

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

YEREL ANTEN YAPIMI

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|----|
| AÇIKLAMALAR | ii |
| GİRİŞ | 1 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-1 | 3 |
| 1. ANTEN ÇEŞİTLERİ VE HESABI..... | 3 |
| 1.1. Anten Çeşitleri..... | 5 |
| 1.1.1. Hertz Anten (Yarım Dalga Anten) | 6 |
| 1.1.2. Markoni Anten | 9 |
| 1.1.3. Rombik Anten | 10 |
| 1.1.4. Çerçeve Anten | 10 |
| 1.1.5. FM - VHF – UHF Antenler..... | 11 |
| 1.2. Yerel Anten Elemanları..... | 12 |
| 1.2.1. Yansıtıcı (Reflektör) | 12 |
| 1.2.2. Dipol | 12 |
| 1.2.3. Yönlendirici (Direktör)..... | 12 |
| 1.3. Anten Hesabı | 13 |
| 1.3.1. FM Anten Hesabı | 13 |
| 1.3.2. VHF Anten Hesabı | 17 |
| 1.3.3. UHF Anten Hesabı | 19 |
| UYGULAMA FAALİYETİ..... | 20 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 21 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-2 | 22 |
| 2. EMPEDANS UYGUNLAŞTIRMA..... | 22 |
| 2.1. Anten Sisteminde Empedans Uygunlaştırma | 22 |
| 2.2. Balun Sistemi | 23 |
| 2.2.1. Balun Kullanma Nedenleri..... | 24 |
| 2.2.2. Balunun Faydaları | 24 |
| 2.2.3. Balun Çeşitleri..... | 24 |
| 2.2.4. Balun Yapımı | 25 |
| 2.3. Dirençle Yapılan Empedans Uygunlaştırma | 28 |
| 2.4. Transmisyon(İletim) Hatları..... | 30 |
| 2.4.1. Hız Faktörü | 32 |
| UYGULAMA FAALİYETİ..... | 35 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 36 |
| MODÜL DEĞERLENDİRME..... | 37 |
| CEVAP ANAHTARLARI | 39 |
| KAYNAKÇA | 40 |

AÇIKLAMALAR

| | |
|--|--|
| KOD | 523EO0149 |
| ALAN | Elektrik Elektronik Teknolojisi |
| DAL/MESLEK | Haberleşme Sistemleri |
| MODÜLÜN ADI | Yerel Anten Yapımı |
| MODÜLÜN TANIMI | Verici çalışma frekansına uygun anten hesabı yapıp yerel antenin montajını yapabilme becerilerinin kazandırıldığı öğrenim materyalidir. |
| SÜRE | 40/32 |
| ÖN KOŞUL | Temel matematiksel işlemlerde eksiksiz beceriye ve duyu organlarının kullanımında herhangi bir özrün olmaması. |
| YETERLİK | İhtiyaca uygun yerel anteni hesaplayıp yapmak. |
| MODÜLÜN AMACI | Genel Amaç Bu modül ile verici çalışma frekansına uygun anten hesabı yapıp yerel antenin montajını yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Verici çalışma frekansına uygun anten hesabı yapabilecek, anten elemanlarını ve çeşitlerini seçebileceksiniz.2. Anten ile alıcı arasında empedans uygunlaştırma yapabilecek ve transmisyon hatlarının seçebileceksiniz. |
| EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI | Atölye ortamı, takım hane, takım çantası, el aletleri panosu, metre, hesap makinesi, ilgili formlar, matkap, anten kablosu. |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | Öğretmen modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, soru-cevap) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir. |

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

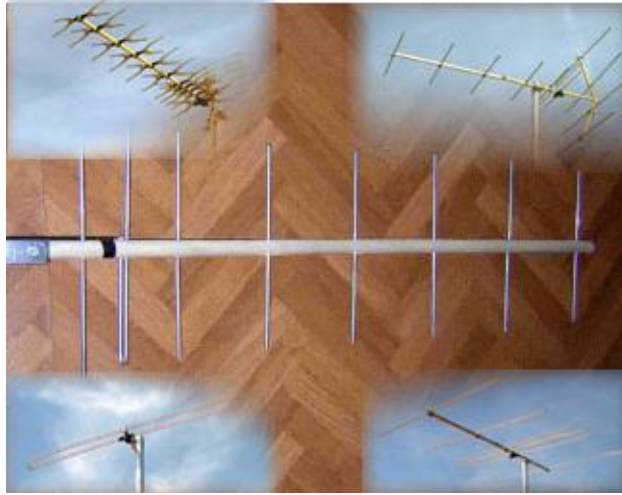
Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi ve beceriler ile haberleşme sistemleri alanında her türlü yayını (bilgi, sinyal) alabilmek veya gönderebilmek için vazgeçilmez bir unsur olan anten çeşitlerini ve elemanlarını tanıyıp ihtiyacınıza uygun anteni yapabilmek sizler için önemli, bir o kadar da zevkli bir adım olacaktır.

İnsanoğlunun en büyük tutkularından biri uzak mesafeleri yakınlaştırmak olmuştur. Burada olanları uzağa iletmek ve uzakta olanları kendisinin görebilmesini, öğrenebilmesini istemiştir. Bu ihtiyacın çözümünü bulmak hem işlerinde kolaylık hem de yakın ile uzak arasındaki farkları en aza indirmesini sağlamıştır.

20. yüzyılda teknolojinin, özellikle haberleşme teknolojisini baş döndürücü bir şekilde ilerlediğine şahit olduk. Uzağın bu kadar nasıl yakınımıza gelebildiğine tanıklık ediyoruz. Sadece ses iletiminin yanında ses ve görüntü iletimi de her insanın faydalanabildiği, kullanabildiği ve vazgeçemediği bir araç haline geldi. Cep telefonu, televizyon, radyo; kısacası uzağa iletilen bir bilginin olduğu her yerde antenin de olması gerektiği görülmüştür.

Uzaktaki bir nesnenin kontrolünde antenlerin önemli bir yeri vardır. Elimizdeki bir verici ile istediğimiz komutlar anten sayesinde uzağa (alıcıya) iletilmekte ve yine uzaktaki bir antenden bu sinyaller alınarak bağlı bulunduğu elektronik cihaza istenilen işler yaptırılmaktadır (açma, kapama, dönme vb.).

Bu kitapçıkta uzağı yakına getirebilmenin önemli unsurlarından biri olan antenleri tanıyacağız. İhtiyacımıza uygun anteni tasarlayıp gerekli araç gereçleri kullanarak tasarladığımız anteni yapabilmek için ihtiyacımız olan bilgiyi bulabileceksiniz.



Resim: Çeşitli antenler



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Anten çeşitlerini ve yerel anten elemanlarını tanıyacaksınız. Anten çeşitlerinden FM, UHF ve VHF antenlerini yapabilmek için gerekli hesaplamaları yapabilme yeterliliği kazanacaksınız.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Ø Radyolar hangi frekans aralıklarında yayın yapmaktadır?
- Ø Bir yerel antenin elemanlarını ve hangi şekilde olduklarını öğrenmelisiniz.
- Ø İlk radyo yayını hangi yıllarda başlamış ve Türkiye'ye ne zaman ilk yayın yapılmıştır?
- Ø Çevremizde gördüğünüz anten çeşitlerinin farklılıklarını sınıf ortamında tartışınız.

1. ANTEN ÇEŞİTLERİ VE HESABI

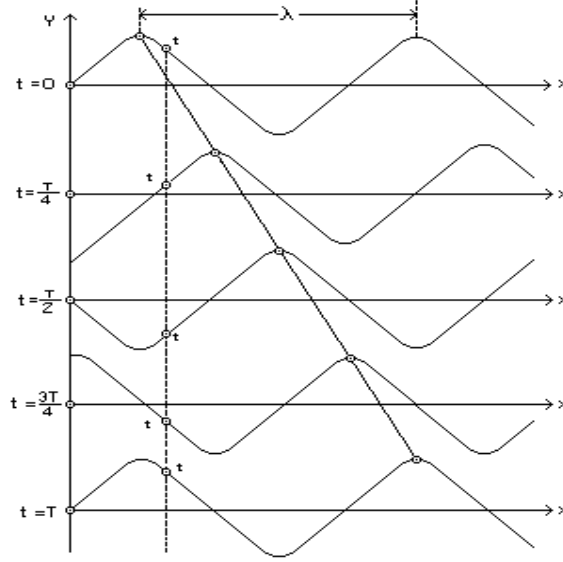
Durgun sulu bir, göle küçük bir taş atıldığında, taşın değdiği yerden çevreye doğru halkalar biçiminde dalgalar yayıldığı görülecektir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Sudaki dalga

Bu durum elektromanyetik dalga yayılımında da vardır. Ancak tek bir fark vardır ki o da verici antendeki elektronlar, alıcı antendeki elektronlara etkisini binlerce km uzaktan bile taşıyabilmektedir. Yani enerji (etki) havada yol almaktadır.

Dalgaları daha iyi anlamak için kısa aralıklarla dalgaların hareketlerini inceleyelim (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Dalga yayılmasından değişik görünümler

İki dalga tepesi arası metre cinsinden ölçülür ve bu uzunluğa “dalga boyu(l)” denir. Bir salınımın inip çıkması için geçen zamana (kendini tekrarladığı en küçük zaman aralığı) “periyot (T) denilir ve birimi saniyedir. Dalganın saniyede aldığı yol ise dalganın yayılma hızını verir. Dolayısı ile bir dalga yayılımı için aşağıdaki formül geçerlidir.

$$T = \frac{1}{f} \quad \Rightarrow \quad V = \frac{l}{T} = l \cdot f$$

Formül 1.1

V yayılım hızıdır. Diğer bir tanımla buna faz hızı da denir. f ise frekanstır.

Frekans (sıklık), elektromanyetik dalgaların ana belirleyici özelliği olduğuna göre, onları bir frekans sırasına dizebiliriz. İşte bu sıralamaya " Elektromanyetik Spektrum (dağılım)" denir. Elektromanyetik dalgaların özet biçimindeki bir spektrumunu aşağıda inceleyebiliriz.

| Frekans tanımı | Frekans | Dalga boyu |
|----------------------------|---------------|-------------|
| Çok alçak frekanslar (VLF) | 10-30 kHz | 30-10 Km. |
| Alçak frekanslar (LF) | 30-300 kHz | 10-1 Km. |
| Orta frekanslar (MF) | 300 kHz-3 MHz | 1 Km-100 m. |

Tablo 1.1: Elektromanyetik spektrumu

1.1. Anten Çeşitleri

Antenler, yüksek frekanslı enerjiyi elektromanyetik dalgalar halinde yayan veya gelen elektromanyetik dalgaları alan ve elektrik akımına çeviren sistemlere verilen genel addır.

Anten Rf (radyo frekans)sinyallerini boş alana ya da boş alandan alıcıya ulaşmasını sağlayan bir ara birimdir. Antenleri verici antenleri ve alıcı antenleri olmak üzere ikiye ayırabiliriz.

Verici antenleri yüksek frekanslı elektrik enerjisini elektromanyetik dalgalara çevirerek boş alana yayan iletkenler sistemidir. **Alıcı antenleri** ise vericinin gönderdiği elektromanyetik dalgaları alarak tekrar elektrik akımına çeviren iletkenler sistemidir.

Antenler, her ne kadar "pasif" eleman olarak tanımlansa da örneğin fiziki engeller arkasına yerleştirilen bir antenin yayın alanının önünün kesilmesi veya vericiden gelen sinyalin bir yönde odaklanarak yansıtılması ile istenilen noktada en çok yayın şiddeti elde edilmesi gibi özellikleri dikkate alındığında, aktif birer pasif eleman olarak tanımlanabilir. Aynı zamanda antenlerin kazançları vardır. Bu kazançlar alışı sisteminin randımanına ve anten elemanlarına bağlıdır.

Bir telsiz veya alıcı sisteminde, en az alıcı kadar hatta alıcıdan belki de daha önemli olanın antenin konumu ve yapısı olduğunu söyleyebiliriz. Elimizdeki en iyi verici veya alıcı, anten uygun olmadığı takdirde işimize yaramayacaktır.

Temel olarak iki tip anten bulunmaktadır. Bunlar hertz ve markoni antenleri olarak ayrılabilir. Hertz anteni yarım dalga boyunda ($l/2$) olup; diğer bir adları da dipol antenlerdir. Markoni antenler ise çeyrek dalga ($l/4$) boyunda antenlerdir. Bu tip antenler yere dik olarak kullanılmakta sinyalin yarısı toprakta, diğeri ise anten üzerinde meydana gelir. Bu tip antenler alçak frekanslarda çalışmaktadır ve dalga boyları çok uzun olan istasyonlarda kullanılır.

Evlerimizde kullandığımız tv antenleri dipol antenlere güzel bir örnek teşkil ederken, çoğunuzun rastladığı telsiz antenleri ise markoni tip antenlere emsal teşkil etmektedirler. Dikkat ederseniz bütün telsiz antenleri yere dik olarak monte edilir.

Temel bir anten, iletim hattının iletkenleri açılarak yapılabilir. Buradaki amaç iletim hattından daha fazla enerji yaymaktır. İletim hattının iki ucu açılıp uçları arasındaki mesafe arttırılırsa yayılan enerjinin miktarı da artar. İletim hattının uçları birbirine zıt yönde 90° katlanırsa elde edilen antene dipol anten denir. Şekil 1.3'te dipol antenin şekli ve dipol antenden yayılan elektromanyetik dalganın izi çizilmiştir. Antenden yayılan elektromanyetik dalganın yayılımı merkezden kenarlara doğru büyüyen daire halkaları şeklinde olmaktadır. Bunu durgun bir suya atılan taşın oluşturduğu dalgalar şekline benzetebiliriz.

Temelde gerekçe olarak dalga boyunun düşmesi ($l/2$, $l/4$, $l/8$ ) bant aralığının da daralması anlamındadır. Bunun sonucunda da dalga boyu yükselecektir(radyolarınızda kullandığınız kısa, uzun, orta dalga boyları...).

1.1.1. Hertz Anten (Yarım Dalga Anten)

Mümkün olduğunca az enerji harcayarak daha uzak noktalarla haberleşme düşüncemizi, yönlü antenlerle gerçekleştiriyoruz. Adından da anlaşılacağı üzere bu tip antenler, vericimizin yayın gücünü belirli bir noktaya yoğunlaştırarak iletmemizi sağlıyor. Çevremizden duyduğumuz isimleriyle yagiler, quad, beamler, dipol antenler veya hertz antrenler yönlü antenin türevleridir.

Yönlü antenlerin en basit, temel biçimi, hertz antenlerdir. $\lambda/2$ dalga boyundaki dipol antene hertz (yarım dalga dipol) anten denir. Genellikle 2MHz üzerindeki frekanslarda yaygın olarak kullanılır.

Dipol, sözcük anlamı ile iki kutup ya da iki uç anlamına gelir. Buradan da aslında dipol antenimizin özelliğini kavrayabiliriz. Kabaca iki uçlu tel de diyebiliriz.

Gerek maliyetinin düşük oluşu, gerek neredeyse her yerde uygulanabilir oluşu, yönlü anten kullanmak isteyenlerin dipol anten ile ilk denemeler yapmasını sağlar.

Hertz anten bir seri rezonans devresine eşittir. Bu sebeple hertz anten aynı zamanda bir rezonans antendir. Yüksek frekanslı elektrik enerjisi, antenin ortasından beslenir. Açık olan anten uçlarında gerilim maksimum, akım ise sıfırdır. Anten uçlarında oluşan gerilim zıt yönlüdür, her alternansta yer değiştirirler. Yön değiştiren zıt elektrik kutupları arasında, değişen elektrik alanları oluşur. Şekil 1.3'te hertz antende meydana gelen elektrik alan çizgileri görülmektedir.

Yarım dalga boyu dipol antenler, uzun tel antenlerin kısaltılmış bir şekli olarak düşünülmüş ve bu esastan hareket edilerek geliştirilmiştir. Diğer uzun tel anten cinslerinin kökeni, bu belli başlı anten boyutlarından kaynaklanır. Bir dipol antenin iletim hattı (genellikle, besleme hattı, iniş kablosu, koaks bağlantısı gibi tanımlamalar verilmiştir) iki elemanın tam ortasında yer almaktadır (Şekil 1.3.a). Orta noktasına ise besleme noktası denilmektedir. Bu besleme noktasının her iki tarafında çeyrek dalga boyu uzunluğunda dipol elemanları uzanır.

Örnek: $f= 100 \text{ MHz}$ 'de çalışacak dipol antenin boyutunu (l) bulunuz.

$$l = \frac{300 \cdot 10^6}{100 \cdot 10^6} = 3 \text{ metre} \quad l = \frac{l}{2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ metre} = 150 \text{ cm}$$

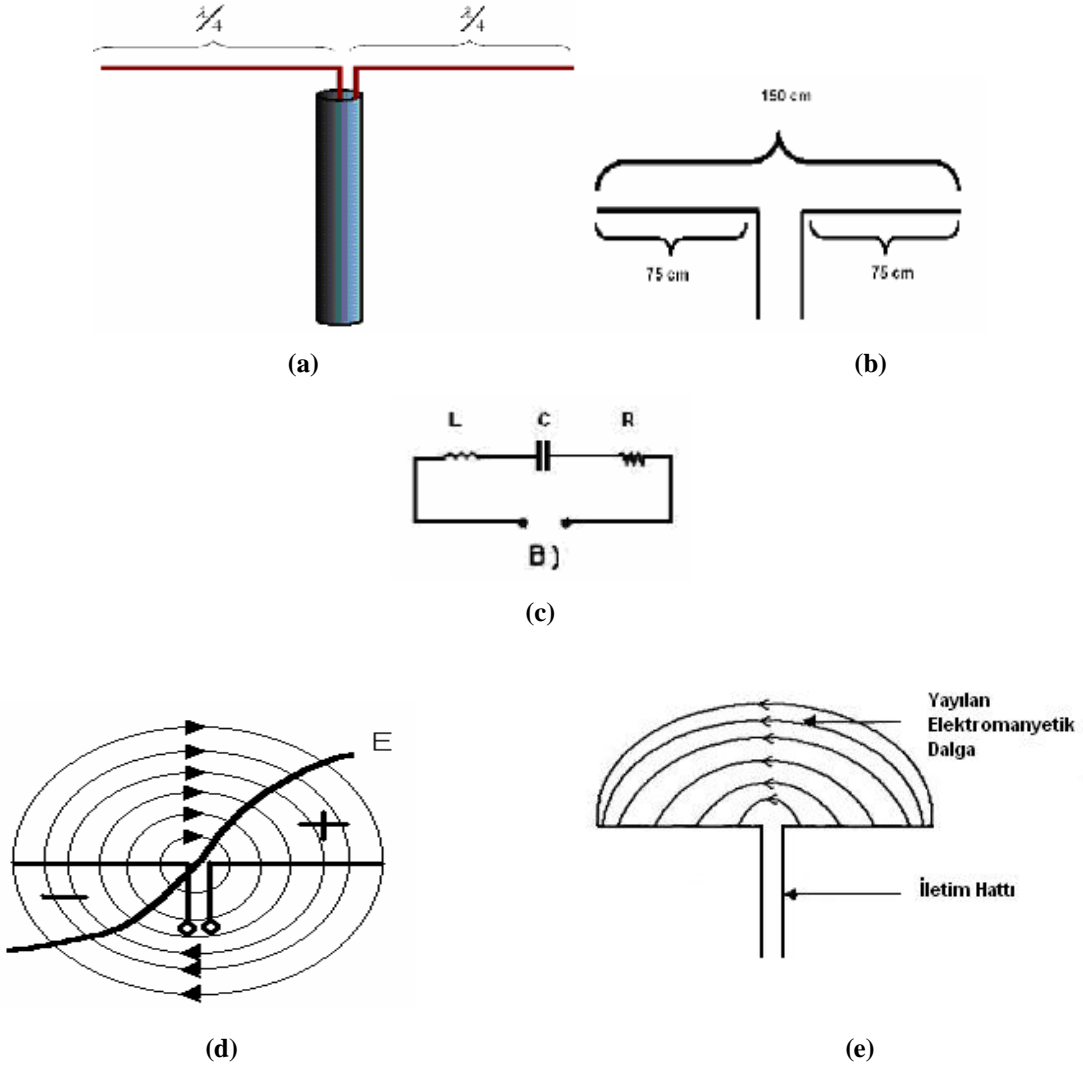
(Şekil 1.3.b)

Dipol antenlerde, tamamen boşlukta ve en pratik anten yüksekliklerinde besleme noktası empedansı yaklaşık olarak 72Ω 'dur. Kendisinden başka, yakınlarında herhangi bir cisim ve anten yüksekliğinin fonksiyonu bu empedansın değişmesine neden olacaktır. Yapı, direk, tepe ve diğer antenlerin bu empedansı etkileyeceğini hiçbir zaman hatırdan çıkarmamak gerekir. Aynı şekilde antenin yeterli düzeye sahip olmaması da bu empedansı etkilemektedir.

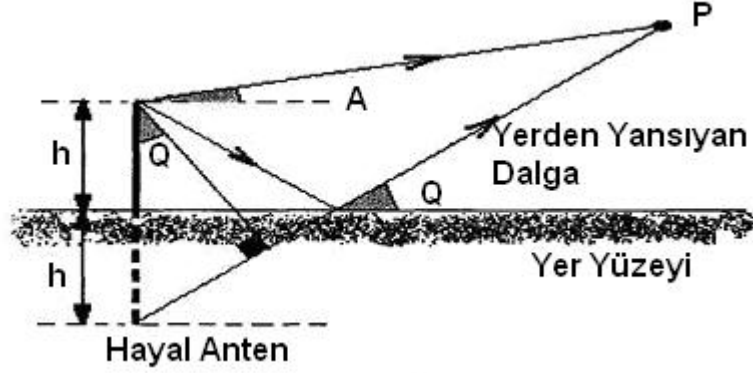
Enerjinin anten besle diği giriş uçlarında akım en büyüktür. Açık olan hat ucuna doğru antenden geçen akım yavaş yavaş azalır. Hat ucunda sıfır olur. Her alternans değişen

akım yönleri merkezde büyük ve uçlara doğru azalarak yayılan manyetik alan çizgileri oluşturulur. Oluşturulan manyetik alan, boşluğa elektromanyetik dalgalar şeklinde yayılır. Hertz antenin empedansı uçlarda yaklaşık 2500 Ω 'luk bir maksimum değer gösterirken antenin besleme noktasında empedansı az önce söylediğimiz gibi yaklaşık 72 Ω 'dur.

Hertz antenin yeryüzünde h kadar yüksekliğe monte edildiğini düşünürsek, hertz antenden yayılan elektromanyetik dalgalar boşlukta bir P noktasına ulaşır. P noktasına ulaşan elektromanyetik dalgalar iki yol izlemiştir, bunlar antenden direkt ulaşan dalgalar, diğeri ise yer yüzeyinden yansiyıp ulaşan dalgalardır. Bu durum şekil 1.4'te görülmektedir.



Şekil 1.3: a) Hertz antenin şekli b) Elektronik eş değer devresi
c-d)Hertz antende oluşan elektrik alan çizgileri



Şekil 1.4: Yer yüzeyinin hertz anten üzerindeki etkisi

Antenden çıkan enerjinin bir kısmı uzaktaki P noktasına doğrudan gider. Doğrudan giden dalganın takip ettiği yön yatay ile belli bir A açısı yapar. A anteninden çıkan enerjinin bir kısmı aşağı doğru yeryüzüne doğru iner. Yeryüzü iyi bir iletken olmadığından yeryüzünden yansıyor P noktasına gider. Yansıyan dalga ile doğrudan dalganın toplamı P noktasında görülür. Eğer yansıyan dalganın fazı 180° kaymışsa P noktasında ters fazlı iki dalga meydana gelir. Dolayısıyla toplam enerji bu durumda sıfırdır. Eğer yansıyan dalgadaki faz kayması olmamışsa P noktasında enerji iki katına çıkar. Hayal antenin gerçek antenin toprak yüzeyinden yüksekliği kadar, toprak altında yer aldığı ve yansıyan dalgaların hayal antenden yayıldığı kabul edilir. Bu etkiyi yok etmenin en iyi yolu, gerçek anteni yerden oldukça yükseğe monte etmektir. Ancak uygulamada bu imkansız olur. Çünkü antenin yüksekliği, antenin yayılma direncini etkiler. Bu da elektromanyetik dalgaların zayıflamasına yol açar.

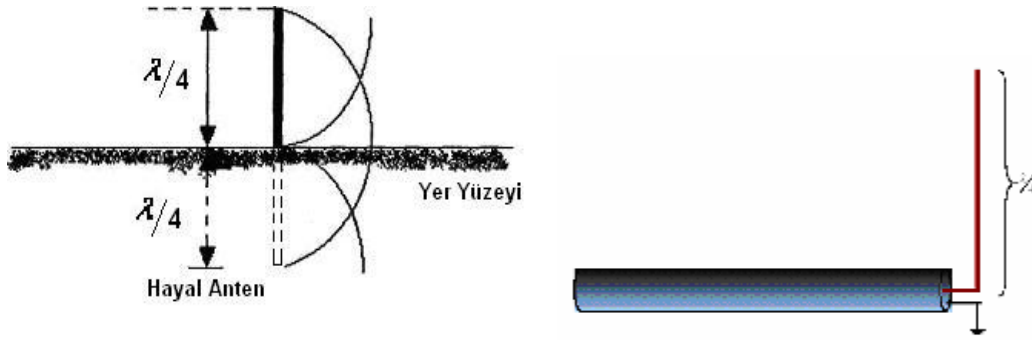
| Kanal | Frekans (MHz) | | Dalga Boyları (cm) |
|-------|---------------|-----|--------------------|
| 2 | 51 | 588 | 294 |
| 3 | 58 | 516 | 258 |
| 4 | 65 | 460 | 230 |
| 5 | 178 | 168 | 84 |
| 6 | 185 | 162 | 81 |
| 7 | 192 | 156 | 78 |
| 8 | 199 | 150 | 75 |
| 9 | 206 | 146 | 73 |
| 10 | 213 | 141 | 70,5 |
| 11 | 220 | 136 | 68 |
| 12 | 227 | 132 | 62 |

Tablo1.2: TV kanalları ve her kanalın dalga boyları verilmiştir.

1.1.2. Markoni Anten

Düsey olarak monte edilmiş alçak ucu doğrudan toprağa bağlanmış ya da antenin bir ayağı topraklanmış 1/4 dalga boyundaki tek kutuplu antenlere “Markoni Anten” denir. markoni anteni, yer yüzeyi üzerinde dik olarak durmakta olan çeyrek dalga uzunluğunda bir çubuktan oluşur. Yer yüzeyi bir iletken olduğu için elektriksel ayna işlevi görür. Aşağıdaki görüntüde anlaşıldığı gibi markoni anteni topraktan yansır ve sonuç olarak ortaya bir yarım dalga dipolü çıkar. Çalışma ve etki bakımından Markoni anten yarım dalga dipolün eşidir.

Yerden yansıyan dalgalar nedeniyle markoni antenin özellikleri hertz antenin özelliklerine benzer.



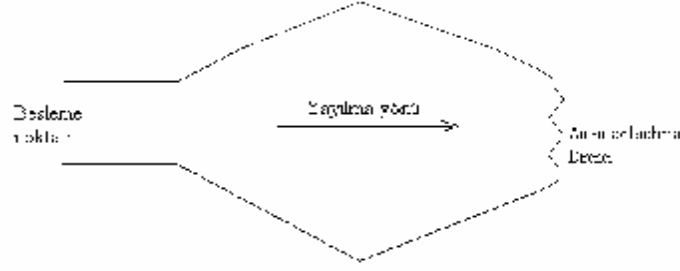
Şekil 1.5: Markoni anten

Şekil 1.5'te markoni antenin gerilim ve akım duran dalgaları görülmektedir. Şekilde Markoni antenin doğrudan yeryüzüne monte edildiği takdirde, gerçek anten ile hayal antenin birleştiği ve yarım dalga hertz antenin dalga izine eş değer olduğu görülmektedir. Akımın maksimum değeri, antenin topraklandığı uçlarda meydana geldiği, şekilden anlaşılmaktadır. Bu durum toprağa yüksek akım akışına neden olur. Anten gücü azalır. Güç kaybını azaltmak için yerin, kil ve humuslu toprak gibi iyi bir iletken olması gerekir.

Markoni antenin hertz antenine oranla en önemli avantajı, markoni antenin uzunluğunun hertz anteninin uzunluğunun yarısı olmasıdır. Dezavantajı ise markoni antenin toprağa yalnız monte edilmesidir.

1.1.3. Rombik Anten

Rombik anten eşkenar dörtgen teşkil edilecek şekilde birleştirilmiş dört iletkenen oluşur. Antenin bütün kenarları ve karşılıklı açıları birbirine eşittir. Rombik anten rezonansız bir antendir. Rombik anten 3MHz-30MHz arasındaki sinyallerin iletilmesinde kullanılır. En yaygın kullanılan rombik anten, ortasından yanlara uzatılmış bir iletim hattına benzer. Anten yatay olarak monte edilir. Toprağın yarım dalga yukarısında bulunur. Şekil 1.6'da rombik anten görülmektedir.

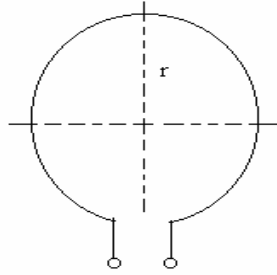


Şekil 1.6: Rombik anten

Her eleman, karakteristik empedansı ile sonlandırılmış bir iletim hattı gibi davranır, böylece dalgalar yalnızca ileri yöne doğru yayılır. Anten sonlandırma direnci, toplam anten giriş gücünün yaklaşık üçte birini harcar. Dolayısıyla bir rombik antenin maksimum verimi %67'dir.

1.1.4. Çerçeve Anten

Temel çerçeve anten, bir dalga boyundan yeteri kadar kısa olan ve RF akım taşıyan tek sarımlı tel bobindir. Bir çerçeve birbirine bağlanmış çok sayıda dipol ögesi olarak düşünülebilir. Dipoller kısa olduğundan çerçeve anten daireye benzer. Bir çerçeve antenin yayılım patenti, kısa ve yataydır. Dipolün yayılım patenti ile aynıdır. Şekil 1.7'de çerçeve anten şekli gösterilmiştir.



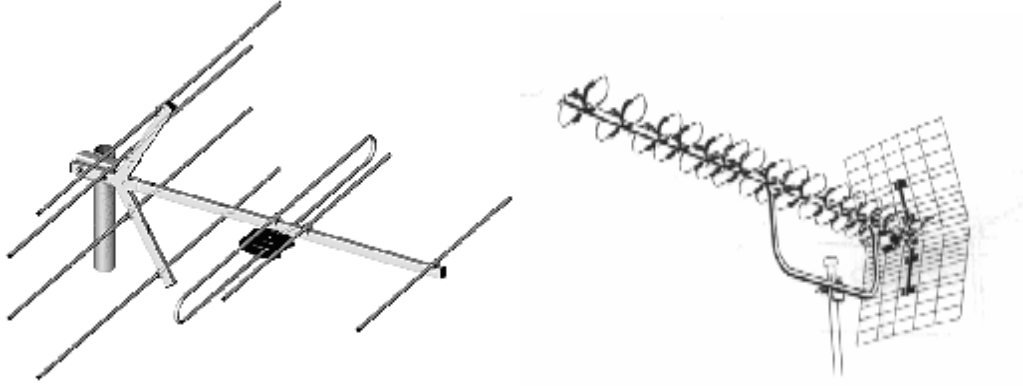
Şekil 1.7: Çerçeve anten

Çerçeve antenler çok alçak frekans uygulamalarında çoğunlukla birden çok tel sarımı ile yapılır. Düşey olarak polarize edilmiş küçük çerçeveler çoğunlukla yön bulma antenleri olarak kullanılır. Alınan sinyalin yönü, çerçeveyi bir sıfır değeri bulununcaya kadar döndürmek suretiyle bulunabilir. Sıfır değerinin elde edildiği yön, alınan sinyalin yönüdür. Çerçeve antenler daha çok mobil iletişiminde kullanılır.

1.1.5. FM - VHF – UHF Antenler

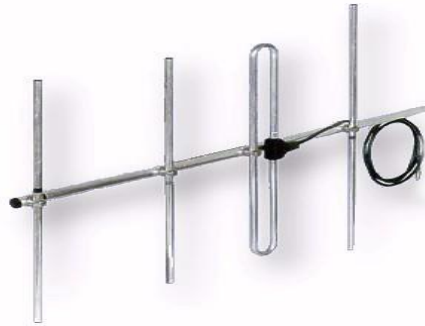
Televizyon yayınlarının alınmasında frekans ve bant çeşidine göre alıcı antenler kullanılır. Televizyon yayınları VHF 5-12 ve UHF 21 - 69 kanallarından yapılmaktadır. VHF bandından yayın yapan TV yayınlarını almak için VHF anten, UHF yayınlarını almak için UHF anten kullanılır Resim 1.1’de UHF ve VHF anten çeşitleri görülmektedir.

Çok elemanlı anten dizilerine **yaği anten** denir (UHF-VHF). Yaği anteni iki Japon bilim adamı bulmuştur. Yaği antene Japon bilim adamlarının isimleri olan Yaği Udo anten de denilmektedir. Televizyon yayınları başladığı senelerde yayın yapan TV kuruluşlarının sayısı çok azdı ve bu kanallar yayınlarını VHF bandında yapıyorlardı. Yayın yapan kuruluşlar zamanla kanal sayısının artmasıyla yayın frekanslarını da değiştirmişler ve UHF bandına geçmişlerdir. Çünkü UHF bandında yayın yapabilecek kanal sayısı VHF ye göre daha fazladır.



Resim 1.1: VHF ve UHF anten

FM bandından yayınları göndermek ve almak için ise FM antenleri kullanılmaktadır. FM bandındaki kanallar ise 88-108 MHz frekans aralıklarında yayın yapar. Bu frekansta yayın yapabilmek için ise aşağıda şekilde gösterildiği gibi FM antenler kullanılır (Resim 1.2).



Resim 1.2: FM anten

1.2. Yerel Anten Elemanları

Televizyon antenleri üç elamandan meydana gelir.
Bunlar yansıtıcı(reflektör), dipol ve yönlendirici(direktör)dir.

1.2.1. Yansıtıcı (Reflektör)

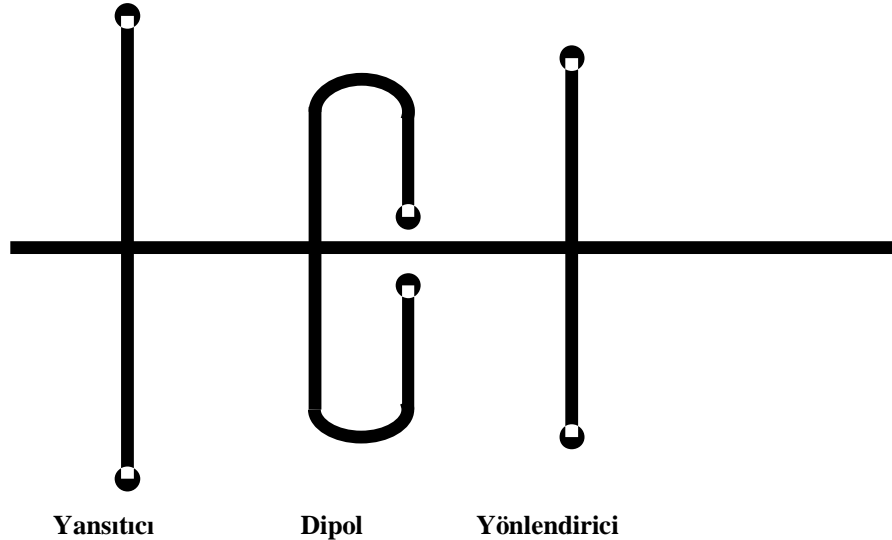
Metal taşıyıcı üzerine monte edilmiş bir dipolün sinyal geliş veya gidiş yönünde arkasına düşen ve yaklaşık olarak $\lambda / 4$ mesafeye yerleştirilen düz bir borudan yapılmış anten elemanına “yansıtıcı” denir. Yansıtıcının görevi vericiden gönderilen elektromanyetik dalgaları dipole doğru yönlendirmektir

1.2.2. Dipol

İki ucu birbirine yaklaştırılmış, bükülü ve $\lambda / 2$ boyundaki anten elemanına “dipol” denir. Alıcı anteni televizyon alıcısına dipol ile bağlanır. Dipol ile televizyon alıcısı arasındaki bağlantıda koaksiyel kablolar kullanılır. Burada kullanılan koaksiyel kabloların empedansının dipol empedansına eşit olması gerekir. Günümüzde kullanılan alıcı antenindeki dipol empedansı 75Ω 'dur. Dolayısıyla kullanılan koaksiyel kabloların empedansı da 75Ω 'dur. Televizyon yayınlarının başladığı ilk yıllarda dipol empedansı 300Ω 'du. Kullanılan iletim hattı ise iki telli paralel hatlardı. Bu durumda anten ile televizyon alıcısı arasında, empedans uygunlaştırıcı devreler kullanılıyordu. Artık günümüzde bu durum ortadan kalkmıştır.

1.2.3. Yönlendirici (Direktör)

Dipolün ön kısmında dalga boyu $\lambda / 8$ 'e kadar mesafeye, dipolün dış boyutlarından daha küçük çubuk şeklindeki metal borudan yapılmış anten elemanına “yönlendiriciler” denir. Anten dizisinde ne kadar fazla yönlendirici kullanılırsa, anten kazancı o kadar fazla olur. Yansıtıcı ve yönlendirici aldıkları radyasyon sinyallerini dipol üzerine tekrar yayar. Böylece dipol üzerindeki indüklenmiş bir gerilim meydana getirilir. İndüklenen gerilimin büyüklüğü ve fazı, kullanılan elemanların uzunluğu aralarındaki mesafeye bağlıdır.



Şekil 1.8: Anten elemanları

1.3. Anten Hesabı

1.3.1. FM Anten Hesabı

FM antenler, dikey (vertikal) çubuk antenler ile sinyalleri bütün yönlere yayar. Bu antenler normal menzilli görüşmeler için de yeterlidir. Bu tür antenler, diğer antenler gibi kullanılan frekansın dalga boyuyla orantılı olmak zorundadır.

Anten uzunluğunu hesaplamak için kullanacağımız formül:

$$l = \frac{300000000}{f} \quad (\text{Formül 1.2})$$

λ = Dalga boyu (metre)

f= Sinyalin frekans (Hertz)

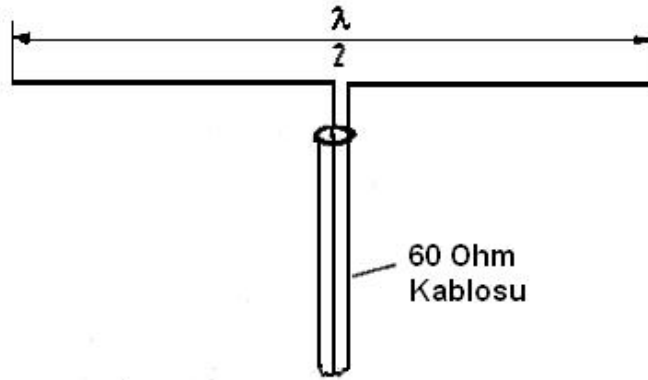
Örneğin, 90 MHz frekansında yayın yapan antenin uzunluğu aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$l = \frac{300000000}{f} = \frac{300000000}{90000000} = 3.33 \text{ metre}$$

3,33 metre, söz konusu frekansın tam dalga cinsinden karşılığıdır. İdeal anten boyunu anlatır. Ancak 3,33 metre uzunluğunda bir anteni çatıya dikmek hemen hemen olanaksızdır. Bu nedenle söz konusu dalga boyunun 5/8, 1/2 ya da ¼ 'ü alınır.

Dolayısı ile; 90 MHz için anten boyları:

1/1: 3,33 metre 5/8: 2,08 metre 1/2: 1.665 metre ¼ : 0,825 metre



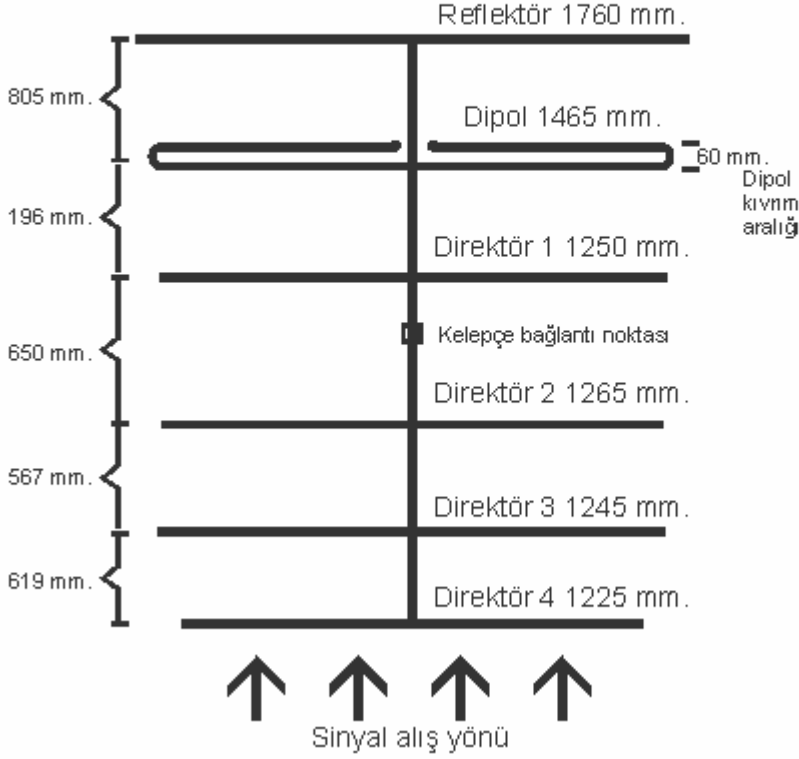
Şekil 1.9: Bir antenin koaksiyel kabloya bağlanması

Antenin boyu, tam dalga boyuna yaklaştığı oranda daha iyi sonuç alınır. Daha geniş bir alana seslenmek isteyen istasyonların 5/8 olarak anılan antenleri seçmelerinin nedeni budur. FM antenlerinin boyu konusunda ülkeden ülkeye değişen bazı kısıtlamalar olabilir. Örneğin kimi ülkelerde yarım dalga ve üstü anten kullanılması teorik olarak yasaktır.

Antenin, kendisine gönderilen sinyali en az kayıpla yayması için SWR ayarının yapılması gerekir. Teorik olarak yarım dalga bir antenin 90 MHz üzerinden çalışabilmesi için boyunun 2.08 metre olması gerektiğini örnekten hatırlayacaksınız. Antenin yerden uzaklığı, yakınında başka antenler bulunması, binanın çıkıntıları, bunların tümü söz konusu değeri etkiler. Bu nedenle anteni, mümkün olduğunca diğer antenlerden ve fiziksel çıkıntılardan uzak bir köşeye yerleştirmeniz gerekir.

Çok fazla radyo istasyonunun olduğu bazı bölgelerde yayın karışmaları sıkça rastlanan bir durumdur. Bu gibi durumlarda yönlü (direktif, tevcihli) anten çoğu zaman çözüm olmuştur. Bu tür antenlere “Yagi Dizisi” denir. Aşağıda FM radyo bandında çalışan 6 elemanlı Yagi anten ölçüleri ve yapımı anlatılacaktır. Günümüzde ister TV, ister FM radyo yayınlarının alınımında kurulacak sistemlerin tesisinde göz önünde bulundurulması gereken en önemli husus, çok elemanlı Yagi anten, yüksek kaliteli kablo, kaliteli metal ekranlama faktörü, yüksek bölücü (splitter) ve bağlantı elemanı (konektör) kullanmaktır ve olabildiğince kuvvetlendirici kullanılmamalıdır. Şayet kuvvetlendirici kullanmak zorunlu ise sadece çalışılan bandları kuvvetlendiren yapıda olmalıdır. Örnek olarak sadece FM bandında yayın alınacaksa 47~855 Mhz de çalışan bir yükselteç koyduğunuzda yayında karışıklığa sebep olacaktır. Dolayısı ile yapmamız gereken sadece FM bandı için yapılmış bir yükselteç kullanmaktır.

FM bandı radyo yayınları için
~8db kazançlı 6 elemanlı yagi anten
102-103 Mhz



Şekil 1.10: Fm anten

- Ø Eleman ve dipol boru çapı (alüminyum) 1cm= 10 mm'dir Boru uçlarına mantar veya plastikten tıpa yapılırsa rüzgarda uğultu yapması önlenmiş olur.
- Ø Boom, kare kesitli, 15x15 veya 20x20 mm alüminyum profil olabilir.
- Ø Boom boyu ~ 2900 mm'dir.
- Ø Çatı yüzeyinden ~ 3,35 m yüksekteki boruya bağlanırsa en verimli alış sağlanır.

İniş kablosu : Radyo(tuner) anten giriş empedansı 300 Ω ise dengeli paralel hat ile doğrudan bağlantı yapılır. Kablo her 60-70 cm'de, bir tur kendi etrafında çevrilerek inilir. 75 Ω ise araya bir empedans çevirici (BALUN) koymak gerekir. BALUN, empedans dönüşümü yapan bir elemandır, çeşitli oranlarda yapılır. Burada 1/4 oranındaki bizim konumuzdur. Şemadaki anten empedansı 300 Ω 'dur. Oysa son yıllarda yapılan müzik seti tuner radyo gibi elektronik cihazların anten girişleri 75 Ω 'dur. Antenimiz 102-103 Mhz frekansına göre hesap edilmiştir ve tam uyumlu olması bakımından balun da yine bu frekanslar göz önünde bulundurularak hesaplanacaktır. Aşağıda balun hesabı ve yapımı verilmektedir.

$$I = \frac{l}{2 \times 0,7}$$

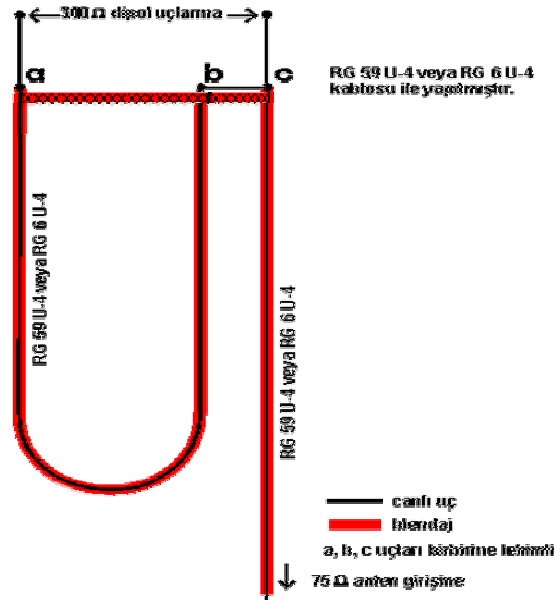
Formül 1.3

l : Balun için kesilecek kablo boyu
 λ : Dalga boyu
0,7 : sabit kat sayı (oran)

Önceki formülle, 102 MHz'deki dalga boyu 2,94 metre olarak bulunur bu formülde yerine konulur.

$$I = \frac{l}{2 \times 0,7} = \frac{2,94}{2 \times 0,7} \cong 103 \text{ cm}$$

**300 Ω kapalı dipolü 75 Ω empedansa çeviren
BALUN detayı**



Şekil 1.11: Balun detayı

1.3.2. VHF Anten Hesabı

Televizyon alıcılarında VHF ve UHF antenleri kullanılır. Her iki antenin de yapısı incelendiğinde, VHF antende kullanılan dipol ve yönlendirici boylarının, UHF antene göre daha uzun oldukları görülür. Bunun sebebi VHF bandının frekans aralığı ile UHF bandının frekans aralığının farklı olmasıdır. Dolayısı ile VHF ve UHF antenlerin hesabı yapılırken aynı formüller kullanılacaktır. Sadece frekans aralıklarının farklı olmasından dolayı sonuçlar farklı olacaktır. Aşağıda temel bir televizyon alıcı antenin hesabında kullanılan formüller verilmiştir.

Anten hesabında kullanılan formüller:

$$\emptyset \quad l = \frac{600}{F_1 + F_2} \quad (F_1 \text{ ve } F_2 \text{ MHz cinsinden kanalın frekans bandı}) \quad \text{Formül 1.4}$$

$$\emptyset \quad D_p = \frac{l}{2} - \frac{6l}{200} \quad (\text{Yarım Dalga dipolün uzunluğu}) \quad \text{Formül 1.5}$$

$$\emptyset \quad KD = 2D_p \quad (\text{Katlanmış dipolün uzunluğu}) \quad \text{Formül 1.6}$$

$$\emptyset \quad R = D_p + \frac{2l}{200} \quad (\text{Yansıtıcının uzunluğu}) \quad \text{Formül 1.7}$$

$$\emptyset \quad DR_1 = D_p - \frac{4l}{200} \quad (1. \text{ Yönlendiricinin uzunluğu}) \quad \text{Formül 1.8}$$

$$\emptyset \quad DR_2 = D_p - \frac{5l}{200} \quad (2. \text{ Yönlendiricinin uzunluğu}) \quad \text{Formül 1.9}$$

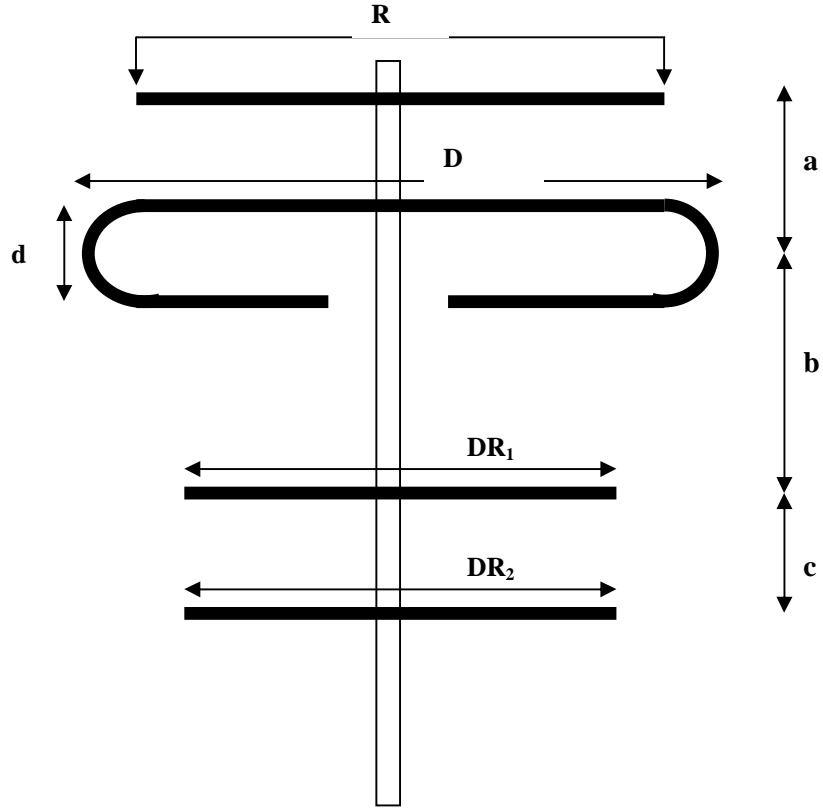
$$\emptyset \quad a = 0.251\lambda \quad (\text{Yansıtıcı ile Yönlendirici arasındaki mesafe}) \quad \text{Formül 1.10}$$

$$\emptyset \quad b = 0.15 \lambda \quad (\text{Dipol ile 1. Yönlendirici arasındaki mesafe}) \quad \text{Formül 1.11}$$

$$\emptyset \quad c = 0.30 \lambda \quad (1. \text{ Yönlendirici ile 2. Yönlendirici arasındaki mesafe}) \quad \text{Formül 1.12}$$

$$\emptyset \quad d = \frac{l}{64} \quad (\text{Katlanmış dipolün paralel iletkenleri arasındaki mesafe})$$

Formül 1.13



Şekil 1.12: TV anteni

Örnek: VHF III. Band 10. Kanaldan (220 - 225 MHz) yayın yapan bir TV kanalını izleyebilmek için kullanılacak 4 elemanlı bir televizyon alıcı anten elemanlarının fiziki uzunluğunu ve elemanlar arasındaki uzaklığı hesaplayınız.

$$l = \frac{600}{220 + 225} = \frac{600}{445} = 1,348m$$

$$D_p = \frac{l}{2} - \frac{6l}{200} = \frac{1,348}{2} - \frac{6 \cdot 1,348}{200} = 0,634$$

$$KD_p = 2D_p \quad KD_p = 2 \cdot 0,634 \quad KD_p = 1,268$$

$$R = D_p + \frac{2l}{200} \quad R = 0,634 + \frac{2 \cdot 1,348}{200} \quad R = 0,647m$$

$$DR_1 = D_p - \frac{4I}{200} \quad DR_1 = 0,634 - \frac{4.1,348}{200} \quad DR_1 = 0,607m$$

$$DR_2 = D_p - \frac{5I}{200} \quad DR_2 = 0,634 - \frac{5.1,348}{200} \quad DR_2 = 0,601m$$

$$a = 0,251I \quad a = 0,251.1,348 \quad a = 0,338m$$

$$b = 0,15I \quad b = 0,15.1,348 \quad b = 0,202m$$

$$c = 0,30.I \quad c = 0,30.1,348 \quad c = 0,404m$$

$$d = \frac{I}{64} \quad d = \frac{1,348}{64} \quad d = 0,021m$$

1.3.3. UHF Anten Hesabı

Önceki konularımızda da bahsedildiği gibi televizyon yayınları VHF 5-12 kanalları ve UHF 21-69 kanallarından yapılmaktadır. Dolayısıyla frekans aralığındaki farklılıktan kaynaklanan anten elemanlarının uzunluğu ve aralarındaki mesafede değişimler olacaktır. Anten elemanlarının uzunlukları ve aralarındaki mesafe yukarıdaki formüller kullanılarak hesaplanacaktır.

UYGULAMA FAALİYETİ

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|--|---|
| <p>Ø İhtiyaca uygun anten belirlemek.</p> <p>Ø 250-275 MHz arasında yayın yapan bir TV kanalını izleyebilmemiz için gerekli UHF anten hesabı yapmak.</p> <p>Ø VHF anten hesabı yapmak.</p> <p>Ø 88-89 MHz aralığında yayın yapan bir radyo kanalı dinleyebilmemiz için gerekli FM anten hesabı yapmak.</p> | <p>Ø Anten seçiminde yukarıdaki konu bir daha okunmalı ve yer yer verilen önerilere dikkat edilmelidir</p> <p>Ø Gerekli malzemeler (hesap makinesi, kağıt kalem vb.) temin etmeyi unutmayınız. Hesaplamalarda yukarıda anlatılan formüller kullanılacaktır. Formüllerde bir birine bağlı sonuçlar olduğundan bir hata, diğerlerinde de hataya sebep olacaktır</p> |

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. OBJEKTİF TEST

Aşağıdaki soruların cevaplarını doğru veya yanlış olarak değerlendiriniz.

1. (...) FM yayını yapabilmemiz için TV için yapılmış antenleri de kullanabiliriz.
2. (...) Bir VHF anten ile UHF bandındaki yayınları izleyemeyiz.
3. (...) Bir VHF dalgası ile FM dalgasının yayılması tümüyle birbirinin aynısıdır.
4. (...) UHF ve FM dalgaları 300 000 km/sn hızla yayılır.
5. (...) Bir UHF antenin Hesabını yaparken kullanacağımız formüller ile VHF anteni yaparken kullanacağımız formüller aynı **değildir.**
6. (...) Yansıtıcı boyu ile dipol boyu birbirine eşittir.
7. (...) Yönlendiricideki bükülme aralığı önemlidir.
8. (...) Antene bağlanacak kablo seçimi önemlidir.
9. (...) Antenin nereye yerleştirileceği yayın kalitesi bakımından önemlidir.
10. (...) FM anten hesabı ile UHF-VHF anten hesabı birbiriyle aynıdır.

B. UYGULAMALI TEST

Bir arkadaşınızla birlikte yaptığımız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek ,eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

| DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLER | | Evet | Hayır |
|------------------------------------|--|------|-------|
| İŞLEM BASAMAKLARI | | | |
| 1 | İhtiyaca uygun anteni belirlediniz mi? | | |
| 2 | Gerekli olan UHF anten hesabını yaptınız mı? | | |
| 3 | VHF anten hesabını yaptınız mı? | | |
| 4 | FM antenin istenilen frekansta gerekli anten hesabını yaptınız mı? | | |
| DÜZENLİ VE KURALLARA UYGUN ÇALIŞMA | | | |
| 5 | Mesleğe uygun kıyafet(önlük) giydiniz mi? | | |
| 6 | Uygulamanızı öğretmeninize gösterdiniz mi? | | |

DEĞERLENDİRME

Yaptığımız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksiklerinizi araştırarak ya da öğretmenizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Anten ile alıcı arasında empedans uygunlaştırma elamanlarını, çeşitlerini, iletim (transmisyon) hattını tanıyabileceksiniz İhtiyaca uygun anten tasarlamak için empedans uygunlaştırması yapabilme becerisini kazanabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Ø Elektrik, elektronik malzeme satışı yapılan mağazalarda kablo çeşitlerini inceleyiniz.
- Ø Yerel anten bağlantısı yapılırken kullanılan kabloları inceleyiniz.
- Ø Çevrenizdeki antenlerdeki anten bağlantılarının aynı olup olmadığını gözlemleyiniz.

2. EMPEDANS UYGUNLAŞTIRMA

TV alıcısı ile anten arasındaki sistemde her noktada empedans uygunlaştırmanın sağlanması gerekir. Aksi halde hem gelen sinyal zayıflar hem de hat üzerinde ileri geri yansıyan dalgalar oluşur. Bu da alıcıda, yansıyan resimlerin oluşmasına neden olur. Anten ile TV alıcısı arasındaki empedans uygunlaştırma iki şekilde yapılır.

2.1. Anten Sisteminde Empedans Uygunlaştırma

TV alıcısı ile anten arasındaki sistemde, her noktadan empedans uygunluğunun sağlanması gerekir. Aksi halde hem gelen sinyal zayıflar hem de hat üzerinde ileri geri yansıyan dalgalar oluşur. Bu da alınan resimde istenmeyen yansıma gölgelerine sebep olur. Anten sisteminde, alıcı ile anten arasındaki iletkenler ve empedans uygunlaştırıcılar görülür.

Bazı alıcıların anten giriş terminalleri iki fiş (fiş basan) girişlidir. Bu alıcılara 240 Ω (Ohm)'luk simetrik kablolar doğrudan doğruya bağlanabilir. Eğer iniş kablosu koaksiyel ise empedansı 60 Ω 'dur. TV girişinde empedans uygunluğunu sağlayan bir palsin (Sim-5) kullanmak gerekir. Balun yüksek frekansta çalışan empedans uygunlaştırıcı bir transformatördür. Balun, 60 Ω 'dan 240 Ω 'a geçişte empedans uygunluğu sağlarken aynı zamanda dengesiz hattan dengeliye geçiş sağlar. Sim-5 aslında iki ayrı transformatörün birleşmesiyle oluşur. İki transformatör arasındaki manyetik kuplaj yoktur. Çekirdek ortadan kırılmış olsa da çalışma bakımından bir fark olmaz. Ancak kullanılabilirlik sağladığından tek parça olarak yapılırlar.

Transistörlü tuner girişleri yuvarlak 60 Ω 'luk jak girişlidir. TV girişi böyle 60 Ω olduğunda, 240 Ω 'luk kabloyu bağlarken, yine balun (Sim-5) kullanılır. Bu defa 240 Ω kısmı

girişe, 60 Ω kısmı çıkışa getirilir. Böylece balunlar iki yönde de kullanılabilirler. Bu elemanlar, katlanmış dipol antene koaksiyel kablo bağlanırken de kullanılabilirler.

Katlanmış dipol antene (240 Ω), koaksiyel kabloyu bağlarken, kablo parçaları ile hazırlanan balunlar kullanılabilir. Burada kullanılan kablo boyları alıcının çalıştığı kanal frekansına uygun olarak hazırlanır.

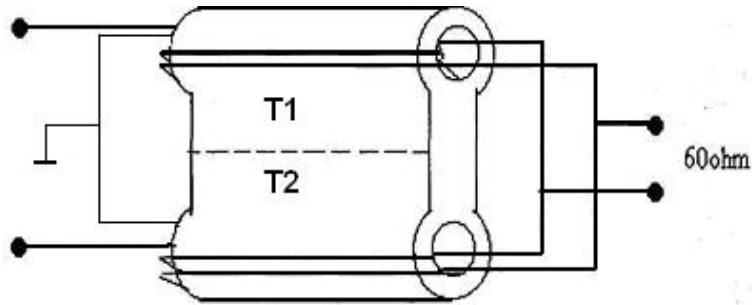
Çok elemanlı antenlerde, kullanılan eleman sayısının artması ile katlanmış dipol antenin empedansının düştüğü, daha önce açıklanmıştır. Kullanılan simetrik kabloda, bu nedenle yansımalar olabilir. Yansımaları önlemek amacıyla TV girişi uçlarına: $\lambda / 4$ dalga boyunda simetrik kablo parçası ilave ederek, uçlarını kısa devre ediniz. $\lambda / 4$ boyunda kısa devre edilmiş hat parçası; paralel rezonans etkisi sağlar. Böylece rezonans frekanslı sinyallere yüksek empedans, bunun dışındakilere alçak empedans gösterir. Alınması istenen istasyonda, alıcının seçicilik ve duyarlılığının artmasını sağlar. Örneğin alıcı 10. kanalda çalışıyorsa $\lambda / 4$ kablo parçası 35 cm boyunda olur. Bu kabloyu anten girişine bağladığınızda önce uçlar açıkken resmin karlı olduğunu görürüz. Uçları kısa devre ettiğinizde resmin oldukça netleştiğini fark edeceksiniz. Aynı amaçla $\lambda / 2$ boyunda açık uçlu hat parçası kullanılabilir. Sigara paketlerinden çıkan kalaylı kağıtlar, simetrik kablo üzerine sarılarak ileri geri hareket ettirilir. Bu yolla resmin netliği sağlanabilir. Yapılan işlem, hattın reaktansını gidererek maksimum güç alınmasını sağlar.

2.2. Balun Sistemi

Anten empedansının cihazın (alıcı –verici) empedansına uygunlaştırma işlemini yapan sistemdir.

Yüksek frekansta çalışan empedans uygunlaştırıcı bir transformatördür. Balun 60 Ohm'dan 240 Ohm'a geçiş sağlarken aynı zamanda dengesiz hattan, dengeli hatta geçiş sağlar. Şekil 2.1 'de balunun (SİM5) yapılışı gösterilmektedir.

Çekirdek
240ohm



Şekil 2.1 : Balun (Sim 5)

Balun iki ayrı transformatörden meydana gelir. Transformatörler arasında manyetik kublaj yoktur. Televizyon alıcılarının tüner girişi 60 Ohm'luk dişi jakla girişlidir. 240 Ohm'luk kabloyu bağlarken balunun 240 girişi kabloya 60 Ohm çıkışı ise TV alıcısına bağlanır. Katlanmış dipol empedansı 60 Ohm ise bu sefer baluna ters bağlayarak kullanılır.

Balun hesabı aşağıdaki formüller kullanılarak yapılır.

$$I = \frac{l}{2 \times 0,7}$$

I balun için kesilecek kablo boyu

λ : dalga boyu

0,7 : sabit sayı(oran)

2.2.1. Balun Kullanma Nedenleri

- Ø Balunlar, kullanılan anten empedansında bir değişiklik yapmak için.
- Ø Dengeli yükleri dengesiz yada dengesiz yükleri dengeli hale getirmek için.
- Ø İstenmeyen frekansları bastırmak için kullanılır.
- Ø Antenlerin empedansları, vericiyi antene uydurmada birçok zorluk ortaya çıkarır. Ölçülen empedans anten iniş kablosunun uzunluğuna bağlı olarak da değişebilir.
- Ø Bu değişiklik kullanılan ucuz SWR-metrelerde görülmez.
- Ø Empedans uyumsuzluğunda bir simetrik anten örneğin bir beam antenin her iki yarısına istenmeyen akımlar dağılırsa bu çevreyi de etkileyen bir takım sonuçlar doğurur. Örneğin vericiden itibaren koaksiyel iniş kablosundan HF akımları yayılabilir. SWR-metrenin gösterdiği ölçümlerde hatalar ortaya çıkabilir. Bu istenmeyen HF akımları çevredeki cihazlarda, örneğin kendi vericimizin mikrofon girişindeki LF karıştırma ile, komşularımızın TV'lerinin detektörlerindeki karışırmalar (TVİ-SARKMA= ENTERFERANS)gibi problemler yaratabilir.
- Ø Balunlar antenle iniş kablosu arasında tam bir izolasyon gerçekleştirir.Bu ise antenimizde maksimum bant genişliği elde etmemizi sağlar.

2.2.2. Balunun Faydaları

- Ø İstenen HF akımlarını koaksiyel iniş kablosu ile bir dipol ya da beam antene verir.
- Ø Koaksiyel iniş hattı üzerindeki geri dönen HF akımlarını yok eder. Dengeli antenlerde inişte daima balun kullanılmalıdır. 1/1 balun (50 Ohm /50 Ohm yada 75 Ohm/75 Ohm)

2.2.3. Balun Çeşitleri

- Ø 1/1 balun dipol ve beam antenlerde kullanılır.
- Ø 1/2 balun delta loop antenlerde kullanılır.
- Ø 1/4 balun katlanmış dipol antenlerde kullanılır.
- Ø 1/6 balun koaksiyel beslemeli windom antenlerde kullanılır.(fd4 types)
- Ø 1/10 balun besleme noktası empedansı 250...1000 Ohm arası olan simetrik antenlerde kullanılır.
- Ø 1/12 balun uzun mesafeli koaksiyel kablolarda, 600 Ohm paralel tel hatlarda Rf enerji transferi için kullanılır.

2.2.4. Balun Yapımı

2.2.4.1. 1/1 Balun Yapımı



Resim2.1: 1/1 Balun yapımı

2.2.4.2. Toroid Üzerine 1/1 Balun Sarımı

İhtiyacımız olan malzemeler:

İç çapı: 22mm

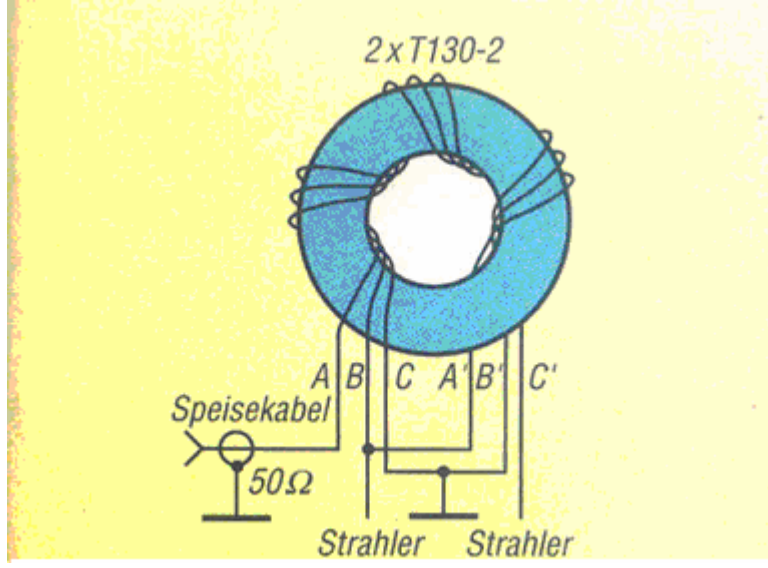
Dış çapı: 37mm

Yükseklik: 23 mm olan pembe renkli toroid

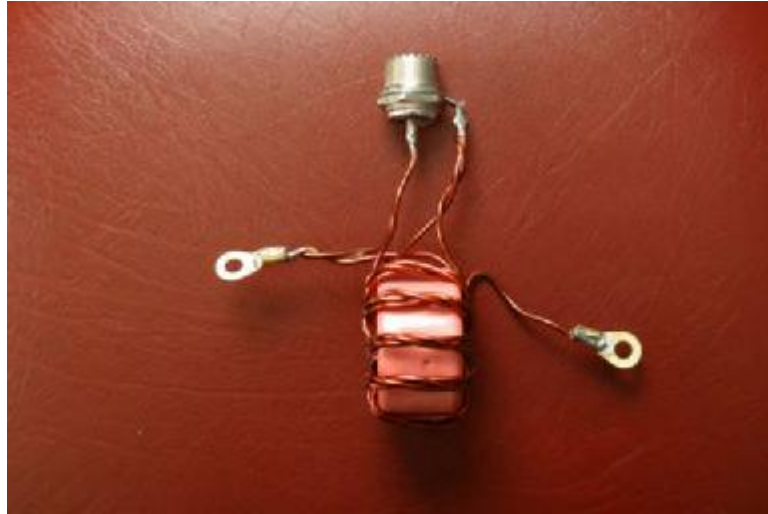
3 adet 70 cm uzunluğunda 1.2mm kalınlığında emaye bobin teli,

1 adet so 239 dişi bağlantı elemanı.

- Ø Yapacağımız ilk işlem 3 adet 70 cm uzunluğundaki emaye kaplı bobin telini birbirlerinin üzerine bindirerek kıvrırmak olacak.
- Ø Daha sonra tek parça haline getirdiğimiz bu tel, şekilde görüldüğü gibi toroid üzerine 7 tur sarılacak.
- Ø Bu işlem bittikten sonra sardığımız balunun alt ve üst tarafta kalan her üç ucu da bir eğe veya falçata ile lehim yapılacak yerleri kazınacak.
- Ø Son olarak temizlenen bu uçlar şekilde görüldüğü gibi işaretlenerek, gerekli bağlantılar yapılacak.



Resim 2.2: Troid üzerine 1/1 balun yapımı



Resim 2.3: 1/1 balunun bitmiş hali

2.2.4.3. 1/6 Balun Yapımı

İhtiyacımız olan malzemeler:

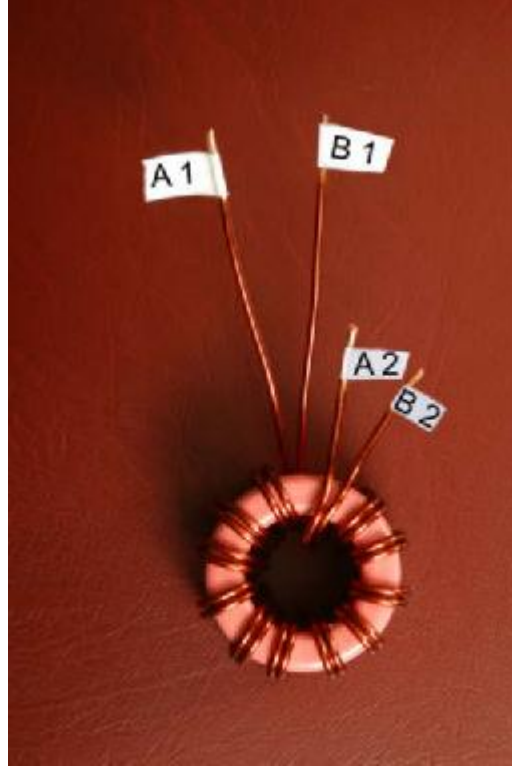
- Ø İç çap:22 mm
- Ø Dış çap:37mm
- Ø Yükseklik:23 mm olan pembe renkli toroid
- Ø 1 adet 75 cm uzunluğunda 2,5 mm emaye bobin teli
- Ø 1 adet SO-239 dişi bağlantı elemanı.



Resim 2.4: 1/6 Balun yapımı

Şekilde gösterilen yönden başlayarak 2 adet bobin telini yan yana 12 tur sıkıca toroid üzerine sarılalım. Sarım bittikten sonra alt kısımda kalan A ucu, üst kısımda kalan B ucuyla birleştirelim ve anten bağlantı elemanını şase kısmına lehimleyelim.

Yine üst kısımda kalan B kısmı 10.turdan, anten bağlantı elemanı orta ucu için uç çıkaralım. Toroid üzerinde kalan diğer iki uç anten telleri için bağlantı uçları olacaktır.

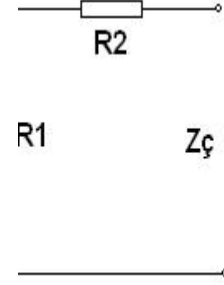
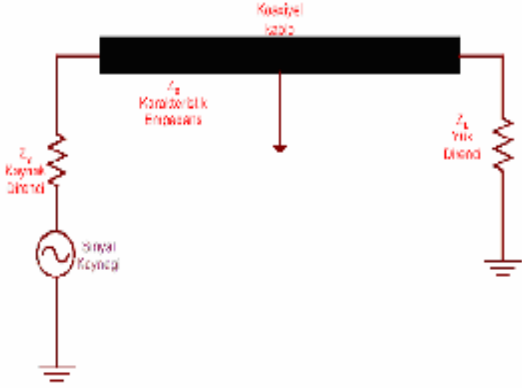


Resim 2.5: 1/6 Balun'un uçları işaretlenmiş şekli

2.3. Dirençle Yapılan Empedans Uygunlaştırma

Kaynak tarafından hatta verilen radyo frekans enerjisinin yüke tam olarak aktarılabilmesi için, kaynak empedansının karakteristik empedansa, karakteristik empedansın da yük empedansına eşit olması gerekir ($Z_S=Z_o=Z_L$). Bu şartın sağlandığı duruma “empedans uygunlaştırma” denir. Empedans uygunluğunun sağlanmadığı durumlarda yüke gönderilen enerjinin bir kısmı geri yansır. Geri yansıyan dalgalar, yüke doğru giden dalgalarla etkileşerek hat üzerinde duran dalgalar oluştururlar. Yansımanın fazla olması durumunda kaynak zarar görür ya da yanar (Şekil 2.2a).

Televizyon alıcılarında balun yerine dirençle empedans uygunlaştırma devreleri kullanılabilir. Dirençle empedans uygunlaştırmada, giriş sinyali bir miktar zayıflar. Fakat iletim hattındaki yansımaları önledikleri için kullanışlıdır. Şekil 2.2 (b) 'de dengeli ve dengesiz hatlarda kullanılan empedans uygunlaştırıcılar ile burada kullanılan R1 ve R2 dirençlerin değerlerinin hesaplanması için kullanılan formüller görülmektedir.



a) b)
Şekil 2.2: Dengeli dengesiz empedans uygunlaştırıcı

$$R1 = Z_g \sqrt{\frac{Z_ç}{Z_ç - Z_g}} \quad \text{Formül 2.2}$$

$$R2 = \sqrt{Z_ç (Z_ç - Z_g)} \quad \text{Formül 2.3}$$

Örnek: Giriş empedansı 72 Ohm , çıkış empedansı 320 Ohm olan empedans uygunlaştırıcının R1 ve R2 dirençlerinin değerlerini bulunuz.

$$R1 = Z_g \sqrt{\frac{Z_ç}{Z_ç - Z_g}}$$

$$R2 = \sqrt{Z_ç (Z_ç - Z_g)}$$

$$R1 = 72 \sqrt{\frac{320}{320 - 72}}$$

$$R2 = \sqrt{320 \cdot (320 - 72)}$$

$$R1 = 72 \cdot \sqrt{\frac{320}{248}}$$

$$R2 = \sqrt{320 \cdot 248}$$

$$R1 = 72 \cdot 1,13 = 81,78 \text{ Ohm}$$

$$R2 = 281,70 \text{ Ohm}$$

2.4. Transmisyon(İletim) Hatları

RF iletim hatları, RF güç kaynağından bir yüke, genellikle bir antene (anten de bir yükür), kaynağın ürettiği RF gücünün nakledilmesine yarayan hatlara verilen genel isimdir. Elektromanyetik enerjiyi almakta ya da göndermekte kullanılan hatlara “Transmisyon (İletim)” hatları denir. Bunlara nakil (Transmission) hattı ya da besleme hattı (Feedline) denilmektedir. Mükemmel bir nakil hattı, kendisine uygulanan tüm RF enerjisini, kendisi yayın yapmadan kayıpsız olarak antene ulaştıran hattır.

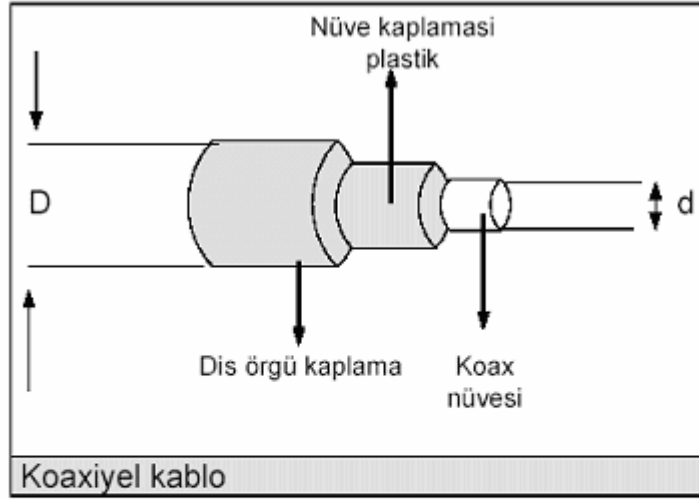
İletim hatları ikiye ayrılır:

- Ø Dengeli (Balance) hat: Bir gidiş teli, bir de dönüş teli vardır. Gidiş ve dönüş telleri tek bir kablo içerisindeydir. Dengeli hatların özelliği, topraklama istemez.
- Ø Dengesiz (Unbalanced) hat: Dönüş hattı toprak olan kablodur. Koaksiyel kablolar dengesiz hatlara örnektir.

Her nakil hattının kendine özel bir karakteristik (Z_0) empedansı vardır.

Bu karakteristik empedans:

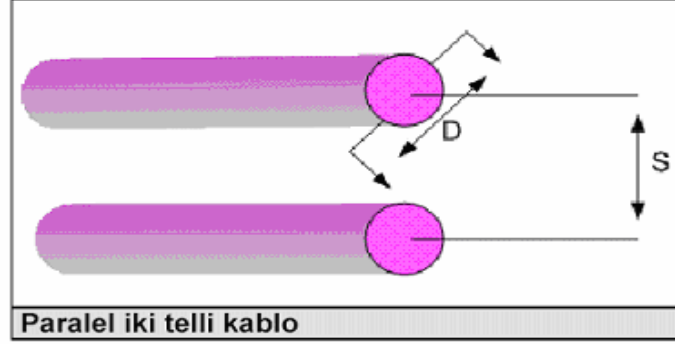
- Ø Hattın yapısal boyutlarına,
- Ø İletkenlerinin aralık mesafesine,
- Ø Yapımında kullanılan dielektrik (yalıtım) maddesinin cinsine bağlıdır.



$$Z_0 = 138 \log \frac{D}{d}$$

D : Dış örgü çapı (inch)
d: İç iletken çapı (inch)

Şekil 2.3: Koaksiyel kablonun karakteristik empedansı



$$Z_0 = 276 \log \frac{2S}{D}$$

S iki iletken çapı arasındaki mesafe (inch)

D: Bir iletkenin çapı (inch) (1 inch=2,52 cm)

Şekil 2.4: Paralel iki telli kablonun karakteristik empedansı

Boşlukta yayılan elektromanyetik bir dalğanın akım ve voltaj dağılımı, kendine has özel bir orantı dahilinde gerçekleşir. Bu orantı :

$$\frac{E}{I} = 120\pi \text{ (pi)'dir}$$

Formül 2.4

Bu hesap yaklaşık olarak 377 Ohm'dur. Yani boşluğun karakteristik empedansı $Z_0 = 377 \text{ Ohm}$ 'dur. İletim hattının karakteristik empedansı, eğer bu hat bir anteni besliyorsa yani diğer bir deyişle yük bir anten ise ve antenin karakteristik empedansına çok yakın bir değerde ise düşük bir SWR(duran dalga oranı) değeri vardır. Nakil hattı herhangi bir uzunlukta olabilir. Bu tip iletim hattına "Dengesiz (Non-resonant - ayarsız)" nakil hattı veya düz (Flat) nakil hattı denir.

Antenlerde SWR değeri önemli bir faktördür. Anten yapımında ve hesabında göz ardı edilmemelidir. Eğer nakil hattının karakteristik empedansı antenin karakteristik empedansına uymuyorsa yüksek SWR vardır. Bu durumda iletim hattı frekansla uyumlu boyda kesilirse SWR bir miktar düşürülebilir. Bu tip transmisyon hattına "çalışma frekansına ayarlı (Resonant- dengeli) iletim hattı" diyoruz. Ayarlı olarak kullanılacak nakil hattını, aşağıda verilen formüllere uygun olarak keserseniz , SWR'nin daha düşük bir değer gösterdiğini göreceksiniz:

$$Uzunluk(metre) = \frac{300.Vf}{F} \quad \text{Formül 2.5}$$

$$Uzunluk(feet) = \frac{983,6.Vf}{F} \quad \text{Formül 2.6}$$

Vf = Nakil hattı hız faktörü (Velocity factor)

F = Frekans (MHz olarak)

2.4.1. Hız Faktörü

RF enerjisinin hat boyunca ışık hızında hareket ettiği düşünülür ancak bu hız iletkenler arasındaki yalıtım(dielektrik) maddesi hava ise (boşluk = vacuum= free space) doğru olur. Eğer nakil hattındaki iletkenler arasında havadan başka bir yalıtım maddesi kullanılmışsa bu durumda enerjinin hızı biraz düşük olacaktır.

Elektrik akımı, boşluk (Vacuum) dışındaki başka herhangi bir ortamda ışık hızında hareket etmez. Bundan dolayı belli bir frekanstaki işaretin, iletim hattı boyunca hareketi için gerekli olan zaman, aynı işaretin boşluktaki aynı mesafedeki hareketi için gerekli olan zamandan uzundur. Yani bir gecikme söz konusudur ve bu gecikme, hattın özelliklerinin bir fonksiyonu olarak ortaya çıkar ve buna iletkenler arasına konulan yalıtkan maddenin yalıtkanlık sabitesini eklemek gerekir. Bu gecikme hız faktörü (Velocity Factor) olarak isimlendirilir ve yalıtkanlık sabitesine doğrudan bağlıdır. Aşağıdaki formülle ifade edilir:

$$Vf = \frac{1}{\sqrt{e}} \quad \text{Formül 2.7}$$

e= Yalıtkanlık Sabitesi

Tam dalga boylarındaki formülü yukarıda vermiştik ancak çeyrek dalga boyu nakil hattı aynı zamanda empedans uygulayıcı ($\frac{1}{4}$ lambda stub) olarak kullanıldığı için ayrı bir formül kullanmak hesaplamayı kolaylaştıracaktır:

$$1/ 4l = \frac{245,9}{f} \cdot Vf \quad \text{olarak hesaplanır.} \quad \text{Formül 2.8}$$

İletim hattının kendisinin sisteme bir SWR eklememesi için, uzunluğu boyunca genel (uniform) bir karakteristiğe sahip olması gereklidir yani imalat hataları olmamalıdır. Bu çok önemli bir faktördür. Bu olay özellikle koaksiyel nakil hatlarında çok önem kazanmaktadır ve koaks nakil hattının her noktasındaki karakteristik empedansı aynı olmalıdır. Çok fazla bükülmüş olduğu görülen koaksiyel kablolarını bu sebepten dolayı RF enerjisi naklinde kullanmamak gereklidir. Çünkü bükülen noktadaki empedansı mesela 80 Ω 'a yükselmiş ise antenin besleme noktasındaki empedansı 50 Ω ise bu durumda; böyle bir hatta 80 / 50 = 1,6 SWR mevcut olacaktır. Zaman zaman SWR'yi bir türlü düşüremediğimiz de böyle bir olasılığın varlığının düşünülmesi gereklidir.

Nakil hattının elektriksel uzunluğu frekansla ilgilidir ve dalga boyu (Lambda) ile ölçülür. Elektriksel uzunluk daima fiziksel uzunluktan fazladır. Bunun sebebi 1 saykılın (frekansın 1 periyodunun) zaman olarak uzunluğu frekansına bağlıdır. Fakat iletim hattı içindeki seyahat mesafesinin zamanı RF enerjisinin boşluktaki hızına bağlıdır. Ancak boşluktaki hızından daha azdır.

Bundan dolayı yalıtkanlık sabitesi ile ilgili ifadeye ayrıca şu ifadeyi de eklemek gerekir: "RF enerjisinin boşluktaki hızının hat içindeki hızına oranına, hız faktörü (Velocity factor) " denir. Tipik bir koaksiyal kablo için bu faktör 0.66'dır.

Mükemmel bir besleme hattının karakteristik empedansı L/C oranına eşittir. Bu ifade “İletkenlerin direnç (Ω) değerleri sıfırdır ve aralarında hiç sızıntı yoktur.” demektir. L ve C burada birim uzunluktaki nakil hattının endüktif ve kapasitif değerleridir. Endüktif değeri kullanılan iletkenin çapı artırıldığında azalır, kapasitif değeri ise iletkenler arasındaki mesafe artırıldığında azalır. Böylece birbirine yakın geniş çaplı iletkenlerden oluşmuş bir besleme hattı oldukça düşük bir karakteristik empedans gösterecektir. Diğer taraftan ince ve hayli aralıklı bir besleme hattı ise oldukça yüksek bir karakteristik empedansa sahip olacaktır. Genel olarak paralel nakil hatlarında 200 ila 800 Ω ’luk empedanslar görülmektedir. Tipik koaksiyel nakil hatlarında ise 30 ila 100 Ω ‘luk empedanslar görülür.

Eğer besleme hattının karakteristik empedansı Z_0 ile yükün karakteristik empedansı R, birbirine çok yakın veya eşit ise yani $R = Z_0$ ise bu durumda böyle bir hattaki akım, uygulanan voltajın karakteristik empedansa bölümüne eşit olacaktır. Yani:

$I = E / Z_0$, buradan devredeki güç için Ohm kanunu ile hesap yapılabilir:

$$P = \frac{E^2}{Z_0} \quad \text{Formül 2.9}$$

$$P = I^2 \cdot Z_0 \quad \text{Formül 2.10}$$

Eğer besleme hattının karakteristik empedansı ile yükün karakteristik empedansı eşit değil ise yani R ile Z_0 arasında fark varsa böyle bir hat uygunsuz bir hat olarak adlandırılır. Böyle bir hatta yüke yani R’ye ulaşan gücün (Incident power = Forward power) bir kısmı emileceğinden, kalanı sanki bir duvara çarpmış gibi geriye yansıyacaktır (Reflected power).

Bu iki gücün voltajlarının oranına, yani “ulaşan” ve “yansıyan” voltajların birbirine oranına “yansıma kat sayısı (Reflection coefficient)” denir.

$$\text{Yansıma kat sayısı (Reflection Coeff)} = \frac{E_r}{E_f} \quad \text{olacaktır. Formül 2.11}$$

Yansıma kat sayısı hiçbir zaman 1’den büyük olamaz.

E_r = Yansıyan voltaj (Reflected voltage)

E_f = Ulaşan voltaj (Forward voltage)

Bu olay sadece yansıma kat sayısı değil, fakat SWR ile de bağlantılıdır. Besleme hattındaki maksimum voltajın minimum voltaja oranı da VSWR, yani duran dalga voltajı olarak ortaya çıkacaktır.

$$VSWR = \frac{E_{\max}}{E_{\min}} \quad \text{Formül 2.12}$$

Maksimum akım ile minimum akımın oranı da VSWR ile aynı neticeyi verecektir.

$$VSWR = \frac{I_{\max}}{I_{\min}} \text{ aynı zamanda } \frac{E_{\max}}{E_{\min}} = \frac{I_{\max}}{I_{\min}} \text{ olduğu açıktır. Formül 2.13}$$

Eğer yük reaktans göstermiyorsa bu takdirde :

$$SWR = \frac{R}{Z_0} \text{ olur. Formül 2.14}$$

Aynı zamanda R yükün Zo empedansından küçük ise :

$$SWR = \frac{Z_0}{R} \text{ Formül 2.15}$$

olacaktır.

Biz pratikte SWR' yi ileri güç ile yansıyan gücün ölçülmesinin amatörler için mümkün olduğundan (SWR metre) kullandığımız formüller biraz daha değişik olabilir.

$$VSWR = \frac{\sqrt{FwdPwr} + \sqrt{Re fPwr}}{\sqrt{FwdPwr} - \sqrt{Re fPwr}} \text{ Formül 2.16}$$

Denklemleri bir örnek ile anlatırsak daha iyi anlaşılacaktır:

Wattmetre de ölçtüğümüz ileri güç (Fwd pwr): 225 Watt, yansıyan güç (Ref pwr): 25 Watt olsun. Formüle uygularsak:

$$VSWR = \frac{\sqrt{225} + \sqrt{25}}{\sqrt{225} - \sqrt{25}} = \frac{15 + 5}{15 - 5} = \frac{20}{10} = 2$$

UYGULAMA FAALİYETİ

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|--|---|
| <p>Ø Hesaplanan anten parçalarını kesmek.</p> <p>Ø Kesilen anten parçaları birleştirilecek yerlerini delmek.</p> <p>Ø Hazırlanan parçalar vida veya cıvata yardımıyla birleştirmek.</p> <p>Ø Antenin kablo bağlantı uçlarına kablo bağlamak.</p> <p>Ø Toroid üzerine 1/1 balun sarmak.</p> | <p>Ø Bu işlemler sırasında kesici aletler kullanılacağından dikkatli olunmalıdır. Kendimizin ve yanımızdaki arkadaşlarımızın yaralanmasına sebep olunmamasına dikkat ediniz.</p> <p>Ø Yapmak istediğiniz ölçülerden ödün vermeden toroid'i temin ediniz. Kullanacağınız emaye tel ölçüsünün (çapının ve uzunluğunun) doğru olduğunu kontrol ediniz. Teli sararken sıkı sarılmasına özen gösteriniz.</p> |

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. OBJEKTİF TEST

Aşağıdaki soruların cevaplarını doğru veya yanlış olarak değerlendiriniz.

1. (....) Anten yapımında iletim/nakil hattının bir önemi **yoktur.**
2. (....) Antene bağlanacak kablonun direnci önemlidir.
3. (....) Anten direnci ile kablo direnci farklı ise uygunlaştırma yapılmalıdır.
4. (....) Dengesiz hatlar anten bağlantısı için en iyi seçimdir.
5. (....) Dengesiz hatlar dengeli hale getirilmesi yayını bozar.

B. UYGULAMALI TEST

Yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

| DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | | Evet | Hayır |
|------------------------------------|---|------|-------|
| İŞLEM BASAMAKLARI | | | |
| 1 | Hesaplanan anten parçalarını kestiniz mi? | | |
| 2 | Kesilen anten parçalarının birleştirilecek yerlerini deldiniz mi? | | |
| 3 | Katalog incelemesi yaptınız mı? | | |
| 4 | Antenin kablo bağlantı uçlarına kablo bağladınız mı? | | |
| DÜZENLİ VE KURALLARA UYGUN ÇALIŞMA | | | |
| 5 | Mesleğe uygun kıyafet (önlük) giydiniz mi? | | |
| 6 | Uygulamanızı öğretmeninize gösterdiniz mi? | | |

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksiklerinizi araştırarak ya da öğretmenizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

FAALİYET ÖLÇME SORULARI (OBJEKTİF TEST)

Aşağıdaki soruların cevaplarını doğru ve yanlış olarak değerlendiriniz.

1. (...) FM yayını yapabilmemiz için TV için yapılmış antenleri de kullanabiliriz.
2. (...) Bir VHF anten ile UHF bandındaki yayınları izleyemeyiz.
3. (...) Bir VHF dalgası ile FM dalgasının yayılması tümüyle birbirinin aynısıdır.
4. (...) UHF ve FM dalgaları 300 000 km/sn hızla yayılır.
5. (...) Bir UHF antenin hesabını yaparken kullanacağımız formüller ile VHF anteni yaparken kullanacağımız formüller aynı **değildir.**
6. (...) Yansıtıcı boyu ile dipol boyu birbirine eşittir.
7. (...) Yönlendiricideki bükülme aralığı önemlidir.
8. (...) Antene bağlanacak kablo seçimi önemlidir.
9. (...) Antenin nereye yerleştirileceği yayın kalitesi bakımından önemlidir
10. (...) FM anten hesabı ile UHF-VHF anten hesabı birbiriyle aynıdır.
11. (...) Anten yapımında iletim/nakil hattının bir önemi **yoktur.**
12. (...) Antene bağlanacak kablonun direnci önemlidir.
13. (...) Anten direnci ile kablo direnci farklı ise uygunlaştırma yapılmalıdır.
14. (...) Dengesiz hatlar anten bağlantısı için en iyi seçimdir.
15. (...) Dengesiz hatların dengeli hale getirilmesi yayını bozar.

B) UYGULAMALI ÖLÇME ARAÇLARI (PERFORMANS TESTLERİ)

| Modülün Adı | Yerel Anten Yapımı | Öğrencinin | | | | |
|---|---|---|-------------|--------------|-------------|------------|
| Amaç | Öğrenci, bu modül ile verici çalışma frekansına uygun anten hesabı yapıp, yerel antenin montajını yapabilecektir. | Adı...: Soyadı: Sınıfı : No....: | | | | |
| AÇIKLAMA: Aşağıda listelenen davranışların her birinde öğrencide gözleyemediyse (0), Zayıf nitelikli gözlediyseniz (1), Orta düzeyde gözlediyseniz (2), ve iyi nitelikte gözlediyseniz (3) rakamın altındaki ilgili kutucuğa X işareti koyunuz. | | | | | | |
| DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ | | | 0 (kötü) | 1 (zayıf) | 2 (orta) | 3 (iyi) |
| İhtiyaca uygun antenin seçimi | | | | | | |
| A) FM anten | | | | | | |
| B)VHF anten | | | | | | |
| C)UHF anten | | | | | | |
| İhtiyaca uygun seçilen antenin hesabını yapabilmek | | | | | | |
| A) FM anten hesabı | | | | | | |
| B)VHF anten hesabı | | | | | | |
| C)UHF anten hesabı | | | | | | |
| Hesaplanan antenin elemanlarını keserek hazırlayabilmek. | | | | | | |
| A) Dipolün kesilip hazırlanması. | | | | | | |
| B) Yansıtıcının kesilip hazırlanması. | | | | | | |
| C) Yönlendiricinin kesilip hazırlanması. | | | | | | |
| Hazırlanan antenin elemanlarını birleştirilmesi | | | | | | |
| A) Dipolün ana gövdeye montajı | | | | | | |
| B) Yansıtıcının ana gövdeye montajı | | | | | | |
| Antene kablonun bağlanması | | | | | | |
| A)Anten ile kablo arasında herhangi bir uygunlaştırma yapıp yapılmayacağı hesabı | | | | | | |
| B) İletim/nakil hattının seçimi | | | | | | |
| Antenin yayın cihazına bağlantısı ve kontrolü | | | | | | |
| A)Antenin cihaza bağlanması | | | | | | |
| B)antenin cihaz vasıtası ile kontrolü | | | | | | |
| TOPLAM PUAN | | | | | | |

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

| | |
|----|---|
| 1 | Y |
| 2 | Y |
| 3 | Y |
| 4 | D |
| 5 | Y |
| 6 | Y |
| 7 | D |
| 8 | D |
| 9 | D |
| 10 | Y |

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

| | |
|---|---|
| 1 | Y |
| 2 | D |
| 3 | D |
| 4 | Y |
| 5 | Y |

KAYNAKÇA

- Ø KAVUN Abdurrahman, AFM Yayım **Görüntü Sistemleri**, İstanbul, Eylül 1999
- Ø <http://www.antrak.org.tr> 20.08.2005
- Ø <http://www.qsl.net/ta4bs>
Ø TURGAY Talat (TA4BS) 25.08.2005
- Ø <http://www.amatortelsiz.com/halkbandi/> 28.08.2005
- Ø <http://myo.mersin.edu.tr/uzak/tp/haberlesme/hub-240/amt1.pdf>