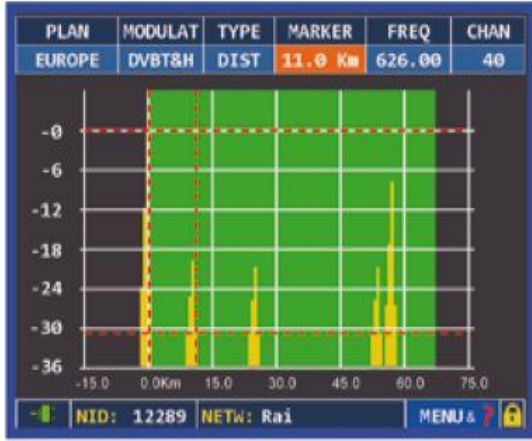
SFN Eko ekranında neler görürsünüz?

1. Yatay eksen de gelen çeşitli sinyaller arasındaki gecikmeleri okumanızı sağlar. Genelde ölçü aletleri en iyi sinyali yakalar ve onu "0" zamanına oturtur ve onun uzağındaki diğer dikey sütunların aşağısında gecikme zamanını okursunuz.
2. Her sinyalin genliği grafiğin sol ölçeğinde dB olarak belirtilir.
3. Genellikle renkli bir alan vardır (yukarıdaki grafikte yeşil olarak gösterilmiştir) bu alan koruma aralığını belirtmektedir. Bu sayede bir sinyalin çok güçlü olup olmadığını ve koruma aralığı dışına düşüp düşmediğini görebilirsiniz.

ÖNEMLİ: Anteninizin konumlanması mutlaka optimize edilmelidir. Sinyalimizi yükseltmeye çalışırken diğer sinyal seviyemizi azaltan gürültüleri koruma alanının dışında kalmamasına özen göstermeliyiz. Unutmamalıyız ki, Sinyal seviyemizi maksimum seviyeye çıkarmaya çalışmaktansa ekoları gidermek (özellikle koruma alanı dışındakileri) daha iyi sonuç verecektir.

SFN Ağları

EKOLARI AZALTMAK



DVB-T (8 MHz)			
Modes	8K	2K	Max. Distance btw. SFN-TX
Symbol time	896 μ sec	224 μ sec	
Guard Interval Time & MAX distance		7 μ sec	~ 2 km
		14 μ sec	~ 4 km
	1/32 28 μ sec	28 μ sec	~ 9 km
	1/16 56 μ sec	56 μ sec	~ 17 km
	1/8 112 μ sec		~ 34 km
	1/4 224 μ sec		~ 67 km

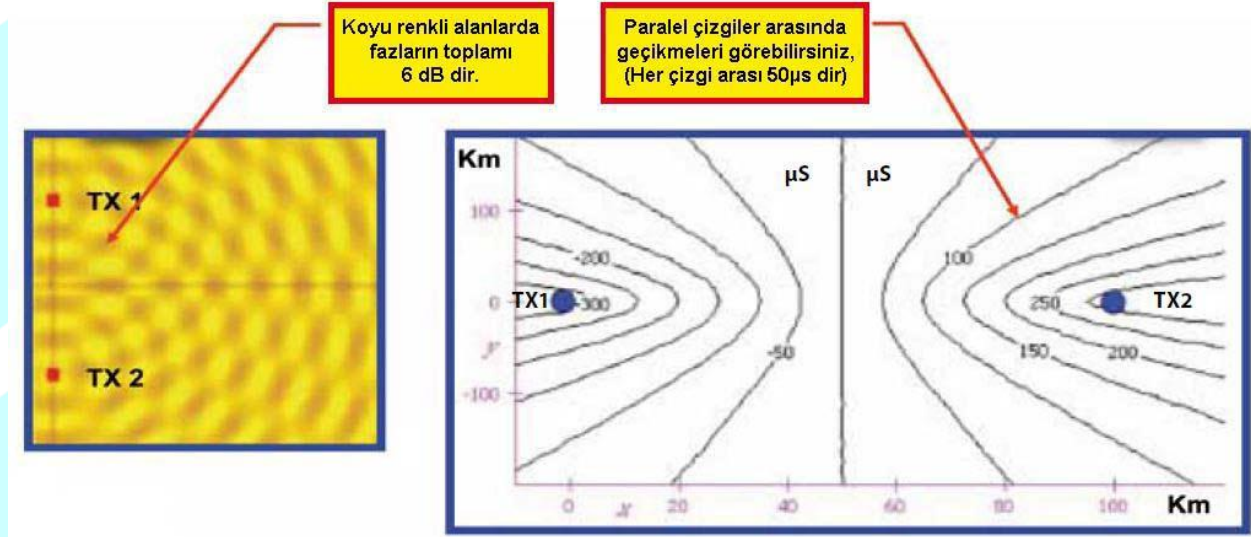
Tablodaki değerleri anlamak için unutmayalım ki, Sinyaller ışık hızında ilerlerler. Saniyede 300.000km hız ile ilerlerler ve kabaca 3.3mikro saniyede de 1 kilometre mesafe kat ederler.

Tek frekans ağlarındaki sinyal alımlarını arttırmak için bir kaç madde listeleyeceğiz,

1. Geniş olanlarda bazı bölgelerin gölgede kalması kaçınılmazdır. Özellikle dijital yayınlarda SFN sinyallerinin aynı ortamda birden fazla olmaları daha büyük bir problem oluşturmaktadır.
2. Eğer alınan ekonun antene varma zamanı koruma aralığının içerisinde olsa da seviyesinin yüksek olması tehlikelidir. Yeterli düzeyde MER ve BER aralığında çalışmanız için ekonun, ana sinyalden en az 10dB aşağıda olması gereklidir.
3. Teori de bir antene iki vericiden aynı seviyede ve aynı gecikmede iki sinyalin gelmesi mümkündür. Ancak bu durumda resim oluşmaz ya da alınan sinyal çok kararsızdır.
4. Yönlü anten kullanın ve en iyi pozisyonu bulmak için SFN eko ekranı inceleyin.
5. 2 anteni birleştirerek kullanırken çok dikkatli olun. Bir yöne doğrultulmuş antenin diğer sinyalleri de alması kaçınılmazdır, bu da istenmeyen yansımalara sebep olur.
6. Koruma alanı dışında kalan ekolar parazit olarak düşünülmeli ve 25 dB düşürülmelidir.

SFN Ağları

İki TX Alanındaki Sinyallerin Toplamı



Yukarıdaki resim doğal doğal bir engel olmayan düz arazideki iki vericili bir SFN ağına örnektir. Bir alanı araştırırken faz farklılıklarına ve vericiden olan uzaklıklarına bağlı olarak sinyallerin birbirine eklendiği ve bozduğu alanlar görebilirsiniz.

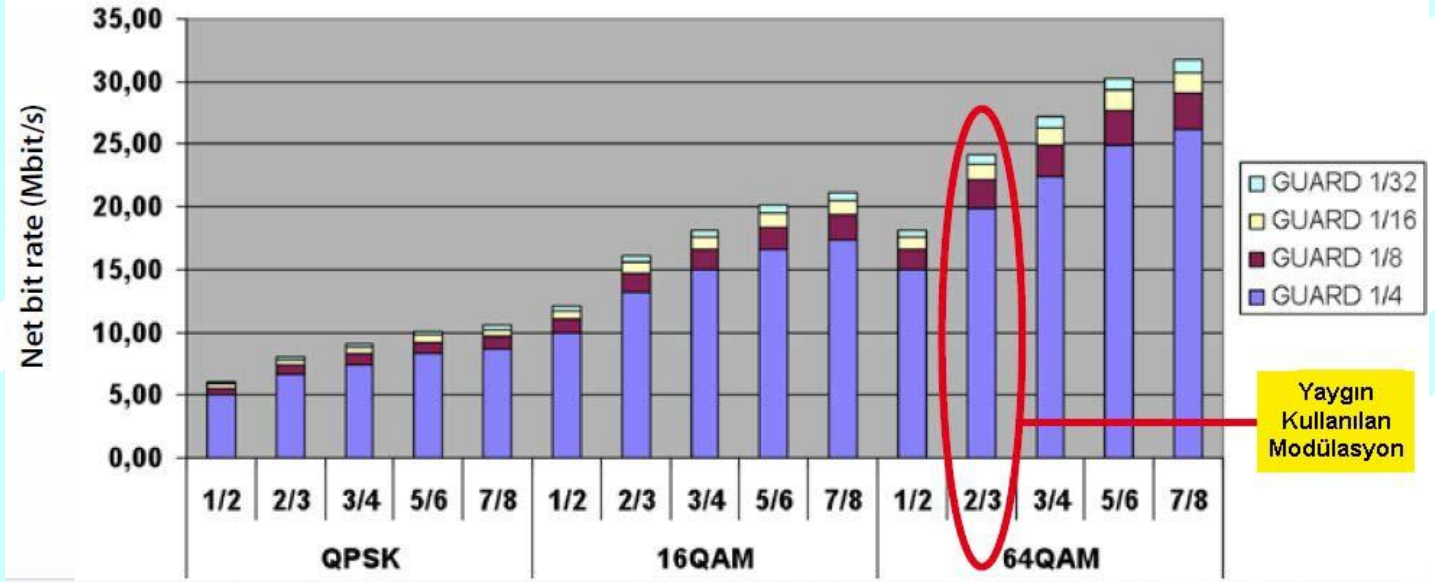
Alınan sinyallerin aynı yada çok benzer olduğu bölgelerde değişimler çok güçlüdür. Sinyalin sıfırlandığı bazen de 6 dB fazla gözükmediği noktalar vardır. Buralar yaklaşık yarım dalga boyu uzak mesafelerdir çünkü sinüsoidal ilerleyen dalgaların fazı her yarım dalga boyunda bir tersine döner.

TX alanından uzaklaştıkça diğer TX'e göre sinyalleri zayıflamaya başlar. Faz kayması da daha az etkili olur bunun nedeni faz kaymasının frekans ve mesafeye bağlı olmasıdır. Tek frekans ağlarının (SFN) çalışabilmesi için bu gecikmelerin Koruma alanı içerisinde kalması gerekmektedir.

Gecikmelerin koruma alanının dışına çıktığı bölgelerde sinyali sadece tek bir vericiden aldığımızı garanti altına almalıyız. Bunu başarmak iki anten kullanarak, iyi bir ön arka anten oranı ile diğer verici kaynağından korumamız gereklidir.

Bunun da işe yaramayacağı durumlarda ise kullanılan antenin yönlü anten olması büyük önem kazanıyor. Yayıncılık yönetmeliklerini belirleyen uluslararası planlama organları antenlerde 25 dereceyi aşan açılarda 10dB zayıflatma ve çapraz polarizasyonlardaki sinyallerde ise 15 dB zayıflatma olmasını belirlemiştir.

Modülasyon Parametreleri, Limit Değerler



Yukarıdaki diyagram açıkça DVB-T iletim sisteminin kapasitesini göstermektedir. Çeşitli modülasyon düzenlerine (konstellasyon) göre kapasite de değişiklik göstermektedir.

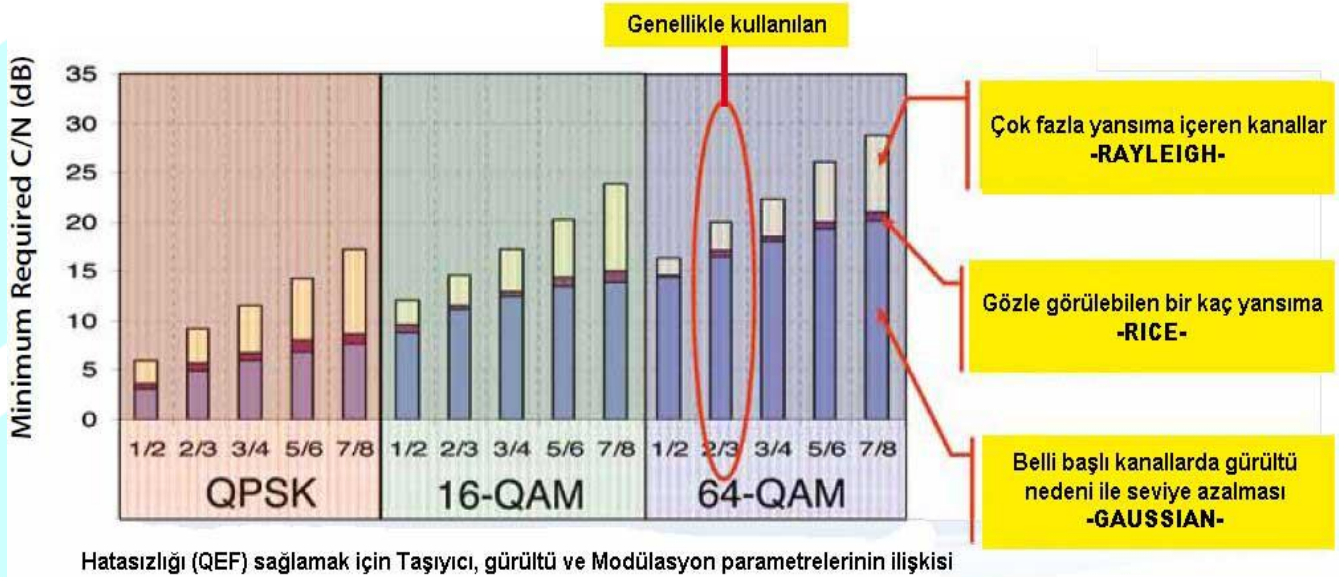
Bu modülasyonlar bize 7 Mbit/saniye - 35 Mbit/saniyeye aralığında kapasite sunmaktadırlar bu da bazıları HD (yüksek çözünürlüklü) olmak üzere 1 ila 4-5 kanala kadar aktarım yapılmasına olanak sağlarlar.

Eğer bir tek frekans ağının (SFN) düzgün çalışmasını istiyorsak yukarıdaki tabloda da görüldüğü üzere, kapasitemizin bir kısmını FEC ve Koruma alanına tahsis etmemiz gerekmektedir.

Bu nedenlerle genellikle ileri hata düzeltiminde (FEC) başarılı, iyi bir kapasite sunana ve ortalama BER ve MER değeri ile çalışabilen 64 QAM (2/3 FEC) kullanılmaktadır.

Parametreler ve Limit Değerleri

Hatasız Alımlar (QEF) için Düşük Limit



Sinyal alımında minimum tutarlılık için aşağıda sıralanmış koşulları sağlamak gereklidir.

QEF (eng: Quasi Error Free) MPEG-2 dekodeerlerinin girişinde saatte 1 den daha az düzeltilmemiş hata olması anlamına gelmektedir, yani neredeyse hatasız. Neredeyse kelimesi sizi yanıltmamalı, de-modüle edilmiş dijital sinyallerde saatte 1 den daha fazla hataya izin veremezsiniz. Bu oran antende çok daha fazladır 1×10^{-2} bBER 'e kadar yani iletilen her 100 bitten 1'inin hatalı olması düzeltilebilir

Normal durumlarda kanallarda bozulma olmasının temel sebebi termik gürültüdür. Aynı durum analog sistemlerde interferansın neden olduğu karlanma olarak da adlandırılabilir.

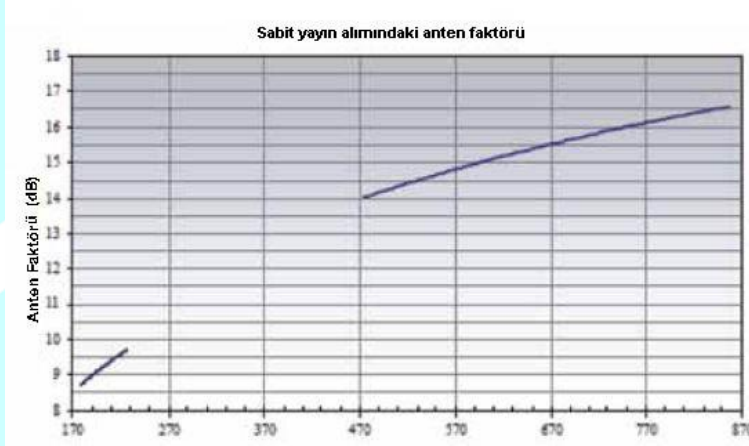
Uydudan gelen sinyallerin alımında ise durum biraz daha farklıdır. Uydudan gelen sinyaller birkaç nadir durum dışında yansımaya neden olabilecek bir engel ile karşılaşmadan interferanssız olarak antene ulaşırlar.

DVB-T iletimlerinde hala asıl problem ısı gürültüleridir. Yukarıdaki diyagramda görüleceği üzere minimum gerekli olan taşıyıcı / gürültü oranı (C/N Ratio) gösterilmektedir. Başka bir deyişle. İyi ve kararlı bir şekilde kaliteli görüntü için iyi bir C/N değeri gereklidir.

Yukarıda 3 farklı sinyal alım çeşidi gösterilmiştir (Ralleigh , RICE, Gaussian) Bu değerleri bulmak için çalışan değerli bilim adamlarının adları verilmiştir.

Parametreler ve Limit Değerleri

Elektromanyetik Alan & Sinyal Alım Gücü



500 MHz de Örnek:

Anten Kazancı: 10 dB

Ölçülen Seviye: 41 dB μ V

1. Anten faktörünü okuyun...14.5 dB

2. Seviyeyi ekleyin.....41.0 dB μ V

3. Toplam.....56.5 dB μ Vm

Elektromanyetik alanlar dB μ V/m olarak ölçülür. Gelen sinyalin gücü ise dB μ V cinsinden ölçülür. Bu iki ölçü birimi de dağıtım sistemlerinde ki çeşitli sinyal seviyelerini bulmak istediğinizde çok kolay hesaplamalarla bunu elde etmenizi sağlar. Sadece kazançları veya zayıflamaları ekleyerek ya da çıkartarak istediğiniz değere ulaşırsınız.

Tek ihtiyacınız olan değişik dağıtım sistemlerindeki minimum değerleri gösteren bir tablodur. Sonrasında kablo zayıflamalarını ekleyerek ve yükseltici kazançlarını çıkartarak gelen sinyalin gücünü dB μ V cinsinden bulabilirsiniz.

Anten Faktörü kullanışlıdır çünkü planlama değerleri elektromanyetik alan cinsinden verilmiştir (dB μ V/m)

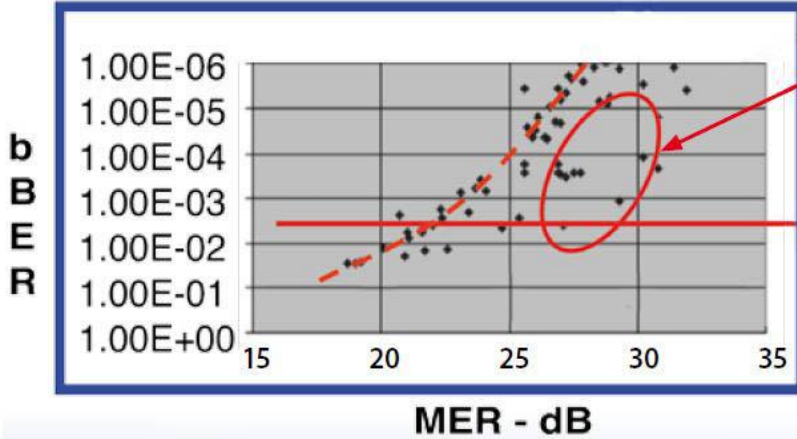
Anten kazancını bilen yada yukarıdaki tabloyu nasıl kullanacağını bilen kurulumcular dekoder in girişindeki sinyal gücünü yeterli bir hassasiyetle tahmin edebilirler.

Özetle, dB μ V/m cinsinden ifade edilen toplam “bir çatıya ne kadar alan düştüğünü” göstermektedir. Anten faktörü ise anteniniz ile elektromanyetik yağmurdan ne kadarını yakaladığınızı göstermektedir.

Parametreler ve Limit Değerleri

BER & MER Arasındaki Bağlantı

*1999 yılında deneysel olarak faaliyete geçen bir SFN ağıının ölçümlerinin sonucu.



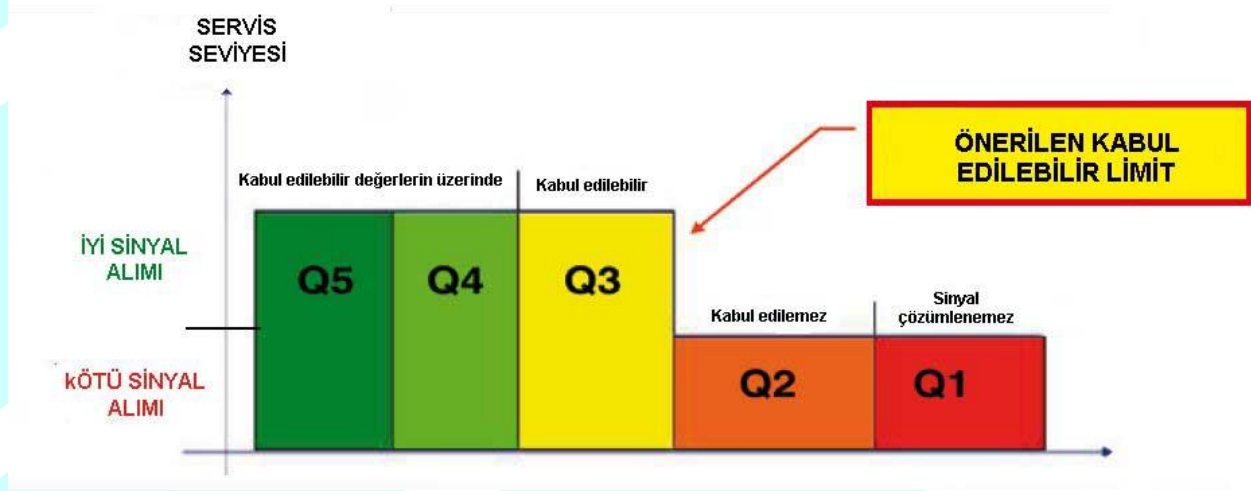
Burada noktalarla gösterilen ölçümlerde açıkça görülüyor ki iyi bir MER değeri var ama kötü bir BER değeri var.

MER (Modülasyon hata oranı) iyi bir kalitenin göstergesi olsa da bazı önemli istisnalar mevcuttur.

bBER (Hatanın düzeltilmeden önceki oranı) genel olarak sinyal kalitesini karar vermek için kullanılan bir göstergedir. Ancak bazen çok iyi bir MER değerine sahip olmanız iyi bir BER değerine sahip olduğunuz anlamına gelmez. MER değerini en yüksek değerine getirseniz dahi bu BER'i iyileştirmeyebilir. Daha öncede bahsettiğimiz gibi bu normal bir durumdur. Yukarıdaki grafikte de görüleceği üzere iki değişken bağıntılı değildir.

Bu iki ölçülmeyi de bir arada yürütmelisiniz ve unutmayın ki kalite öncelikli olarak BER değerine dayanmaktadır. Sisteminize değişik ayarlamalar yapmalısınız anteninizin konumunu değiştirmek gibi ama mutlaka MER ve BER değerlerinizi kontrol edip alınan sinyalin gücünden ziyade bu değerlere önem vermelisiniz. MER ölçümünü sistemdeki çeşitli yükselticilerin ve özellikle konvertörlerin giriş ve çıkışlarındaki bozulmaları kontrol etmek için kullanabilirsiniz.

Radyo Elektriksel Alım Kalitesi



Yukarıdaki diyagramda birkez daha FVB-T sistemlerde eşik değerin nasıl davrandığını görebiliriz. Sinyalin yada bütün dağıtım sistemini kalite ölçümlerinde esas alınması gereken de budur.

Bir ölçümleme yürütürken amaç kararlı veya yetersiz sınırların belirten eşik değerinin ne kadar yakının da yada uzağında olduğunuzu kesin olarak ölçümlemelisiniz ve iyi ye doğru yakınlılaştırarak optimum bir düzeye getirmelisiniz.

Yukarıda açıkça görüldüğü gibi bütün alım değişkenlerinin değerleri koyu kırmızı dan koyu yeşile doğru gittikçe yükselmekte. Gerekli ölçümlmeleri yaptıktan sonra sonuçlar bir grafiğe dökülebilir ve burada servis sağlayıcılarının kalite seviyesi görülebilir.

Yukarıdaki 5 kalite seviyesini asla analog sistemdekilerle karıştırmayınız. Analog sistemlerde 1-5 arası derecelendirme video görüntüsünün nasıl görüldüğü hakkında bilgi varir. 1 – kabul edilemez, 5 – Mükemmel görüntü olarak düşünülür.

DVB-T sistemlerde de size kaliteyi ifade eden bir sayı verilir ancak bunun video görüntüsü ile alakası yoktur. Video görüntüsü dekoder tarafından kesintisiz bir şekilde açıldığı takdirde görüntü kalitesi daima aynı olacaktır.

DVB-T sistemlerde kalite zaman içerisindeki kararlılığa bağlıdır. İnterferans, gürültü, ekolar gibi etkenler zaman içerisinde değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle minimum gerekli olan değişkenlerin üzerindeki en iyi değeri ölçümlediğimize emin olmalıyız.

ITU Standart Prosedürü

Sinyal Kalitesine Karar Vermek Gerekli Değerler Tablosu

Ok Yönünde Sinyal Gücü artar	40 dBμV ve Üzeri	Q2	Q3	Q4	Q5
	40 dBμV	Q2	Q3	Q3	Q4
	34 dBμV	Q1	Q2	Q2	Q2
		4×10^{-2}	2×10^{-3}	2×10^{-4}	2×10^{-4} ve Üzeri
		Ok Yönünde bBER değeri artar			

bBER (Hatanın düzeltilmeden önceki oranı) en önemli parametredir. aBER (hata düzeltiminden sonraki bit hata oranıdır ve mutlaka bBER'den daha iyi olmalıdır. 2×10^{-4} bir DVB-T alıcısının görüntüyü açabilmesi için gerekli olan alt limittir. Bir çok ölçüm cihazı kalite indeksi vererek işimizi kolaylaştırır.

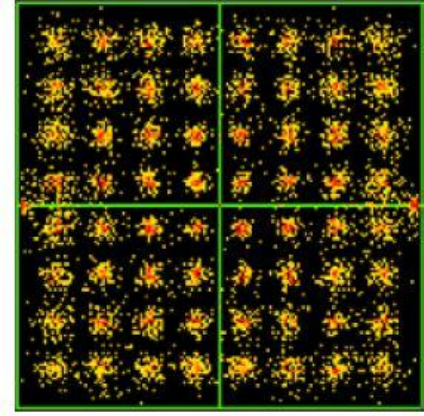
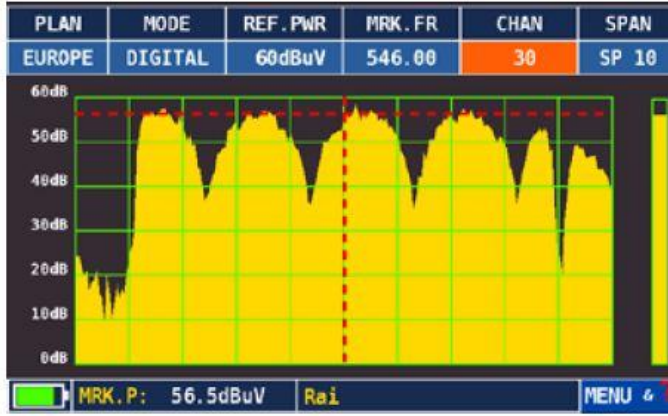
Yukarıdaki tablo FEC değeri 2/3 olan bir sisteme göre hesaplanmıştır ama pratikte bütün durumlar için geçerli olarak kabul edilir.

Gösterilen değerler bir tahmin olarak kullanılabilir ancak kesin kalite seviyesi en önemli şey değildir. Asıl önemli olan gürültü sınırınızın yüksek olmasını sağlamaktır

Şuanda piyasada bulunan dâhili bir yazılım ile kaliteyi hesaplayabilen iyi-orta-kötü gibi seviyelerde ifade eden ölçüm cihazları da mevcuttur. Ön değerlendirme için ihtiyacınızı karşılar ve yeterli olabilir ama esasında hiçbir önemi yoktur. Sinyal alımının zor olduğu durumlarda veya limit değerlerde olduğu durumlarda kaliteye bu şekilde karar vermek zor ve faydasız olur.

Bu zor durumlarda kalite ölçmeniz yersizdir. Yapmanız gereken daha öncede değinilen parametreleri ölçümleyerek maksimum değerlere çıkarmaya çalışmaktır bunun için de anten ayarınızı çok iyi yapmanız gerekmektedir ve kaliteyi belirleyen anteninizin kalitesi ve pozisyonu olacaktır.

Örnek Olay İncelemesi – Mikro Kesilmeler



Yukarıdaki şekildeki spektrumda sinyal güçlü görülmektedir. Sağ tarafında spektrum a bağlı konstellasyon diyagramında veri kaybı olduğu gözükmemektedir. Aşağıda bunun nedenlerinden bahsedeceğiz.

Mikro Kesilmeler her zaman endüstriyel gürültü parazitlerinden değildir, alınan sinyalin kalitesine de bağlıdır. Sinyal kalitesini bir elektromanyetik alan şiddeti ölçer ile de hesaplayabilirsiniz. Size sinyal gücünü, BER ve MER değerlerini verecektir. Ancak bunlar yeterli olacak mı?

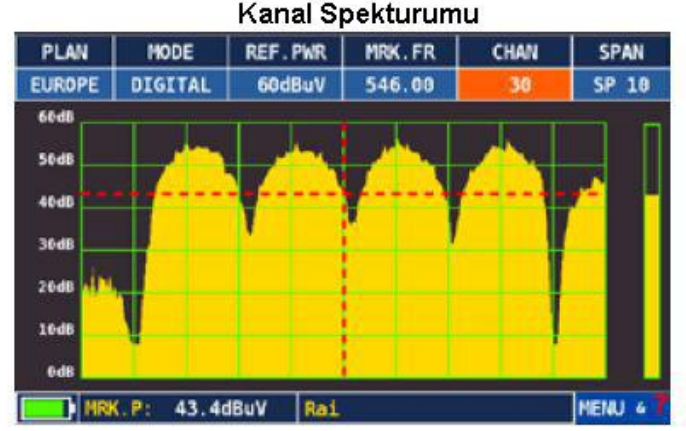
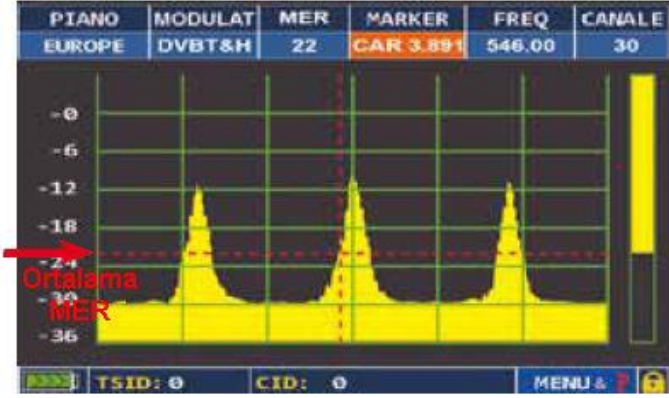
Daha önce de söylediğimiz gibi dijital sinyaller analoglardan çok farklıdır özellikle eşik noktasındaki davranışlarıyla. Bu noktalardan ne kadar uzaklaşabilirsiniz sinyal kalitesi o kadar garanti altına alınmış olur. “bizim gürültü toleransına ihtiyacımız vardır ”

Kısa kesilmeler analog sistemde algılanmayabilir ancak dijitalde izlenen programda kırılmalara neden olabilir. %1 verimsizlik katlanılabilir. Ancak %1 verimsizlikten kullanıcı çok önemli bir TV programı esnasında etkilenirse sistemi kalitesiz olarak değerlendirecektir.

Sinyalin istikrarlılığının ne demek olduğunu anlamamız çok önemli. Bu istikrarlılığı sağlamak içinde ölçü aletlerinin spectrum özelliği çok kullanışlıdır. Eğer alınan sinyal teorideki DVB-T sinyali formuna yaklaşıyorsa kare ve düz bir şekil alıyorsa herşey yolunda demektir, ama eğer sinyal çok fazla dalgacık taşıyorsa bu mikro kesilmeler için bir risk teşkil ediyor demektir.

Ölçülen güç 8 MHz bant genişliğinin ortalamasıdır. (7 MHz VHF’de) ve yayılma ile beraber değişebilir. Aynı değerlendirme BER ve MER değerleri için de yapılmalıdır. Bütün taşıyıcılar için ilk değer istatistiksel bir hesaplamanın sonucudur. İkincisi ise MER değerlerinin ortalamasıdır. Bir sonraki sayfada, küçük dalgalanmaların taşıyıcılar üzerindeki etkilerini siz de hemen fark edeceksiniz.

Modülasyon Hata Oranı & Taşıyıcı



Her bir tekil taşıyıcıdaki MER değerinin (Modülasyon hata oranı) gösterilmesi interferansın frekans üzerinde nerede konumlandığını açıkça görmemizi ve nedenini bulmamızı sağlıyor. Sağ taraftaki spectrum üzerindeki minik dalgalanmalar ise DVB-T taşıyıcılarından bazılarını bozuyor.

DVB-T yapısı bu gibi yayılım etkilerini hesaba katılarak oluşturulmuştur ve verileri birçok farklı taşıyıcı üzerine yayılmıştır. Bu nedenle birkaç taşıyıcıdaki zayıflama bir dizi veri gurubunu yok edemez ama limitler aşıldığı takdirde bu zararlar bütün bir veri yapısını etkileyecektir.

Yukarıdaki grafikte açıkça gösteriyor, belirli bir taşıyıcıdaki MER değerini okuyabiliyoruz, sol taraftaki ekranda ise bu taşıyıcıya tekabül eden dip noktasını spektrum da görüyoruz. Bu noktada sinyal gücü düşüyor ve MER değerimizi kötüleştiriyor.

Bu tip MER gösterimi pek çok cihazda olmadığı için pek aşına olmayabilirsiniz. Grafik her bir taşıyıcıdaki MER değerini göstermektedir. Kırmızı çizgi ise ortalama MER değerini gösterir. Ortalamadan büyük sapmalar sinyal bozulmalarına neden olacaktır. Eğer bozulmuş taşıyıcılar artarsa ve kalite düşerse, bu sistemin hata düzeltme yeteneğini de etkiler ve görüntüyü kaybederiz.

Sinyal Kademelendirme Etkisi

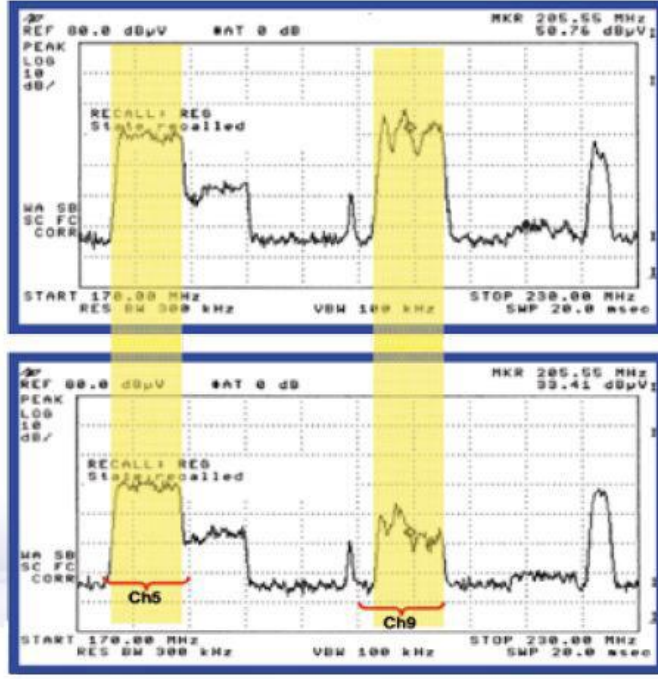


Fig 3

Fig 4

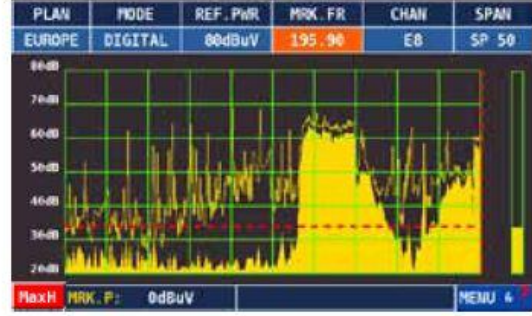
Bir Kez daha doğru anten konumlandırmanın ne kadar önemli olduğunu buradan görebilirsiniz

Yukarıdaki grafiklerde sinyal kademelendirme etkisini görebilirsiniz. Anten yüksekliğini değiştirerek grafiğin ortasındaki “Ch 9” un sinyalinin 60 dBμV’ dan 47 dBμV’ a düştüğünü görüyoruz. Bu aynı zamanda BER ve MER değerleri içinde geçerli olacaktır. Figür 3’te bir bozulma ihtimali daha az olacaktır.

Görüldüğü üzere soldan ilk kanal “Ch 5” de iki ölçümde de seviyesini ve şeklini koruyor. Bu farklılığın sebebi vericilerin farklı yerlerde olması veya bölgenin coğrafisi olabilir.

Sonuç olarak sinyal gücü ve hatalara ek olarak sinyalin spektrumunu ve şeklini de göz önünde bulundurmalıyız. Anten seçimimiz ve konumlandırılması da bütün bir sistemin kalitesinin belirlenebileceği kritik bir önem arz eder.

Darbe Gürültüleri



Yukarıda sağdaki fotoğrafta darbe gürültüsünün analog sinyalleri nasıl etkilediğini, Bir bant halinde resmin üzerinde noktalanmalar belirdiğini görebilirsiniz.

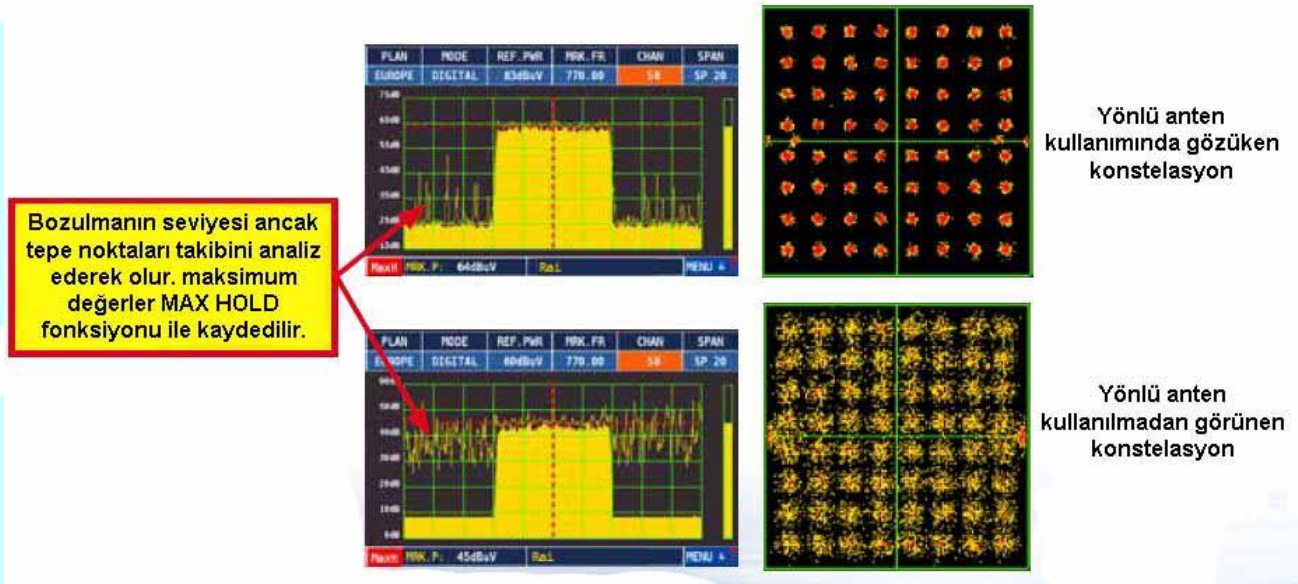
Soldaki spektrumun üzerinde de gürültüyü açıkça görebilirsiniz. Ancak bu seviyedeki bir gürültü dijital alımı etkilemez. Birlikte daha kritik durumları da inceleyeceğiz.

Soldaki spektrum bir DVB-T sinyale aittir. Arka fondaki gürültülere rağmen sistem sorunsuz çalışmaya devam eder, kullanıcı mükemmel kalite alır. Bu gürültüler şehir şebekesindeki elektrik voltaj dengesizliklerinden oluşabilir. Ancak dijital yerine analog bir sistem kullanılsaydı bu gürültüler tarafından kesinlikle etkilenirdi ve resimde kırılmalar ve karıncalanma oluşurdu.

Eğer yukarıdaki örnekte ki gürültü yoğunluğu artar ve DVB-T'nin hata düzeltme aralığı sınırlarından daha fazla olursa dijital ortamda da problem olur. Bu durumda gürültü zaman olarak sürekli olurdu ve antenimizin yerini değiştirerek gürültü kaynağından uzaklaştırmamız ya da ekran-lamamız gerekecekti.

Eğer bu gürültüler kısa ve aralıklı (darbe gürültüleri) ise ve asıl sinyalle benzer güce sahipse bir çözüm bulmak daha zordur. DVB-T bu tip durumlarda sinir bozucu olabilir çünkü yoğun gürültülerde sistem sinyali çözümleyemez ve görüntü bloke olur. Kullanıcının tek gördüğü siyah bir ekran olur, bu durum sık tekrarlanıyorsa televizyon izlemek imkânsız hale gelir.

Darbe Gürültüleri Bozulmalarını Ölçme



Buradaki örnek ile daha bir önceki konuda bahsettiğimiz problem ile nasıl başa çıkacağınızı görebilirsiniz. Örnekler darbe gürültülerinden etkilenmiş bir spektrumu göstermektedir. Tamamen sarı bölge ana sinyali göstermektedir. Açık sarı çizgiler ise gürültünün pik noktaları Max-Hold fonksiyonu ile kaydedilir. Sağ tarafta aynı sinyal e ait konstelasyonu görebilirsiniz.

İki sinyal arasındaki fark, kullanılan antenin yön seçiciliğinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Şeklin üst taraftaki spektrumda antenin yön seçiciliği yüksektir ve neredeyse mükemmel bir konstelasyona sahiptir.

Alt taraftaki spektrumda kullanılan antenin yön seçiciliği ise düşüktür, aradaki fark hemen fark edilebilecek düzeydedir. Konstelasyon kötü olduğu için Gürültü sınırı de yetersizdir. Bu örnek bize anten seçiminin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Bunun dışında ölçü aletinizin size tanıdığı diğer parametreleri de kontrol etmelisiniz.

Şu ana kadar antenden kaynaklanan problemlerden söz ettik, bazı durumlarda da gürültüler dağıtım sisteminin kötü ekranlanmış olmasından da kaynaklanabilir.

Bazı ölçüm aletleri size maksimum güç seviyesini sürekli güncelleyerek görsel olarak verebilir, buda size bu tip problemleri iyi analiz edebilmenizi sağlar.



Darbe gürültüleri de elektrik akımındaki deşarjlar tek tük meydana gelir ve “Max Hold” fonksiyonu olmayan ölçü aletleri ve analizörler tarafından her zaman görüntülenemezler. Bu fonksiyon ile darbe gürültülerinin ve deşarjların zaman içindeki maksimum değerlerini yakalayıp saklar ve açık bir şekilde görmeyi sağlar.

Avrupa birliğinin hazırladığı yönetmeliğe göre (Directive2004/108/EC – 15 Aralık 2004) elektrikli ve elektronik ekipmanların elektromanyetik parazit üretmemesini zorunlu kılıyor. Aynı yönetmelik bu cihazların kullanım alanlarına göre ön görülen bir değerlerde parazitlerden etkilenmemesini de zorunlu kılıyor. Eski ve yeni dağıtım sistemlerinde de bu yönetmeliğin etkisi görülmektedir.

Açık alanda duran, ekranlaması olmayan eski bir bölücü ya da yükseltici darbe gürültülerini yakalamak için mükemmel bir antendir. Bu nedenle elektronik endüstrisi de bu konuda dikkatli olarak sadece yüksek performanslı antenler geliştirmenin dışında daha verimli çalışan dağıtım elemanları da üretmektedir. Elektronik bozulmalardan korumak için cihazlar dâhili metal şase ile üretilir ve kablolar kategorize edilerek kayıpları belirtilmiştir.

Geçmiş yıllar ile mukayese edildiğinde kullanıcılara sunulan ürünlerde önemli ölçüde bir gelişme olmuştur ancak teknik zorunlulukları yerine getirmemiş ucuz ürünleri kullanmanın doğuracağı risklerden de kaçınmanız gereklidir. Ucuz ürünlerde oluşan bir sistemi tamir etmeniz çok daha pahalıya mal olacaktır çünkü rastgele oluşan deşarjları ve darbe gürültülerinin nedenlerini bulmanız çok büyük bir zaman kaybı olacaktır. İleride oluşacak problemlerde değiştireceğiniz parçaların maliyeti de, işin başında yaptığınız kardan fazla olacaktır.

Dağıtım Sistemindeki Uyumsuzluklar



1.Durum:

Çok iyi izole edilmiş bir priz kullanın

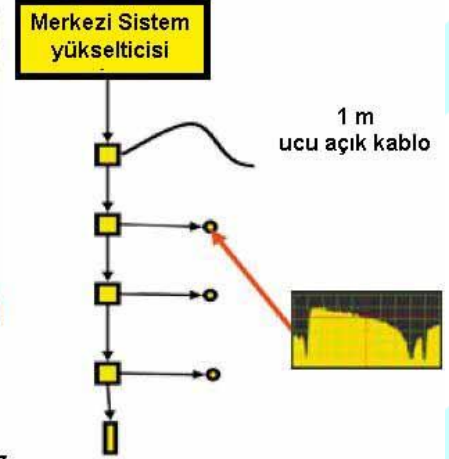
Eğer receiverınızın bağlantısını keserseniz ve 1 m kabloyu ucu açık bırakırsanız sistemdeki diğer kullanıcılarda bir değişiklik yaratmazsınız.



2.durum:

Çok kötü izole edilmiş yada izole edilmemiş bir priz kullanın;

Eğer receiverınız bağlantısını keserseniz ve 1 m kabloyu ucu açık bırakırsanız sistemdeki kullanıcıların bazı kanallarında kesilmeler olacaktır.



Yukarıdaki diyagramda ki 2.durum tekrarlamalı dağıtım yapılmış bir toplu konuttaki gerçek durumu göstermektedir. Lütfen inceleyiniz. Spektrumda büyük bir değişim olduğunu göreceksiniz. Yukarıda beyaz kutu içerisindeki değişim kablo uzunluğuna bağlı olmak üzere bir yada birden fazla olabilir.

Bu değişimin sebebi açık kablo ucunda meydana gelen yansımadır. bu yansıma merkezi sistemden gelen sinyal ile birleşir ve frekans ve kablo uzunluğuna, kullanılan prize hatta izlenen kanala bağlı olarak faz kaymasına sebep olur. Kısaca yaklaşık 15 dB lik bir kaybınız olur.

İyi düzenlenmiş sistemlerde bu tip hatalar yaşanmaz çünkü prizler ve bölücülerin radyoelektrik karakteristikleri ve düzgün kurulumu, kısa devre ve ucu açık kablo olduğu durumlarda gerekli olan birimler arasındaki yansıyan dalgaları devre dışı bırakarak gerekli ayrımı yaparlar.



DVB-T2/C2/S2

THE PROFESSIONAL & ACCURATE FULL TOUCH ANALYZER

mod. **HD TOUCH** STCOI



Automatic, Fast & Easy-to-use
FULL TOUCH

HD TOUCH MAIN FUNCTIONS

- TV and CATV TUNER, extended band, 4-1000 MHz
- SAT TUNER, extended band, 930-2250 MHz
- GSM extended band, 860-1000 MHz for telephone repeater installation, see application note
- **LTE FILTER, manual or automatic opt.**
- Exclusive patented **ROVER AUTODISCOVERY** system: auto-matically detects and selects analog and digital COFDM/QAM TV signals in both measurement and spectrum mode
- Spectrum in real time, fast and super fast with memory peak
- Dual spectrum, Single and Multichannel simultaneously opt.
- Detects, measures and SHOWS pictures of MPEG 2 and 4 H264 HD High Definition programs
- All the measurements, program lists, A/V PIDs, NET ID, LCN, settings and pictures on one screen
- Automatic quality analysis: FAIL-MARG-PASS and ITU Q1/Q5 opt.
- HELP function automatically identifies all the signals with any digital modulation SAT, TV and CATV
- MER versus CARRIER, MER measurement for DVB-T & T2 carriers
- **Barscan TV and CATV function from 10 to 100 channels on one screen**
- Automemory, Manual memory and Datalogger functions
- TV & IF SAT test ICT FENITEL Spain
- Stereo audio, Audio AAC supplied, DOLBY optional
- New 7" TFT TOUCH display, 16:10, high resolution
- ASI Transport Stream Input/Output (opt.)
- "HDMI" output and Audio Video input/output (analog)
- Slot for Conditional Access Common Interface
- CAM for C.I. plus opt.
- Weighs only 2.5 kg, dim: H 11.5 x L 24.5 x D 18 cm
- **Li-ION-POLIMER 10A battery with 8 hour battery capacity**
- Battery test function, to regenerate and measure the batteries and calibrate the battery indicator
- Supplied with transport padded bag, accessories, mains and vehicle battery chargers, USB-OTG and Audio Video cables
- Free basic SW, upgradeable on-line (USB-2 OTG socket)



ATOM LIGHT PLUS^{STC}

**The lightest and most compact SAT, TV
& CATV Analyzer in the world**



MAIN FEATURES

- CATV TUNER with extended band 4-1000 MHz
- SAT TUNER with extended band 930-2250 MHz
- Extended GSM band 860-1000 MHz for telephone repeater installations
- Exclusive patented ROVER AUTODISCOVERY system: automatically recognises and selects analog TV and digital TV COFDM/QAM signals in both measurement and spectrum mode
- Detects & measures MPEG4 HD High Definition programs
- All worldwide SAT transponder pre-stored
- Automatic quality analysis: FAIL-MARG-PASS
- New TFT, ultrabright, 3.5", very high resolution
- Rotational encoder and numerical keyboard
- All measurements, program list, A/V PID, settings and pictures on one screen
- Auto memory, manual memory & Data Logger functions
- Weighs only 1.4 kg
- 4 to 5 hour battery autonomy
- Battery test function to regenerate/measure battery levels and calibrate the indicator
- Supplied with soft bag for transport, mains adapter and 12V vehicle adapter (18 V optional)
- Free SW upgradeable on-line (USB-2 socket)
- Small or full screen picture visualization

- **HD-T2 & C2 HW upgrades**
- **FAST SPECTRUM with MEMORY**
- **Only SIX DIRECT keys for all FUNCTIONS**
- **3,5" TFT LED DISPLAY**
- **ICON NAVIGATION**