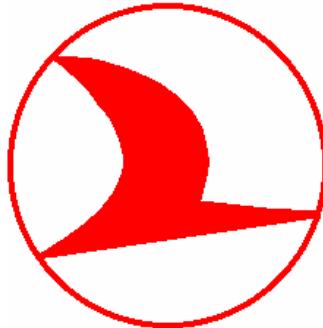


	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/2
---	--	---	---------------------------------------



EĞİTİM DÖKÜMANLARI

020

UÇAK GENEL BİLGİSİ 2 (021 02)

021 02 01/05

UÇAK YAPI VE SİSTEMLERİ

ATPL

**THY A. O.
UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ**

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/2
---	--	---	---------------------------------------

İÇİNDEKİLER:

021 02 01 DOĞRU AKIM

021 02 02 ALTERNATİF AKIM

021 02 01 TEMEL RADYO YAYINI

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/20
---	--	---	--

BÖLÜM 1

ELEKTRİK

TEMEL PRENSİPLER

İÇİNDEKİLER

- 1.1 GİRİŞ**
- 1.2 ELEKTROMOTİV KUVVET (EMF)**
- 1.3 AKIM**
- 1.4 DİRENÇ**
- 1.5 DİRENCE TESİR EDEN FAKTÖRLER**
- 1.6 DİRENCİN BİRİMİ**
- 1.7 DİRENÇLER**
- 1.8 OHM KANUNU**
- 1.9 GÜC**
- 1.10 SERİ VE PARELEL BAĞLAMALAR**
- 1.11 KİRCHOFF KANUNU**
- 1.12 WHEATSTONE KÖPRÜSÜ**

DEGERLENDİRME SORULARI

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/20
---	--	---	--

1.1 GİRİŞ

Elektrik akımı, elektronların bir iletken içinde hareket etmeleri sonucu oluşur. Elektron hareketleri birçok elektriksel etkinin açıklanmasında kullanılabilirler.

Her madde atom adı verilen küçük partiküllerden oluşur. Atomlar bir çekirdek ve elektronlardan oluşur. Farklı maddelerin atomları farklı sayıda elektron içerirler. Elektronlar, tıpkı gezegenlerin güneş etrafında döndüğü gibi, çekirdeğin etrafında bir yörüngede dönerler.

Elektronlar negatif elektrik ile yüklüdürler. Çekirdek ise atomu elektriksel olarak nötr hale getirecek şekilde, elektron sayısı kadar pozitif yüke sahiptir. Elektronlar çekirdekteki pozitif yüke olan çekimleri sayesinde yörüngelerinde kalırlar. Daha dıştaki yörüngelerdeki elektronlar pozitif çekirdeğe doğru çok kuvvetli bir şekilde çekilmezler ve "serbest elektron" denilen bu elektronlar bu yüzden çok kolay bir şekilde yöründeden çıkararak komşu bir atoma yerleşebilirler.

Sekil: 1.1

Bir elektron kaybeden bir atomda daha fazla pozitif yük olur ve bunlara pozitif iyon denir. Benzer şekilde bir elektron kazanan atomda daha fazla negatif yük olacak ve negatif iyon olarak adlandırılır. Eğer serbest elektronların maddeden belli bir yöne doğru hareketleri sağlanabilirse elektrik akımı yaratılmış olur.

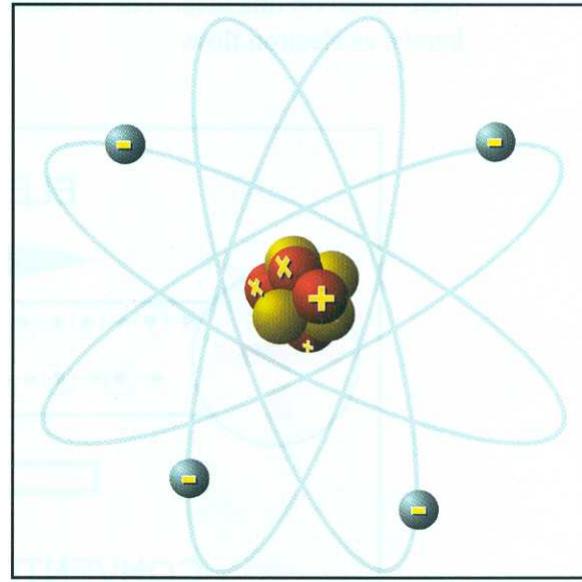
Serbest elektronlara sahip maddelere iletkenler denir, örneğin: bakır, gümüş ve alüminyum. Çok az sayıda serbest elektrona sahip maddelere ise yalıtkanlar denir. Örneğin: tahta, cam ve plastik.

Elektronların bir tel üzerindeki hareketi telin bir ucundan pozitif diğer ucundan ise negatif bir yükün uygulanması sonucu yaratılabilir. Pozitif yükün elektronları çekmesi negatif yükün ise itmesi sayesinde negatif terminalden pozitif terminalde doğru bir elektron akışı olur.

Akıtı sürdürmek için, elektronların hararet etmesini sağlayan kuvvetin sürekli olarak varolması gereklidir. Aksi takdirde tüm elektronlar pozitif terminalde toplanır ve akım durur. Akımı sürdürmek için akımı oluşturan kaynağın pozitif ucundaki elektronları emip, içinden geçirerek tekrar negatif ucuna aktarması gereklidir.

Bu şekilde tamamlanmış bir devre olduğu sürece akım devam eder.

Elektrik, elektronların keşfinden daha önceleri kullanılmaktaydı ve elektriğin pozitiften negatife doğru akan birsey olduğu düşünülmüş ve elektrikle ilgili tüm kanunlar bu düşünceye dayandırılmıştı. Bu geleneksel akım olarak adlandırılır. Negatiften pozitife doğru olan akım ise elektron akışı olarak adlandırılır.

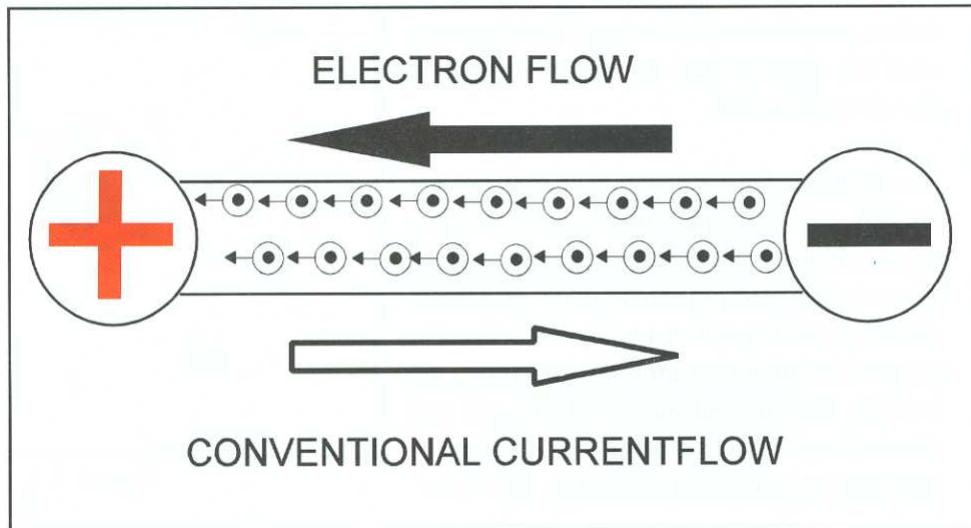


Elektronları hareket ettirecek altı temel yol bulunmaktadır:

- Sürtünme – statik elektrik,
- Kimyasal aksiyon – akü ve piller (birincil ve ikincil piller),
- Manyetizma – jeneratörler ve alternatörler,
- Isı – termoçiftleri (iki farklı metalin kesişimi),
- Işık – foto elektrik piller (otosel).
- Basınç – piezo elektrik kristaller

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 3/20
---	--	---	--

Şekil: 1.2



Bunlardan, günlük ihtiyacı sağlayabilecek miktarda elektriksel güç, sadece aküler ve jeneratörler tarafından sağlanabilmektedir.

1.2 ELEKTROMOTİV KUVVET (EMF)

Elektrik akımının akabilmesi için arkasında bir kuvvetin olması gerekmektedir. Tıpkı suyun akabilmek için basınca ihtiyacı olduğu gibi, elektrik de akabilmek için basınca, "elektromotif kuvvette" ihtiyaç duyur.

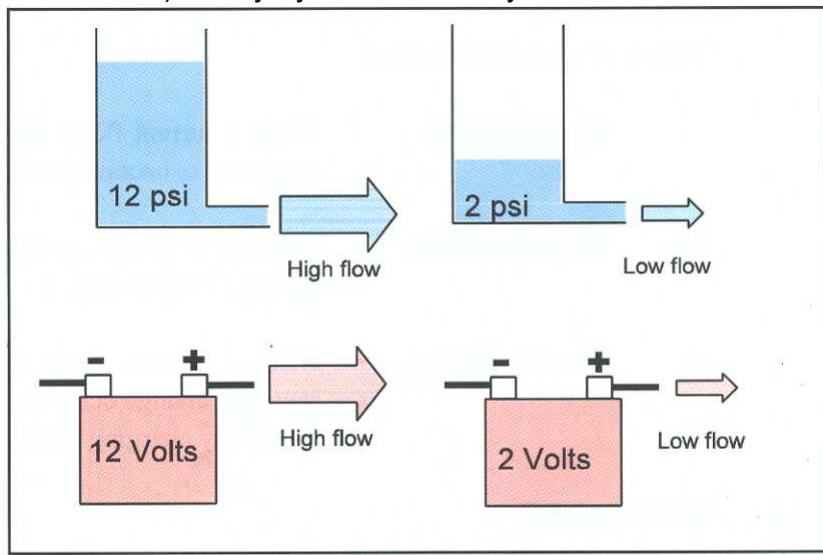
Bir su deposunda basınç düşerse akım da düşer. Elektrikte de EMF düşerse elektron akımı da düşer.

EMF Voltaj birimiyle ölçülür. Volt miktarı EMFnin yada potansiyel farkın bir ölçüsüdür (pozitif ve negatif uçlar arasındaki elektriksel potansiyel arasındaki fark). Voltaj V yada E sembolüyle ifade edilir.

Akımin voltajı yükseltilecek bir noktadan geçen elektron sayısı artırılır. Voltaj düşürülürse de elektron sayısı azalır. Doğru akımı muhafaza edebilmek için bir devredeki voltajın sabit tutulması gereklidir.

Şekil:1.3 Voltaj ve su basıncının karşılaştırılması

Voltajın kaynağı bir akü yada jeneratör olabilir. Aküler voltajları kullanıldıkça deşarj olur ve dolayısıyla kullanımları sınırlıdır. Sabit voltajı muhafaza edebilmek için jeneratörler kullanılır. Çok yüksek ve düşük voltajlar için aşağıdaki önekler kullanılır:



Bir mikrovolt – milyonda bir volt (1 i l e)

Bir milivolt – binde bir volt (1 mV)

Bir kilovolt – bin volt (1 KV)

Voltajı ölçmek için voltmetre kullanılır. Voltajının ölçülmesi istenen iki noktaya devreyi kesmeyecek şekilde bağlanır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 4/20
---	--	---	--

1.3 AKIM

Akım (sembolu I), bir iletkeden bir saniyede geçen elektron sayısıdır ve amper (sembolu A) ile ölçülür.

Akım, akımın içinden geçeceği şekilde devreye bağlanan, ampermetre adlı bir aletle ölçülür.

Akımın küçük değerleri aşağıdaki önekler ile gösterilir:

- Bir mikroamper – milyonda bir amper ($1 \text{ i} \text{l e}$)
- Bir miliamper – binde bir amper (1 mA)

Elektrik akımının etkileri:

- a) **Isıtma etkisi:** Bir iletkenden akan bir akım, her zaman o iletkenin ısınmasına yola açar; elektrik ateşleri, ütüler, lambalar ve sigortalar.
- b) **Manyetik etkisi:** Bir iletkenden geçen akım her zaman iletken çevresinde bir manyetik alanın oluşmasına neden olur; motorlar, jeneratörler, transformatörler.
- c) **Kimyasal etkisi:** Akım belli bazı sıvıların içinden geçtiğinde (elektrolitler) bu sıvılarda ve bu sıvılar içindeki metallerde bazı kimyasal değişimler olur; Akü şarj etme ve elektro kaplama (electroplating).

1.4 DİRENÇ

Bir akımın akabilmesi için tam veya kapalı bir devre yada yol olması gereklidir. Devredeki engelleme ne kadar az olursa akım da o kadar fazla olacaktır. Voltaj ne kadar çoksa akım da o kadar çok olacaktır.

Devrede, akıma engel olmaya çalışan engellemeye **direnç** denir. Farklı maddeler, farklı sayıarda serbest elektronlara sahiptirler. Daha fazla serbest elektrona sahip maddeler daha az dirence sahip olacaklardır ve bu sebeple daha iyi elektrik iletkenleridirler.

Sabit bir voltaj için, direnç ne kadar azsa akım o kadar fazla, direnç ne kadar çoksa akım da o kadar az olacaktır. Bu sebeple devredeki akım direncin değiştirilmesiyle ayarlanabilir.

1.5 DİRENCİ ETKİLEYEN FAKTORLAR

- a) **Maddenin cinsi.** Örneğin; Gümüş bakırдан daha iyi iletkendir.
- b) **Uzunluk.** Kablo ne kadar uzunsa direnci de o kadar çok olacaktır.
- c) **Kesit alan.** Kablo ne kadar kalınsa direnci de o kadar azdır.
- d) **Sıcaklık.** Sıcaklık katsayısı için simbol α (alpha) dır. Eğer direnç sıcaklığıyla artarsa o direnç “pozitif sıcaklık katsayısı”na (PTC) sahip demektir. Eğer direnç sıcaklığıla azalırsa direnç “negatif sıcaklık katsayısı”na (NTC) sahip demektir. Bu tür karakteristiğe sahip dirençler uçak sistemlerinde sıcaklık ölçümülerinde kullanılırlar.

1.6 DİRENCİN BİRİMİ

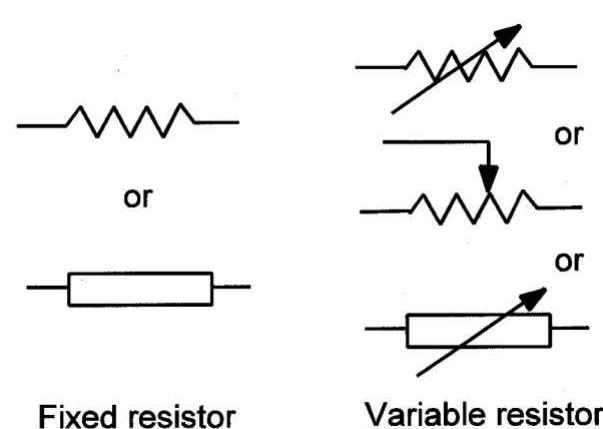
Direncin birimi **Ohm** (sembolü Ω) göstermek için harflerini göstermek istiyorsa, bir ohmdur.

Büyük ve küçük ohm değerleri için aşağıdaki önekler kullanılır:

- Bir mikrohm - milyonda bir ohm ($1 \text{ i} \text{l e}$)
- Bir miliohm – binde bir ohm ($1 \text{ mi} \text{l}$)
- Bir kilohm – bin ohm ($1 \text{ ki} \text{l}$)
- Bir megohm – bir milyon ohm ($1 \text{ Mi} \text{l}$)

1.7 DİRENÇLER

Direnç zaman zaman belli büyüklükteki direncin devreye eklenmesiyle akım şiddetini ayarlamak için kullanılır. Bunlar sabit yada değişken dirençli olabilirler ve aşağıdaki şekillerde sembolize edilirler:



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 5/20
---	--	---	--

1.8 OHM KANUNU

Kapalı bir devrede voltaj, akım ve direnç arasında bir ilişki vardır. Eğer voltaj sabit tutulursa dirençteki artış akımı düşürecek ve tersi de geçerli olacaktır. (Akım ile direnç ters orantılıdır).

Direnç sabit tutulduğunda voltajdaki artış akımda da bir artışa sebep olacak ve tersi de geçerli olacaktır. (Akım ile voltaj doğru orantılıdır).

Bu durum OHM kanunu olarak açıklanır:

$$V = I \cdot R \quad \text{ve ayarlama yapıldığında:}$$

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{veya} \quad R = \frac{V}{I}$$

1.9 GÜC

Kuvvet bir hareket yarattığında iş yapılmış olur ve bu işin yapılma hızı da güç olarak adlandırılır.

Bir elektrik devresinde iş, akımın bir direnç üzerinden ısınma, manyetizma veya kimyasal aktivite yaratmak şekilde geçmesiyle yapılır.

İşin yapıldığı hızı **güç** denir ve **Watt** birimiyle ölçülür.

$$\text{Watt (W)} = \text{Voltaj (V)} \times \text{Amper (A)}$$

Temel $V=IR$ ve $W=VxI$ iki formülden güç için üç formül üretilebilir.

a) Voltaj bilinmiyorsa $W = I^2 \cdot R$

b) Direnç bilinmiyorsa $W = V \times I$

c) Akım bilinmiyorsa $W = \frac{V^2}{R}$

Bir dirençten akım geçtiğinde, direnç ısınır ve akım çok fazla olursa, en sonunda erir.

R direncinden geçen I akımının üreteceği ısı $I^2 \cdot R$ Watt'dır. Bundan da anlaşılacağı gibi ısıtma etkisi akımın karesiyle doğru orantılıdır. Dolayısıyla akımdaki az miktarda artış ısıtma etkisinde önemli bir artışa sebep olacaktır.

Her elektriksel alete bir "Maksimum Güç" değeri verilmiştir ve alet bu değerin üzerine çıkarsa aşırı ısınacaktır.

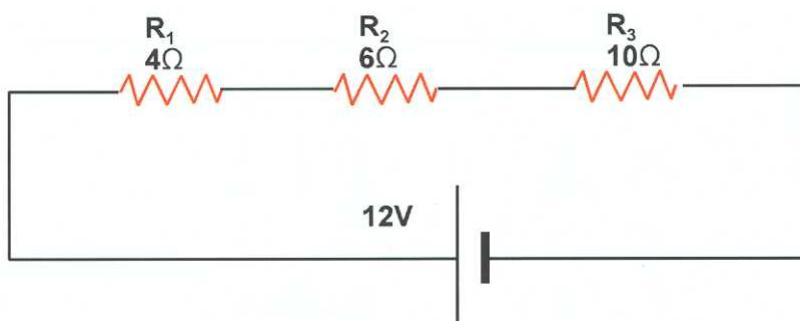
Uçaklılardaki her elektriksel akım, akım şiddetinin artması sonucu akımı durdurarak maksimum güç değerinin aşılmasına sağlayan bir sigorta yada akım kesici yardımıyla korunmaktadır.

1.10 SERİ VE PARALEL DEVRELER

Bir devreye seri–birbiri ardına, yada paralel–birbirleriyle yanyana, olarak bağlanmış birden fazla direnç olabilir.

a) Seri

Seri bağlantı akım şiddetini ve dolayısıyla güç sarfiyatını azaltır ancak ayrı dirençler ayrı ayrı kontrol edilemeyeceğinden pratik olmayabilir. Bunun yanında bir direncin bozulması tüm devrenin bozulması anlamına gelecektir.



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 6/20
---	--	---	--

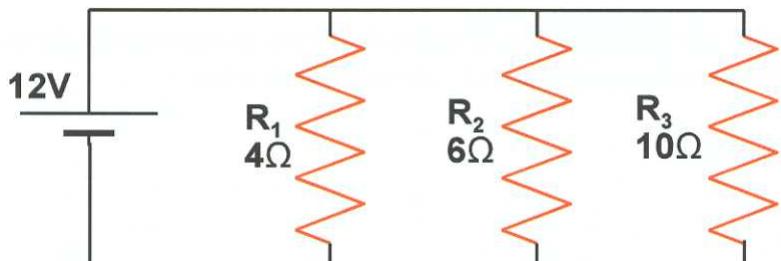
Devredeki toplam direnç her direncin ayrı ayrı toplanması sonucu elde edilir.

$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_2 + R_3 \\ R_T &= 4 + 6 + 10 \\ R_T &= 20 \text{ ohm} \end{aligned}$$

$$V = I \cdot R \text{ olduğundan } V = 12/20 = 0,6 \text{ amp}$$

b) Paralel

Paralel bağlantı her direncin ayrı ayrı kontrol edilebilmesini ve her dirençte aynı voltajın olmasını sağlar. Bir dirençteki arıza diğerlerini etkilemeyecektir. Uçaklarda çoğu bağlantılar paralel olarak yapılmışlardır.



Devredeki toplam direnç aşağıdaki metotla bulunabilir.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Şekilden;

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{15+10+6}{60}$$

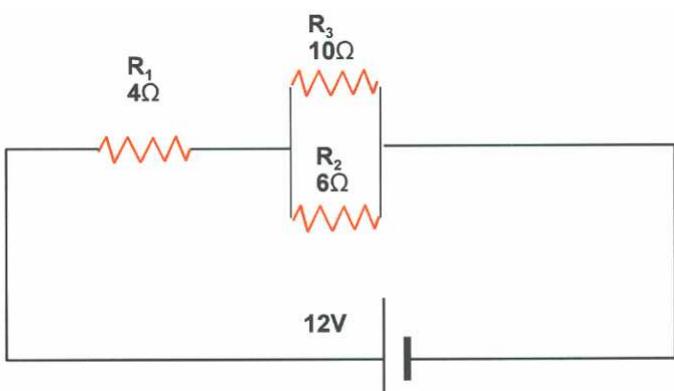
$$\frac{1}{R_T} = \frac{60}{31}$$

$$R_T = 1,94 \text{ ohm}$$

$$\begin{aligned} V &= I \cdot R \text{ olduğundan } V = 12/1,94 \\ &= 6 \text{ amp yaklaşık} \end{aligned}$$

c) Paralel ve seri dirençlerin kombinasyonu

Öncelikle paralel dirençlerin toplamının hesaplanması daha sonra bunun seri olan dirence toplanması gereklidir.



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{10} + \frac{1}{6}$$

En küçük ortak paydayı bul

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 7/20
---	--	---	--

$$\frac{1}{R_T} = \frac{3+5}{30}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{8}{30}$$

$R_T = 30/8$ dolayısıyla iki paralel direncin toplam direnci;

$$R_T = 3,75 \text{ ohm}$$

Paralel iki direncin toplam direncinin hesaplanması için bir başka yol ise;

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Üstteki örnek için,

$$R_T = \frac{10 \times 6}{10 + 6}$$

$$R_T = 60/16 \quad RT = 3,75 \text{ ohm}$$

Not: Paralel bağlı dirençlerin toplam direnci her zaman en düşük dirençli direncin değerinden küçük olacaktır. Ör: 3,75 ohm, 6 ohm'dan küçüktür.

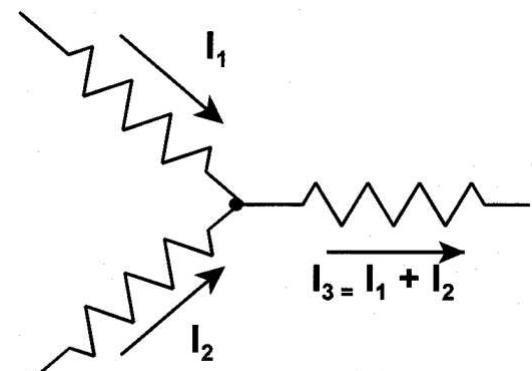
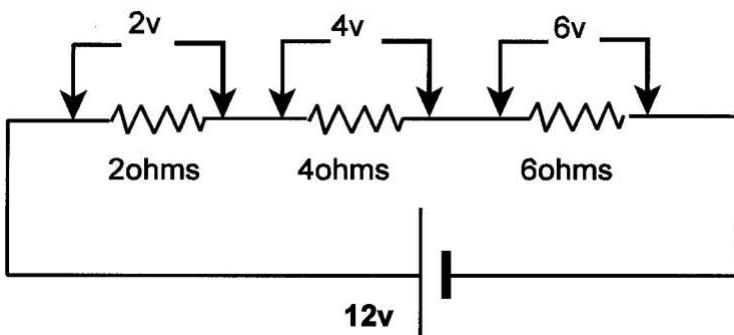
Devrenin toplam direnci ise 3,75 ohm ile 4 ohm'un toplamı olan 7,75 ohmdur.

1.11 KIRCHOFF KANUNLARI

a) Birinci Kanun

Bir devrede bir noktaya gelen akımların toplamı ile o noktadan çıkan akımların toplamı eşittir.

b) İkinci Kanun



Bir devredeki tüm voltaj düşüşlerinin toplamı her zaman devreye uygulanan voltaja eşittir.

Kirchoff'un 2nci kanununu ispatlayabilmek için öncelikle akımı ve dolayısıyla toplam direnci hesaplamamız gereklidir.

$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_2 + R_3 \\ R_T &= 2 + 4 + 6 \\ R_T &= 12 \text{ ohm} \end{aligned}$$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/20
---	--	---	--

Ohm kanunu kullanırsak,

$$V = IR \Rightarrow I = V/R$$

$$I = 12/12$$

$$I = 1 \text{ amp}$$

Şimdi devredeki tüm voltaj düşüşlerini hesaplayabiliriz. Simdilik tek bildiğimiz devredeki 2 ohm direncinden önce 12 volt olduğu ve 6 ohm direncinden sonra ise sıfır volt olduğunu.

Ohm kanununu kullanırsak $V=IR$. 2 ohm direnci üzerindeki voltaj düşüşünü hesaplamak için;

$$V = 1 \text{ amp} \times 2 \text{ ohm} = 2 \text{ volt}$$

Dolayısıyla, voltaj düşüsü 2 voltdur. Bir başka deyişle 2 ohm direncine 12 volt gelir ve 10 volt çıkar. Aynı metodu 4 ohm direnci için de uygularsak;

$$V = 1 \text{ amp} \times 4 \text{ ohm} = 4 \text{ volt}$$

Bir başka deyişle 4 ohm direncine 10 volt girer ve 6 volt çıkar.

$$V = 1 \text{ amp} \times 6 \text{ ohm} = 6 \text{ volt}$$

Dolayısıyla, devredeki toplam voltaj düşüsü $2 \text{ volt} + 4 \text{ volt} + 6 \text{ volt} = 12 \text{ voltdur}$ ve bu da devreye uygulanan voltaja eşittir.

1.12 WHEATSTONE KÖPRÜSÜ

Kirchoff'un akımların toplamı ve voltajların toplamı ile ilgili iki kanunu karmaşık problemlerin çözümünde faydalıdır. Dirençlerin aşağıdaki gibi bağlanmış haline **Wheatstone köprüsü** adı verilir.

Wheatstone köprüsü bilinmeyen bir R_x direncinin bilinen değerlerle kıyaslanmasıında kullanılır. R_3 ampermetre sıfır direnç elde edilene kadar değiştirilir. Bu noktada çapraz karşılıklı dirençlerin üretikleri aynıdır çünkü B noktası ile C noktası arasında akım yoktur ve bu durumda köprü dengelenmiştir.

$$R_1 \times R_x = R_2 \times R_3 \text{ buradan da,}$$

$$R_x = \frac{R_2 \times R_3}{R_1}$$

Örnek:

Aşağıdaki şekilde, R_3 ampermetre sıfır gösterdiğinde 3 ohm ise R_x 'in değeri nedir?

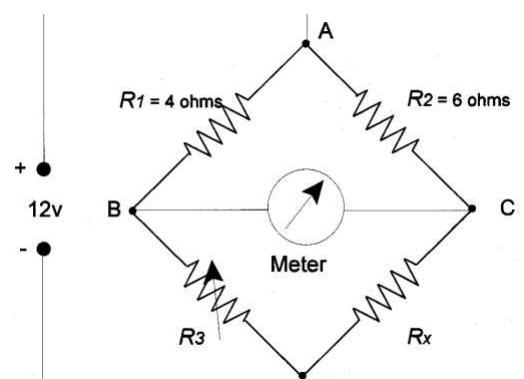
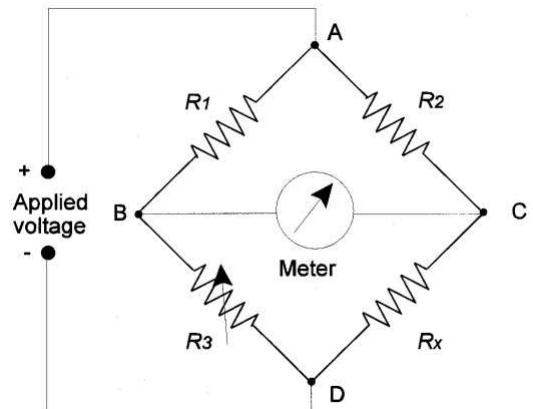
$$R_1 \times R_x = R_2 \times R_3 \text{ buradan da,}$$

$$R_x = \frac{R_2 \times R_3}{R_1}$$

$$\text{dolayısıyla, } R_x = \frac{6 \times 3}{4}$$

$$R_x = \frac{18}{4}$$

$$R_x = 4,5 \text{ ohm}$$



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 9/20
---	--	---	--

DC ELECTRICS SELF ASSESSMENT QUESTIONS - THEORY

Answers in chapter 9

1. All effects of electricity take place because of the existence of a tiny particle called the:
 - a) electric.
 - b) proton.
 - c) neutron.
 - d) electron.
2. The nucleus of an atom is:
 - a) positively charged.
 - b) negatively charged.
 - c) statically charged.
 - d) of zero potential.
3. An atom is electrically balanced when:
 - a) its protons and electrons balance each other.
 - b) the protons outnumber the electrons.
 - c) the electrons outnumber the protons.
 - d) the electric and static charges are balanced.
4. The electrons of an atom are:
 - a) positively charged.
 - b) neutral.
 - c) negatively charged.
 - d) of zero potential.
5. A material with a deficiency of electrons becomes:
 - a) positively charged.
 - b) negatively charged.
 - c) isolated.
 - d) overheated.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 10/20
---	--	---	---

6. A material with a surplus of electrons becomes:

- a) positively charged.
- b) negatively charged.
- c) over charged.
- d) saturated.

7. Heat produces an electric charge when:

- a) like poles are joined.
- b) a hard and soft glass is heated.
- c) the junction of two unlike metals is heated.
- d) hard and soft material are rubbed together.

7. Friction causes:

- a) mobile electricity.
- b) basic electricity.
- c) static electricity.
- d) wild electricity.

8. Chemical action produces electricity in:

- a) a light meter.
- b) a generator.
- c) a primary cell.
- d) starter generator.

9. A photo electric cell produces electricity when:

- a) two metals are heated.
- b) exposed to a light source.
- c) a light source is removed.
- d) exposed to the heat of the sun.

ELECTRICS

1. The difference in electric potential is measured in:

- a) KVAR's
- b) watts
- c) amps
- d) volts

2. The units of electrical power is measured in:

- a) watts
- b) amperes
- c) ohms
- d) volts

3. The unit measurement of electrical resistance is:

- a) the volt
- b) the watt
- c) the ohm
- d) the ampere

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 11/20
---	--	---	---

4. An ammeter measures:

- a) current
- b) power dissipation
- c) differences of electrical potential
- d) heat energy

5. Materials containing 'free electrons' are called:

- a) insulators
- b) resistors
- c) collectors
- d) conductors

6. The unit used for measuring the E.M.F. of electricity is:

- a) the ohm
- b) the ampere
- c) the volt
- d) the watt

7. The unit used for measuring:

- a) current - is the volt.
- b) resistance - is the ohm.
- c) electric power is the capacitor.
- d) E.M.F. - is the amp.

8. Three resistance of 60 ohms each in parallel give a total resistance of:

- a) 180 ohms
- b) 40 ohms
- c) 30 ohms
- d) 20 ohms

9. A voltmeter measures:

- a) electro-motive force.
- b) the heat loss in a series circuit.
- c) the current flow in a circuit.
- d) the resistance provided by the trimming devices.

10. Watts =

- a) resistance squared x amps
- b) volts x ohms
- c) ohms x amps
- d) volts x amps

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 12/20
---	--	---	---

6. The unit used for measuring the E.M.F. of electricity is:

- a) the ohm
- b) the ampere
- c) the volt
- d) the watt

7. The unit used for measuring:

- a) current - is the volt.
- b) resistance - is the ohm.
- c) electric power is the capacitor.
- d) E.M.F. - is the amp.

8. Three resistance of 60 ohms each in parallel give a total resistance of:

- a) 180 ohms
- b) 40 ohms
- c) 30 ohms
- d) 20 ohms

9. A voltmeter measures:

- a) electro-motive force.
- b) the heat loss in a series circuit.
- c) the current flow in a circuit.
- d) the resistance provided by the trimming devices.

10. Watts =

- a) resistance squared x amps
- b) volts x ohms
- c) ohms x amps
- d) volts x amps

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 13/20
---	--	---	---

ELECTRICS

1. The total resistance of a number of power consumer devices connected in series is:

- a) the addition of the individual resistances.
- b) the addition of the reciprocals of the individual resistance.
- c) twice the reciprocal of the individual resistances.
- d) the reciprocal of the total.

2. The total resistance of a number of resistances connected in parallel is:

- a) $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$
- b) $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$
- c) $\frac{1}{R_T} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$
- d) $\frac{R}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$

3. Ohms Law states:

- a) Current in amps = $\frac{\text{Resistance in ohms}}{\text{Electromotive force in volts}}$
- b) Resistance in ohms = $\frac{\text{Current in amps}}{\text{Electromotive force in volts}}$
- c) Current in amps = $\frac{\text{Electromotive force in volts}}{\text{Resistance in ohms}}$

4. A device consuming 80 watts at 8 amps would have a voltage supply of:

- a) 640 volts.
- b) 12 volts.
- c) 10 volts.
- d) 8 volts.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 14/20
---	--	---	---

5. In a simple electrical circuit, if the resistors are in parallel, the total current consumed is equal to:
- a) the sum of the currents taken by the devices divided by the number of devices.
 - b) the sum of the currents taken by the devices.
 - c) the average current taken by the devices times the number of the devices.
 - d) the sum of the reciprocals of the currents taken by the devices.
6. The symbol for volts is:
- a) E or W
 - b) V or E
 - c) I or V
 - d) R or W
7. Electrical potential is measured in:
- a) watts
 - b) bars
 - c) volts
 - d) ohms
8. If a number of electrical consuming devices were connected in parallel the reciprocal of the total resistance would be:
- a) the sum of the currents.
 - b) the sum of the reciprocals of the individual resistances.
 - c) the sum of their resistances.
 - d) volts divided by the sum of the resistances.
9. The current flowing in an electrical circuit is measured in:
- a) volts
 - b) ohms
 - c) inductance
 - d) amps
10. Electro-motive force is measured in:
- a) amps x volts
 - b) watts
 - c) ohms
 - d) volts

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 15/20
---	--	---	---

Oxford Aviation College

1. OHMS law is given by the formula

- a) $I = \frac{R}{V}$
- b) $V = \frac{R}{I}$
- c) $I = \frac{V}{R}$
- d) $R = V \times I$

2. The current flowing in a circuit is

- a) Directly proportional to resistance, indirectly proportional to voltage
- b) Directly proportional to temperature, inversely proportional to resistance
- c) Inversely proportional to resistance, directly proportional to voltage
- d) Inversely proportional to applied voltage, directly proportional to temperature

3. The unit of EMF is the

- a) Ampere
- b) Volt
- c) Watt
- d) Ohm

4. Potential difference is measured in

- a) Amps
- b) Volts
- c) Watts
- d) Ohms

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 16/20
---	--	---	---

5. The unit of current is the

- a) Ampere
- b) Volt
- c) Watt
- d) Ohm

6. The unit of resistance is the

- a) Ampere
- b) Volt
- c) Watt
- d) Ohm

7. Electrical power is measured in

- a) Ampere
- b) Volt
- c) Watt
- d) Ohm

8. 1,250 ohms may also be expressed as

- a) 1250 K ohms
- b) 1.25 K ohms
- c) 1.25 M ohms
- d) 0.125 K ohms

9. 1.5 M ohms may also be expressed as

- a) 15000 ohms
- b) 1500 ohms
- c) 150000 ohms
- d) 1500 K ohms

10. 550 K ohms may also be expressed as

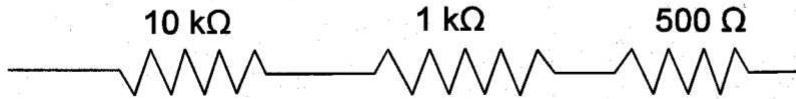
- a) 550000 M ohms
- b) 0.55 M ohms
- c) 55000 ohms
- d) 0.55 ohms

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 17/20
---	--	---	---

11. The voltage applied to a simple resistor increases

- a) Current will decrease but power consumed remains constant
- b) Resistance and power decrease
- c) Current flow will increase and power consumed will increase
- d) Current flow increases and power consumed decreases

12. What is the total resistance in this circuit



- a) 11.5 ohms
- b) 11,500 K ohms
- c) 11.5 K ohms
- d) 11.5 M ohms

LOOK AT THE CIRCUIT AT ANNEX 'A' AND ANSWER THE FOLLOWING QUESTIONS

13. The total resistance of the circuit is

- a) 14 ohms
- b) 39.6 ohms
- c) 25.6 ohms
- d) varies with the applied voltage

14. The current flow indication on ammeter 'A' would be

- a) 2 amps
- b) 2 volts
- c) 2.5 amps
- d) 2.5 volts

15. The total power consumed in the circuit will be

- a) 14 kilowatts
- b) 56 kilowatts
- c) 56 watts
- d) 14 watts

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 18/20
---	--	---	---

16. The power consumed by R5 alone is

- a) 14 watts
- b) 28 watts
- c) 112 watts
- d) 28 kilowatts

17. The indication on voltmeter V1 will be

- a) 2.3 volts
- b) 28 volts
- c) 9.2 volts
- d) 92 volts

18. The indication on voltmeter V3 will be

- a) 28 volts
- b) 14 volts
- c) 14 amps
- d) 3.5 volts

19. The indication on voltmeter V2 will be

- a) 28 volts
- b) 4.8 volts
- c) 9.6 volts
- d) 14 volts

20. The current flowing through R2 is

- a) 0.04 amps
- b) 0.4 amps
- c) 4 amps
- d) 40 millamps

21. The current flowing through R3 is

- a) 0.04 amps
- b) 0.4 amps
- c) 4 amps
- d) 40 millamps

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 19/20
---	--	---	---

22. The current flowing through R4 is

- a) 120 milliamps
- b) 1.2 amps
- c) 19.2 amps
- d) 1.92 milliamps

23. The power consumed by R2 alone is

- a) 1.92 kilowatts watts
- b) 1.92 watts
- c) 65.3 watts
- d) 65.3 kilowatts

24. The power consumed by R3 alone is

- a) 1.92 kilowatts watts
- b) 1.92 watts
- c) 65.3 watts
- d) 65.3 kilowatts

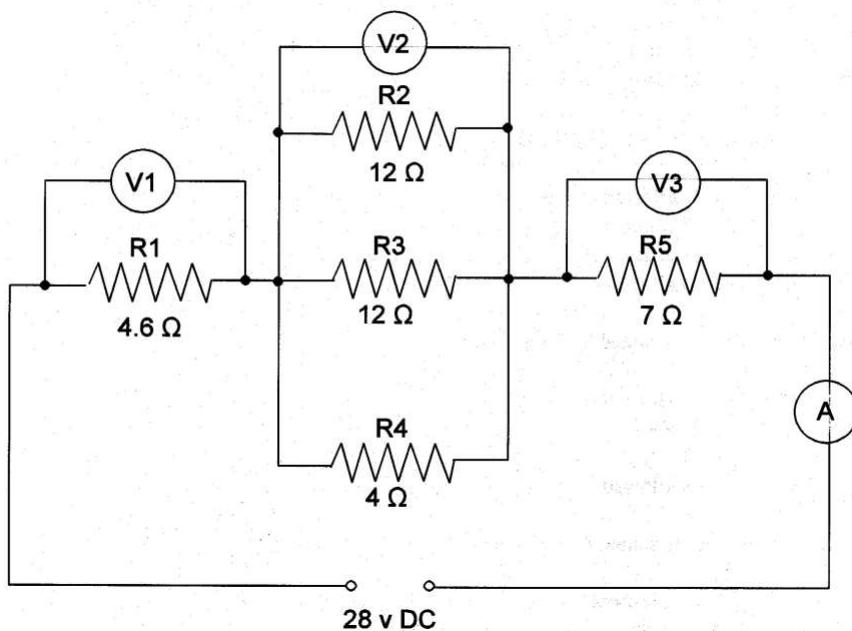
25. The power consumed by R4 alone is

- a) 5.76 kilowatts
- b) 5.76 volts
- c) 5.76 watts
- d) 3.33 watts

26. The power consumed by R1 alone is

- a) 18.4 kilowatts
- b) 42.32 watts
- c) 18.4 watts
- d) 4.232 kilowatts

ANNEX 'A'



ANSWERS

1.C, 2.C, 3.B, 4.B, 5.A, 6.D, 7.C, 8.B, 9.D, 10.B, 11.C, 12.C

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 20/20
---	--	---	---

13. Total circuit resistance , evaluate the total resistance of the three resistors in parallel first

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1+1+3}{12}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{5}{12}$$

$$R_T = \frac{12}{5} = 2.4\Omega$$

Then add the resistances in series

$$4.6 + 2.4 + 7 = 14\Omega$$

14. $I = \frac{V}{R} = 2 \text{ amps}$

15.C, 16.B, 17.C, 18.B, 19.B, 20.B, 21.B, 22.B, 23.B, 24.B, 25.C, 26.C, 27.C

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/5
---	--	---	---------------------------------------

BÖLÜM 2

ELEKTRİK

ANAHTARLAR

İÇİNDEKİLER

- 2.1 ANAHTARLAR**
- 2.2 YAKINLIK DEDEKTÖRLERİ**
- 2.3 ZAMAN ANAHTARLARI**
- 2.4 MERKEZKAÇ ANAHTARLARI**

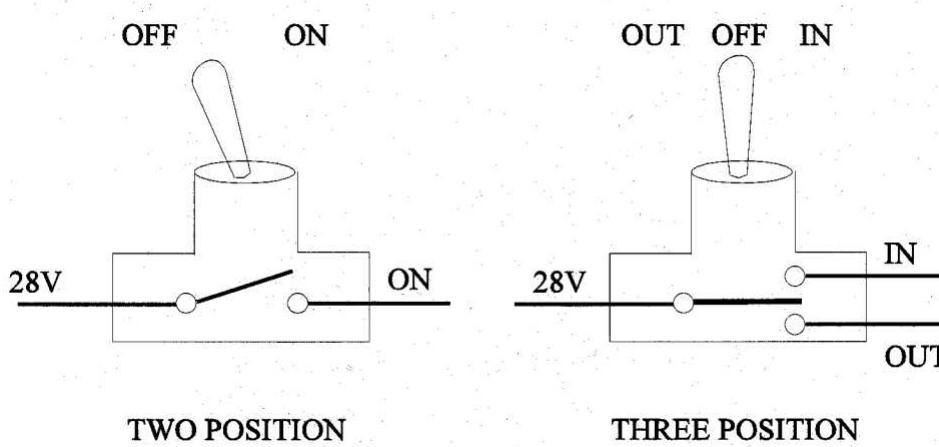
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/5
---	--	---	---------------------------------------

2.1 ANAHTARLAR

Uçaklardaki devrelerin harekete geçirilmesi ve kontrolü anahtarlar ile sağlanır. Tipik bazı anahtarlar burada açıklanmaktadır.

Mandallı anahtar

İçinde birçok izolasyon bağlantıları olan, eski tip uçaklarda kullanılan genel maksat anahtarlarıdır. İki konumlu (açık veya kapalı) yada ortada kapalı durumda olup da istenilen pozisyonaya getirilebilen çok konumlu anahtarlar olabilir.



Şekil: 2.1

Işıklı anahtar

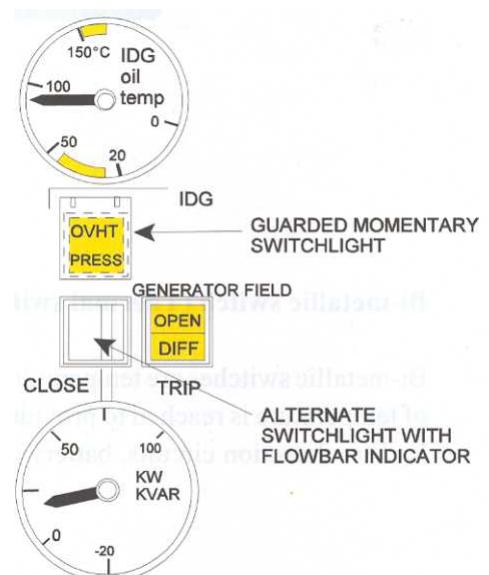
Işıklı anahtarlar, çoğu modern uçaklarda mandallı anahtarların yerini almışlardır. Üzerine basarak anahtar vazifesini ve belirtilen işlem için gösterge ışığı vazifesini bir arada yaparlar.

Temel olarak iki tiptedirler:

- a) **Anlık çalışma:** Çalıştırmak için basıp basılı tut, kapatmak için serbest bırak
- b) **Değişken çalışma:** Çalıştırmak için basıp serbest bırak, kapatmak için ikinci kez basıp serbest bırak.

Şekil: 2.2

Cam içindeki gösterge seçilen konumu teyit eder yada anahtarın seçilmesi gereği konusunda bir uyarı verir.



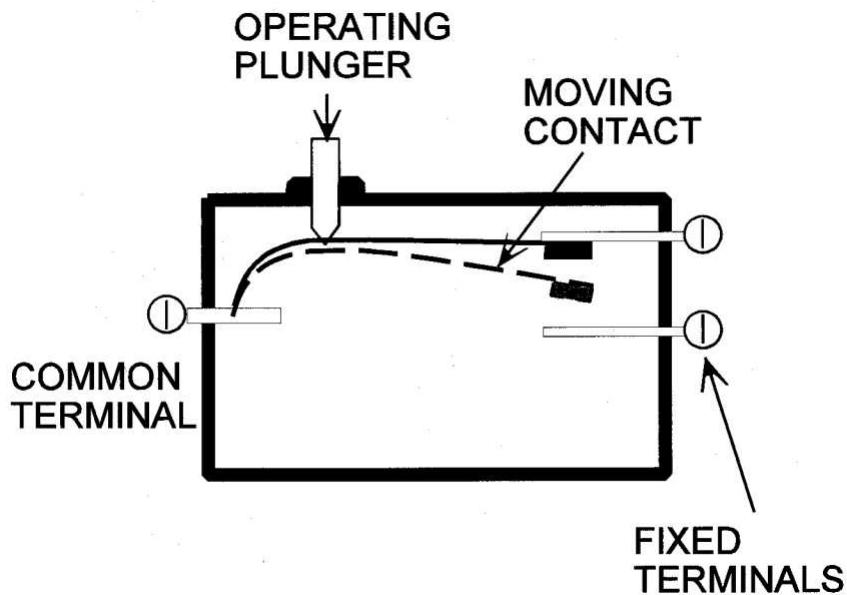
Korunaklı anahtarlar

İstemsiz çalıştırılmasını engellemek için ışıklı yada mandallı anahtarlarla koruma takılabilir. Örneğin; Jeneratör kesici, Yakıt boşaltıcı.

Mikro anahtarlar

Mikro anahtarlar bir cihazın konumunu algılamak için halen modern uçaklarda kullanılırlar. Örneğin; Kapı açık yada kapalı.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 3/5
---	--	---	---------------------------------------



Şekil: 2.3

Bi-metalik anahtarlar (Termal anahtarlar)

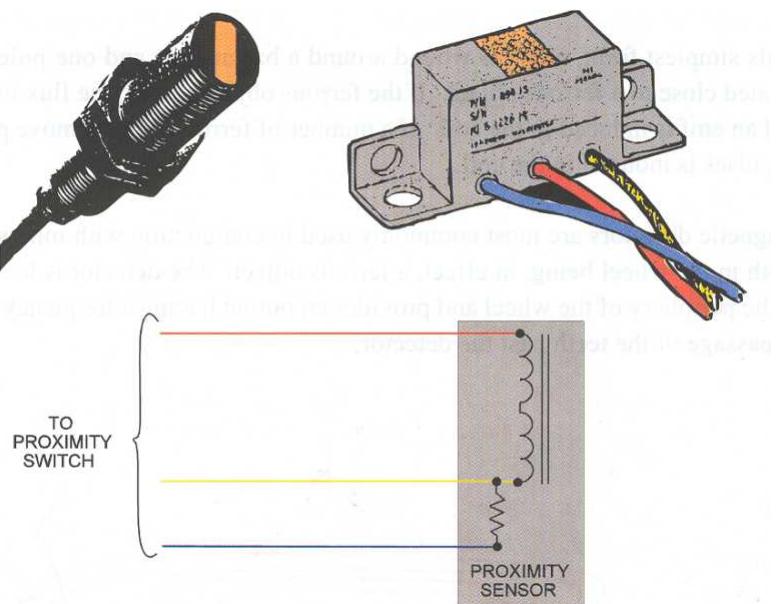
Bi-metalik anahtarlar pilota bir uyarı vermek yada bir devreyi çalıştırırmak yada kesmek için kullanılan, belli bir sıcaklık değerinin aşılması sonucu çalışan sıcaklığa duyarlı anahtarlardır. Örneğin; Yangın detektör anahtarları, akü aşırı ısınma anahtarları, yağ sıcaklığı uyarıcı anahtarları.

2.2 YAKINLIK DETEKTÖRLERİ

Yakınlık detektörleri bir maddenin varlığına tepki veren elektrikli yada elektronik sensörlerdir. Elde edilen elektriksel yada elektronik tepki bir anahtarın yada transistörün çalıştırılması için kullanılır. Başlıcaları indüktif, kapasitif yada manyetik olmak üzere birçok tipleri vardır. Indüktif ve manyetik olanların çalışması için hissedilen maddenin metal olmasına ihtiyaç vardır ancak kapasitif olanlar hem metal hem de ametal cisimlerle çalışabilir.

Şekil: 2.4

Indüktif (Inductive) tipler: Bu tipte sensörlerde bir indükleme teli vardır ve bu teldeki indüklenme feromanyetik bir maddenin yakın bir konuma gelmesiyle değişir.



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 4/5
---	--	---	---------------------------------------

Bu tipteki sensörler iniş takımı sistemlerinde mikro anahtarlar yerine kullanılırlar. Tipik bir iniş takımı sistemi aşağıda anlatılmıştır. Her yakınlık anahtarı üç bileşenden oluşmaktadır;

- a) Iniş takımı yardımcı ünitesine hazırlanmış bir devre kartı yerleştirilir.
- b) Uygun iniş takımı yapısına bir sensör yerleştirilir.
- c) Her sensörün yakınına bir geçirici (indükleyici) yerleştirilir.

Yakınlık sensörü hava geçirmeyecek şekilde monte edilmiş bir ünitedir ve harekete geçirici yada indukleyicinin yaklaşması (temas etmeden) sonucu çalışır. Sonuç olarak yakınlık anahtarı atmosferik şartlardan etkilenmez ve yüksek düzeyde güvenilirliliğe sahiptir.

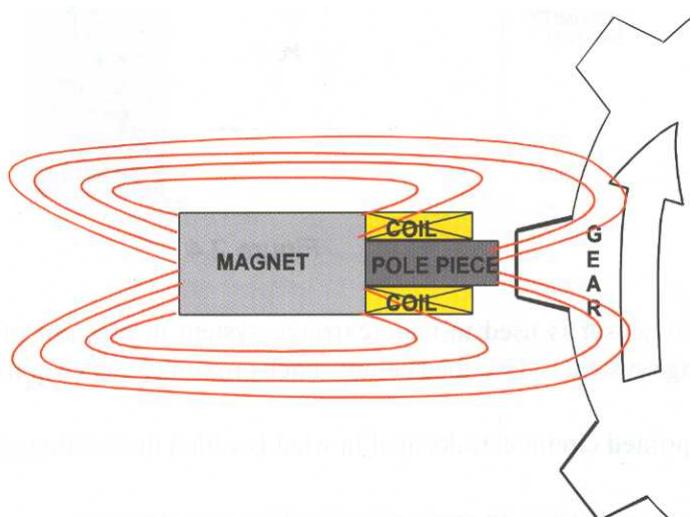
Kapasitif (Capacitive) tipler: Bu tip sensörlerde, algılama bir maddenin yakınılığından dolayı kapasitorde oluşan kapasitans değişimi sonucu olur.

Kapasitif yakınlık detektörleri çok hassas cihazlardır ve sıvı yada katı tüm maddeleri algılayabilirler. Metal yada ametal cisimleri algılayabildikleri gibi hidrolik yada yakıt sisteminde bulunan sıvının az yada çok seviyede olduğunu da algılayabilirler.

Manyetik (Magnetic) tipler: Manyetik bir alanda bulunan bir telde, manyetik akıda (magnetic flux) bir değişiklik olduğu takdirde, bir elektromotif kuvvet oluşacaktır. Bu kuvvetin büyülüğu manyetik akıdaki değişim miktarına bağlıdır. Bunlar, manyetik yakınlık detektörlerinin çalışmasını sağlayan temel prensipleridir.

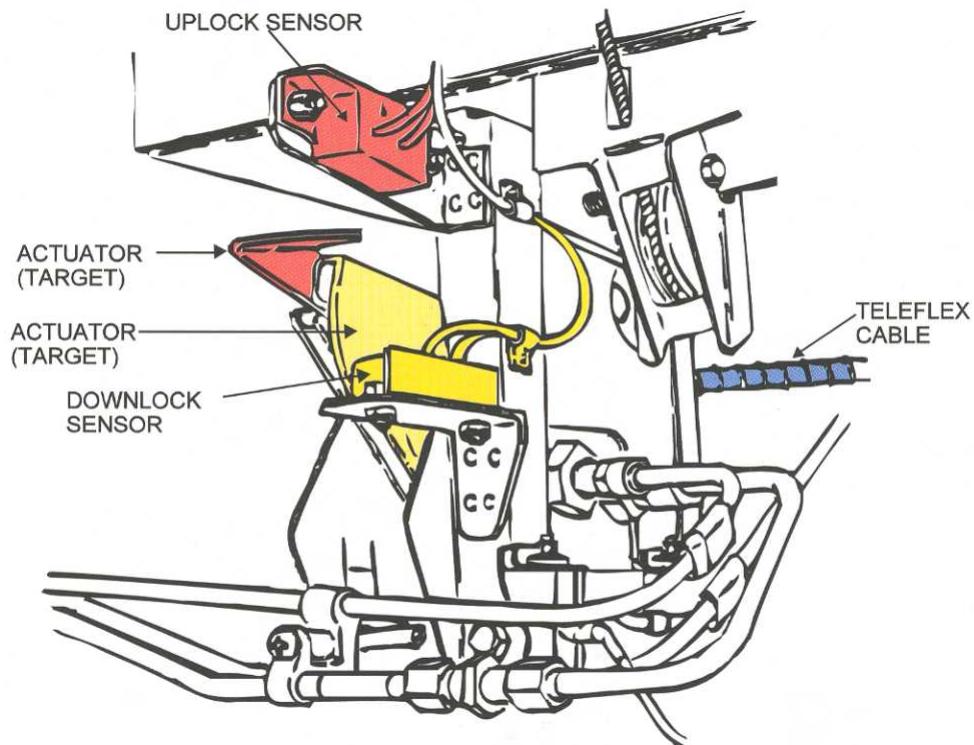
En basit haliyle, etrafına tel sarılmış çubuk şeklinde bir mıknatısın bir kutbu metal bir cisimle yaklaştırılır. Eğer metal cisim hareket ederse manyetik akıda değişim olur ve telde bir elektromotif kuvvet induklanmış olur. Eğer mıknatısın yanından birçok metal geçerse telde bir dizi etki oluşur.

Manyetik detektörler genellikle çelik dişli bir çark ile birlikte kullanılır ve çarktaki her metal diş bir etki yaratır. Detektör çarkın yakınına eksensel olarak yerleştirilir ve detektörün yanından geçen dişli sayısıyla eşit frekansta bir sonuç üretir.



Şekil: 2.5

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 5/5
---	--	---	---------------------------------------



Şekil: 2.6

2.3 ZAMAN ANAHTARLARI

Zaman anahtarları belli bir zaman aralığı oluştuktan sonra elektriksel yada mekanik olarak harekete geçebilen anahtarlardır. Örneğin; APU hava alık kapağı APU kapatıldıkten 30 saniye sonra devreye girer.

2.4 MERKEZKAÇ ANAHTARLARI

Bu anahtarlar bir cihazın dönüş hızının belli seviyeyi geçmesi yada geçmemesi sonucu çalışan veya devre dışı kalan anahtarlardır. Örneğin; Başlatma motoru kesme anahtarı.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/11
---	--	---	--

BÖLÜM 3

ELEKTRİK

DEVRE KORUMA VE KAPASİTÖRLER

İÇİNDEKİLER

- 3.1 ELEKTRİKSEL HATALAR**
- 3.2 DEVRE KORUYUCU CİHAZLAR**
- 3.3 SİGORTALAR**
- 3.4 KARTUŞLU SİGORTALAR**
- 3.5 YEDEK SİGORTALAR**
- 3.6 YÜKSEK KOPMA KAPASİTELİ SİGORTALAR**
- 3.7 SAHTE SİGORTALAR**
- 3.8 AKIM KISITLAYICI**
- 3.9 DEVRE KESİCİLER**
- 3.10 TERS AKIM DEVRE KESİCİLERİ**
- 3.11 KAPASİTÖRLER**
- 3.12 KAPASİTANS**
- 3.13 DOĞRU AKIM ÜZERİNDEKİ KAPASİTÖRLER**
- 3.14 ALTERNATİF AKIM ÜZERİNDEKİ KAPASİTÖRLER**
- 3.15 PARALEL BAĞLANMIŞ KAPASİTÖRLER**
- 3.16 SERİ BAĞLANMIŞ KAPASİTÖRLER**

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/11
---	--	---	--

3.1 ELEKTRİKSEL HATALAR

Bir elektrik devresinde çok çeşitli nedenlerden, aşırı akım yada aşırı voltaj yaratabilecek anormal durumlar oluşabilir.

Eğer devam etmesine müsaade edilirse bu anormal durumlar ekipmanın zarar görmesine ve hatta aşırı durumlarda hayat kaybına yol açabilirler. Bu durumlarda önemli güç üreteçleri bozulacaktır ve bu yüzden devrelerin sigorta veya devre kesici kullanmak suretiyle korunması gereklidir.

3.2 DEVRE KORUYUCU CİHAZLAR

Uçak sistemlerinde birçok koruyucu alet kullanılmıştır ancak burada sadece iki tanesinden bahsedilecektir.

- a) Sigortalar
- b) Devre kesiciler

Bu iki korumanın temel farkı maksimum hatalı akıma ulaşılma zamanına göre çalışma zamanlarıdır. Sigortalar genellikle hatalı akıma tam olarak ulaşmadan devreye girerler. Devre kesiciler ise hatalı akıma tam olarak ulaşıldıktan sonra devreye girerler.

Buradan kaçacak sonuç, devre kesicilerin kullanılması için hem cihazın hem de devre kesicisinin hatalı akıma kısa bir süre dayanabilmesi gerekmektedir.

Devre kesici, sigortanın sahip olmadığı, devreyi açma ve kapama ve yenilemeye gerek olmadan bu işlemi birçok kez yapabilme özelliğine sahiptir.

3.3 SİGORTALAR

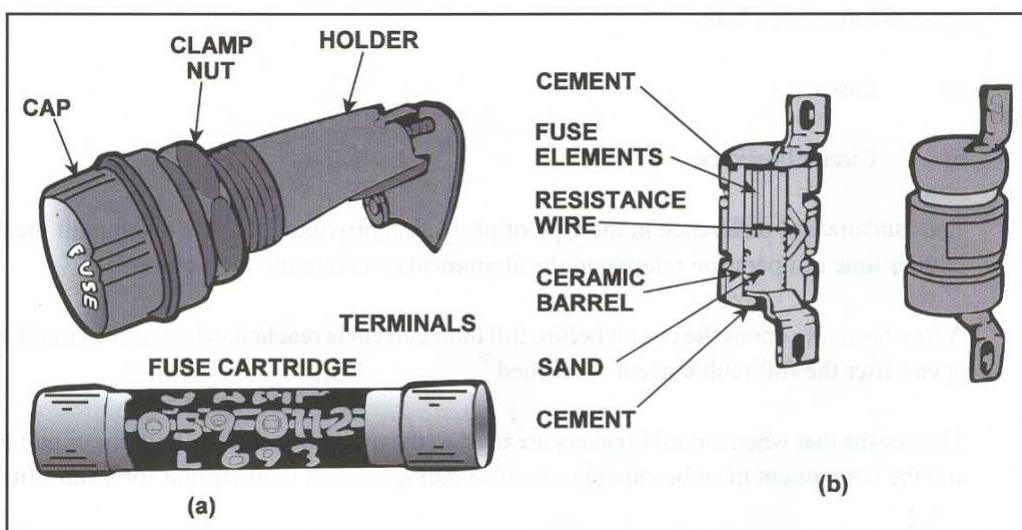
Halen uçak sistemlerinde kullanılmakta olan 3 tipte sigorta bulunmaktadır.

- a) Kartuşlu sigorta
- b) Yüksek kopma kapasiteli sigortalar
- c) Akım kısıtlayıcı sigortalar

3.4 KARTUŞLU SİGORTALAR

Kartuşlu tipte sigortalar tüp şeklinde cam yada seramik bir yapıya, pirinçten yapılmış 2 adet uç kapağına ve bir sigorta elemanına sahiptirler.

Bu eleman aşağıdakilerden herhangi biri olabilir:



Şekil 3.1

- a) Kalaylanmış bakır tel,
- b) Gümüş tel,
- c) Saf çinko bant elektro kalaylanmış

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 3/11
---	--	---	--

(c) şıklıkta belirtilen eleman genellikle fazla yükleme olan devrelerde çinko belirli bir kalınlıkta kesilmek suretiyle kullanılır.

Sigorta, üzerinden geçen akımın bandı veya teli eritecek düzeye oluşması sonucu çalışır. Geçen zaman akım şiddetiyle ters orantılıdır.

Bütün sigortalar akım şiddetine göre derecelenmişlerdir. Bu derece, sigortanın bir hasara uğramadan ve devrenin kapanmasına neden olmadan taşıyabileceği akım şiddetini gösterir.

Sigortanın derecesi, cihazın normal olarak çalışması için gerekli akımdan daha az ve cihaz için kritik olacak akımdan daha fazla olmayacak şekilde ayarlanmalıdır.

Bu nedenle belirli bir devrede sadece o devre için belirlenmiş bir sigorta kullanılmalıdır. Uçaklar için kullanılan sigortalar 0.5 ile 500 amper arası değişen derecelerdedirler. Yüksek dereceli olanlar akım kısıtlayıcı yada yüksek kopma kapasiteli sigortaları temsil etmektedirler.

Sigortalar erime sıcaklığı düşük olan maddelerden yapılan tellerle yapıllırlar. Böylece, devreye seri bir şekilde yerleştirildiklerinde, akım şiddeti sigortanın derecesinden büyük olduğunda tel erir ve kopar. Bu da akımın durmasına sebep olur.

Sigortalar amper bazında derecelendirilirler.

Atmış bir sigorta yenisiyle sadece bir kez değiştirilmelidir. Yeni takılan sigortanın da atması durumunda sisteme bir hata olduğu anlaşılmalıdır. Sigorta sistem iyice incelenmeden bir kez daha değiştirilmemelidir.

3.5 YEDEK SİGORTALAR

Uçaklarda, kullanılan her bir dereceden 3 taneden daha az olmayacak şekilde, takılmış olan sigortaların her derecesinin %10'u kadar bir sayıda yedek sigorta bulundurulmalıdır.

3.6 YÜKSEK KOPMA KAPASİTELİ SİGORTALAR

Yüksek kopma dereceli sigortalar kartulu sigortaların geliştirilmiş şeklidir. Genellikle yüksek akım dereceli devreler için kullanılırlar.

Güçlü seramik bir yapıya ve bir yada daha fazla eleman deliklerine sahiptirler. Bu delikler mermer tozu yada kuvars kum ile doldurulmuştur. Üç kapaklar kaplama pırıncı yada bakırdan yapılmıştır.

Yüksek kopma kapasiteli sigortaların normal cam sigortalara göre avantajları şunlardır:

- a) Daha doğru çalışma,
- b) Alev oluşmadan çalışma,
- c) Yaşlanmaya bağlı bozulmaların olmaması,
- d) Daha sağlam olması,
- e) Hızlı çalışması,
- f) Dış sıcaklıktan etkilenmemesi.

3.7 SAHTE SİGORTALAR

Uçakta kullanılmayan devrelere sahte sigortalar yerleştirilmiştir. Eğer bir devre üzerindeki sigortanın çıkartılması ile izole edilmiş ve emniyetli duruma getirilmiş ise çıkartılan sigortanın yerine sahte sigorta yada sigorta tutucu yerleştirilmelidir.

Sahte sigortaları ayırt etmek için üzerlerine kırmızı bir şerit yerleştirilmiştir.

Sahte sigorta bağlantıları, gerçek sigorta ile aynı boyutta kırmızı plastikten, merkez bölgesi kare kesitli ve kenar bölgesi ayırt edilebilmeleri için dalgalı şekilde yapılmışlardır.

Devre kesiciler tarafından korunan servisler de aynı şekilde emniyete alınmışlardır. Uyarıcı bir flama yada plaka yerleştirilerek servisin emniyete alındığı belirgin hale getirilmiştir.

3.8 AKIM KISITLAYICI

Akım kısıtlayıcı, isminden de anlaşılacağı gibi devreden geçecek bir akımın daha önceden belirlenmiş bir seviyeden daha yüksek olmamasını sağlarlar.

Aynı zamanda termal aletlerdir ancak diğer sigortalardan farkları, zaman/akım karakteristiklerinin belli bir akımdan daha fazla akımın geçmesine engel olacak şekilde yüksek erime sıcaklığına sahip olmalarıdır.

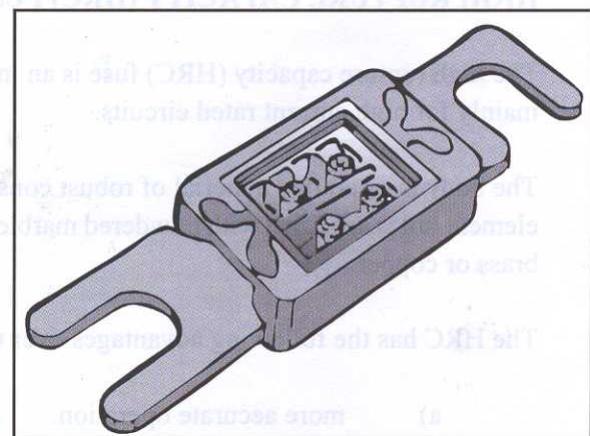
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 4/11
---	--	---	--

Bu nedenle yüksek güç üreten devrelerde kullanılırlar. TRU (Transformer Rectifier Unit) bu cihazların kullanıldığı temel bir bölgedir.

Şekil: 3.2

Şekil: 3.2'de tipik bir akım kısıtlayıcı gösterilmiştir. İki ucta oyularak çekici şekline sokulmuş kalaylanmış bakır bağlantılar ve sigortalanacak bölgeye tam oturacak şekilde bir boyut verilmiş merkez bölgesi ile sigorta takılacak elemanı birleştirir.

Merkez bölge dikdörtgen seramik bir kaplamayla kaplanmıştır ve bir kenarı inceleme yapmak üzere tipine bağlı olarak cam yada mika ile kaplıdır.



3.9 DEVRE KESİCİLER

Devre kesiciler anahtar ve sigortanın fonksiyonlarını birleştirirler devreleri açık yada kapalı konuma getirecek şekilde kullanılabilirler.

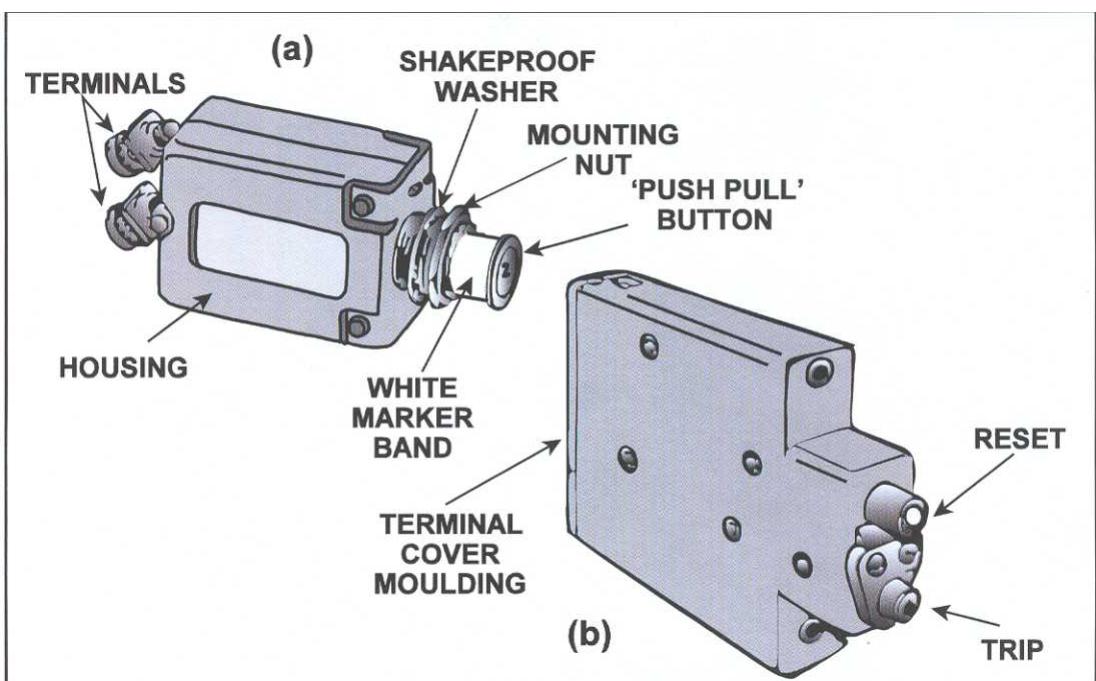
Cihazların aşırı yüklenme veya hatalı durumlarda oluşabilecek zararlardan korumak için kullanılırlar. Devre kesicilerin dizayn ve yapımları çok geniş ve çeşitlidir.

Genellikle devre kesiciler otomatik, ısıya duyarlı akım kesici bir mekanizma ve elle yada elektrikle çalışan bir anahtarın birleşiminden oluşur.

Bazı elektrikle çalışan devre kesiciler elektromanyetik yada ters akım kesici özelliğe sahiptirler. Şekilde gösterilen küçük, tek düğmeli akım kesiciler 5 amper ile 45 amper arasında olabilirken, daha büyük ters akım kesiciler 600 ampere kadar derecelenebilirler.

Şekilde (b) olarak gösterilen devre kesici elle çalışan bir kurma düğmesine sahiptir ve ağır yükü devrelerde kullanılır.

Şekil: 3.3



Devre kesiciler uçak güvertesinde çok yaygın olarak kullanılırlar ve aşağıdakilerden biriyle kategorize edilebilirler.

- a) Serbest kurulmalı olmayan devre kesiciler,
- b) Serbest kurulmalı olan devre kesiciler.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 5/11
---	--	---	--

Serbest kurması olmayan devre kesicilerde deve hatalı durumlarda da tamamlanacaktır. Bu tehlikeli bir durumdur.

Serbest kurmalı devre kesicilerde ise böyle durumlarda devre tamamlanamaz.

“Reset” tuşuna basılarak iki tür devre kesicide de cihaz hata giderildikten sonra eski durumuna dönecektir.

3.10 TERS AKIM DEVRE KESİCİLER

Bu tip devre kesiciler güç kaynaklarını ve buna bağlı devreleri normal akış yönün tersine oluşacak belli şiddetin üzerindeki hatalı akımlardan korumak için tasarlanmıştır.

Bunun yanında akımdaki hatanın tam olarak ortadan kalkması temin edilene kadar devrenin tam olarak izolasyonunu sağlamak için kilitli durumda kalacak şekilde tasarlanmıştır.

3.11 KAPASİTÖRLER (Kondansatörler)

Giriş:

Kapasitörler, aşağıdaki üç temel fonksiyonu gerçekleştirebilirler:

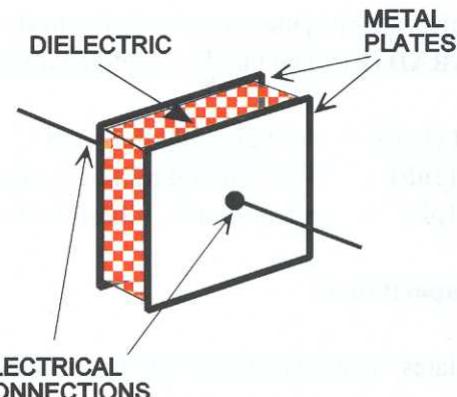
1. Plakalar arasında bir elektriksel alan yaratarak elektrik yükünün depolanması,
2. Alternatif akım geçirir gibi davranmak,
3. Doğru akım geçişini bloke etmek.

Yapımı:

En basit haliyle bir kapasitor, di elektrik adı verilen bir yalıtkan ile ayrılmış iki metal plakadan oluşur. Plakalar bağlanan teller, kapasitorun devreye bağlı durumda olmasını sağlarlar.

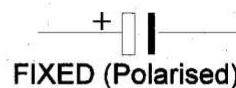
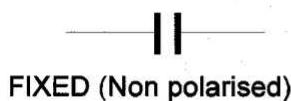
Şekil: 3.4, basit bir kapasitorun yapımını göstermektedir.

Şekil: 3.4



Sembollerı:

Şekil: 3.5, farklı kapasitörlerin elektrik devrelerindeki sembollerini göstermektedir. Polarize edilmiş kapasitörlerde pozitif terminalin pozitif akım kaynağına bağlanması gerekmektedir. Polarize edilmemiş kapasitörler, her iki uca da bağlanabilir.



Şekil 3.5

3.12 KAPASİTANS

Bir kapasitorun kapasitansı (C), o kapasitorun elektrik yükü depolayabilme kabiliyetini ölçer. Kapasitansın birimi **FARAD (F)** dir. Farad, kullanımı daha uygun daha küçük birimlere bölünmüştür.

1 micro farad (1t ül	= Farad'ın milyonda biri	= $10^{-6} F$
1 nano farad (1 nF)	= Farad'ın bin milyonda biri	= $10^{-9} F$
1 picofarad (1 pF)	= Farad'ın milyon milyonda biri	= $10^{-12} F$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 6/11
---	--	---	--

Kapasitansı etkileyen faktörler:

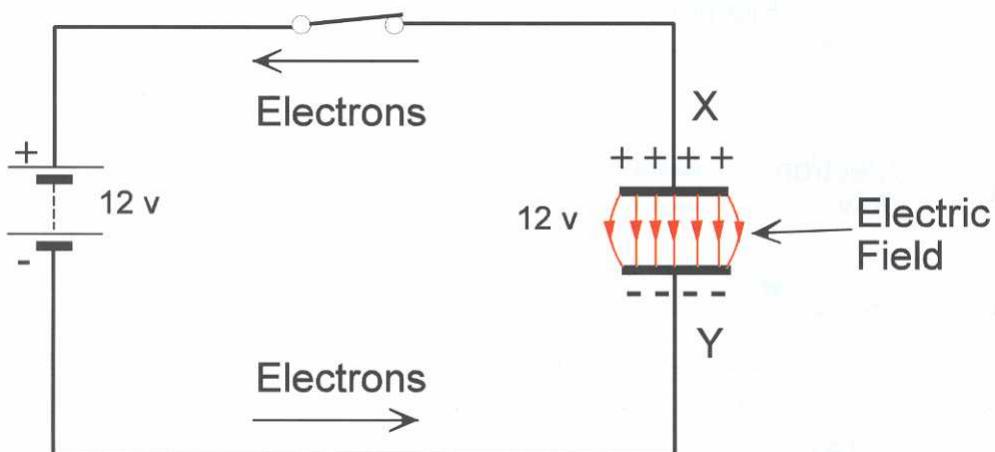
- a) Plakaların alanı – daha büyük alan daha büyük bir kapasitans verir.
- b) Plakalar arası mesafe – daha küçük bir mesafe daha büyük bir kapasitans verir.
- c) Di elektriğin malzemesi – farklı malzemeler farklı kapasitans değerleri verecektir. Örneğin; kağıt, mika, hava, yakıt. Di elektriğin değeri di elektrik sabiti (k) ile ölçülür. Örneğin, mumlanmış kağıt için k değeri 3 ken, hava için bu değer 1 dir. Buna göre, di elektrik olarak mumlu kağıda sahip bir kapasitörün kapasitansı di elektrik olarak havaya sahip özdeş bir kapasitöre göre 3 kat fazla olacaktır.

Çalışma voltajı:

Çalışma voltajı, bir kapasitöre uygulanabilecek en büyük doğru akım yada zirve alternatif akım voltajıdır. Bu voltaj değeri genellikle kapasitörün kabı üzerinde belirtilmiştir ve geçildiği takdirde di elektrik bozulabilir ve kalıcı hasar oluşabilir.

3.13 DOĞRU AKIM ÜZERİNDEKİ KAPASİTÖRLER

Şekil 3.6 bir pil ve anahtara seri bağlanmış bir kapasitörü göstermektedir. Anahtar kapandığında elektronlar pil tarafından Y plakasına doğru itilerek bu plaka üzerinde bir negatif yük oluşturur. Bu yük, di elektrik üzerinden X plakası üzerinde bir itme kuvveti oluşturur ve elektronların X plakasını terk ederek pilin pozitif ucunda toplanmalarına neden olur. Bu yükleme işlemi sırasında di elektrik üzerinden bir akım geçmemesine rağmen devrenin tellerinde elektronlar geçecektir.



Şekil: 3.6

Kısa bir süre sonunda plakalar arasındaki yük farkı, plakalar arasında bir potansiyel farkı oluşmasına neden olur. Bu potansiyel fark, pilin sağladığı kaynak voltajı ile eşit seviyeye geldiğinde elektron akımı yavaşlayıp duracaktır. Kapasitör bu durumda tam yüklü durumda, akım durmuş, plakalar yüklenmiş ve plakalar arasında bir elektriksel alan oluşmuş durumda olacaktır. Bu durumda kapasitör doğru akımı bloke etmiş durumdadır.

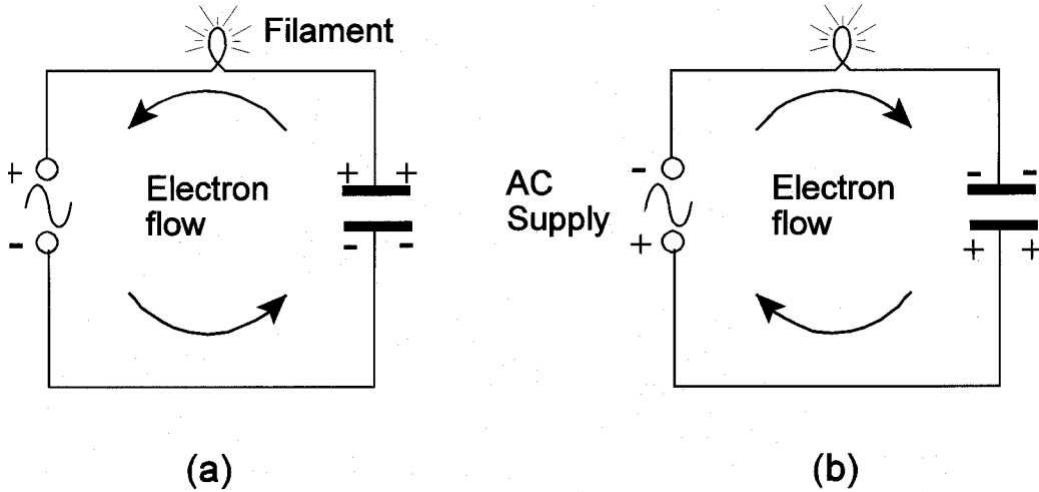
Anahtar açılır ve kapasitör devreden ayrılrsa, yükünü korumayı südürecektir. Kapasitör, plakalar arasına elektriksel alan oluşması sayesinde elektrik enerjisini koruyacaktır. Kapasitör yalnızca başka bir devreye bağlanması durumunda deşarj olacaktır.

3.14 ALTERNATİF AKIM ÜZERİNDEKİ KAPASİTÖRLER

Şekil 3.7 devredeki pilin bir alternatif akım kaynağı ile değiştirildiği durumu göstermektedir. Bu durumda X ve Y terminaleri kaynağın frekansına bağlı olarak pozitiften negatif yüke değiştiği için elektron akımı önce bir yönde olacak ve daha sonra geri dönerek ters yönde olacaktır. Kapasitör önce bir yönde yüklenicek, deşarj olacak ve daha sonra diğer yönde yüklenicektir. Bu işlem kaynağın bağlantısı kesilene dek devam edecektir. Lamba devamlı olarak yanacaktır. Devrenin tellerinden akım geçecek ancak di elektrik üzerinde bir akım olmayacağıdır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 7/11
---	--	---	--

Böylece: Kapasitor alternatif akım geçiriyormuş gibi gözükecektir.

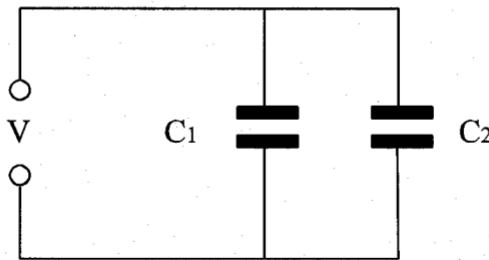


Şekil: 3.7

3.15 PARALEL BAĞLANMIŞ KAPASİTÖRLER

Paralel bağlanmış kapasitörler efektif olarak plakaların alanını arttırlar. Toplam kapasitans, C_T , tüm kapasitörlerin kapasitanslarının toplanmasıyla bulunabilir.

$$C_T = C_1 + C_2 \text{ etc}$$



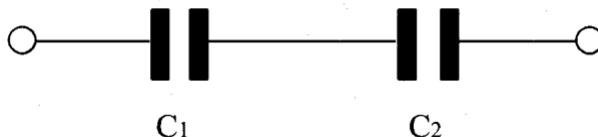
Şekil: 3.8

3.16 SERİ BAĞLANMIŞ KAPASİTÖRLER

Seri bağlanmış kapasitörler efektif olarak plakalar arasındaki mesafeyi artırarak toplam kapasitansın düşmesine neden olacaktır. Toplam kapasitans, dirençler için paralel bağlantı metoduyla bulunur.

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/11
---	--	---	--



Şekil: 3.9

ELECTRICS

1. In a circuit fitted with a non trip free circuit breaker if a fault occurs and persists:
 - a) if the reset button is depressed and held in, the circuit will be made.
 - b) the trip button may be pressed to reset, but not permanently.
 - c) a non trip free circuit breaker can never be by-passed.
 - d) the reset button may be pressed to make the circuit permanent.
2. A trip-free circuit breaker that has tripped due to overload:
 - a) can be reset and held in during rectification.
 - b) can never be reset.
 - c) can be reset after overhaul.
 - d) maybe reset manually after fault has been cleared.
3. Circuit breakers and fuses
 - a) are used in DC circuits only
 - b) are used in AC or DC circuits
 - c) are used in AC circuits only
 - d) are used in low current circuits only
4. A trip-free circuit breaker is one which:
 - a) cannot be reset by holding the lever in while the fault persists.
 - b) can be reset by holding the lever in while the fault persists.
 - c) must be held in during checks to find faults.
 - d) can be bypassed.
5. If the reset button is pressed in the trip-free circuit breaker, the contacts with the fault cleared will:
 - a) be made and kept made.
 - b) only be made if there is a fuse in the circuit.
 - c) reset itself only after a delay of 20 seconds.
 - d) not be made and the reset will remain inoperative.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 9/11
---	--	---	--

6. A circuit breaker is a device for:

- a) controlling rotor movement only.
- b) isolating the service on overload.
- c) isolating the battery when using the ground batteries.
- d) earthing the magnetos when switching off.

7. A non-trip free circuit breaker is:

- a) one which can make a circuit in flight by pushing a button.
- b) a wire placed in a conductor which melts under overload.
- c) another type of voltage regulator.
- d) an on-off type tumbler switch.

8. A non-trip-free circuit breaker that has tripped due to overload:

- a) can never be reset.
- b) can be reset but must not be held in.
- c) can be reset and held in if necessary.
- d) cannot be reset while the fault is still on and must be bypassed to make the circuit in an emergency.

9. A thermal circuit breaker works on the principle of:

- a) differential expansion of metals.
- b) differential thickness of metals.
- c) differential density of metals.
- d) differential pressure of metals.

10. Circuit breakers are fitted in:

- a) series with the load.
- b) parallel with the load.
- c) across the load.
- d) shunt with the load.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 10/11
---	--	---	---

ELECTRICS

1. A fuse is said to have blown when:
 - a) an excess current has burst the outer cover and disconnected the circuit from the supply.
 - b) the circuit is reconnected.
 - c) a current of a higher value than the fuse rating has melted the conductor and disconnected the circuit from the supply.
 - d) the amperage has been sufficiently high to cause the fuse to trip out of its holder and has therefore, disconnected the circuit from the supply.
2. In a fused circuit the fuse is:
 - a) in parallel with the load.
 - b) in series with the load.
 - c) in the conductor between generator and regulator.
 - d) only fitted when loads are in series.
3. Overloading an electrical circuit causes the fuse to 'Blow'. This:
 - a) increases the weight of the insulation.
 - b) fractures the fuse case.
 - c) disconnects the fuse from its holder.
 - d) melts the fuse wire.
4. What must be checked before replacing a fuse:
 - a) the ohms of the circuit.
 - b) the amps being used in the circuit.
 - c) the amps capacity of the consuming device in the circuit.
 - d) the correct fuse volt or watts rating.
5. The size of fuse required for an electrical circuit whose power is 72 watts and whose voltage is 24 volts is:
 - a) 24 amps
 - b) 10 amps
 - c) 5 amps
 - d) 15 amps

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 11/11
---	--	---	---

6. When selecting a fuse for an aircraft circuit the governing factor is:

- a) the voltage of the circuit.
- b) cable cross sectional area.
- c) resistance of the circuit.
- d) power requirements of the circuit.

7. A fuse in an electrical circuit is 'Blown' by:

- a) cooler air.
- b) the breaking of the glass tube.
- c) excess voltage breaking the fuse wire.
- d) excess current rupturing the fuse wire.

8. A fuse is used to protect an electrical circuit, it is:

- a) of low melting point.
- b) of high capacity.
- c) of high melting point.
- d) of low resistance.

9. Fuses:

- a) protect the load.
- b) protect the cable.
- c) protect the generator.
- d) protect both the circuit cable and load.

10. A current limiter:

- a) is a fuse with a low melting point.
- b) is a circuit breaker.
- c) is a fuse with a high melting point.
- d) is a fuse enclosed in a quartz or sand.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/12
---	--	---	--

BÖLÜM 4

DOĞRU AKIM

BATARYALAR

İÇİNDEKİLER

4.1 BATARYALAR

4.2 İKİNCİL HÜCRELER

4.3 KURŞUN ASİT BATARYALARI

4.4 ALKALİN BATARYALAR

4.5 BATARYA KONTROLLERİ

4.6 BATARYANIN ŞARJ EDİLMESİ

4.7 İKİNCİL BATARYA ÖZETİ

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/12
---	--	---	--

4.1 BATARYALAR

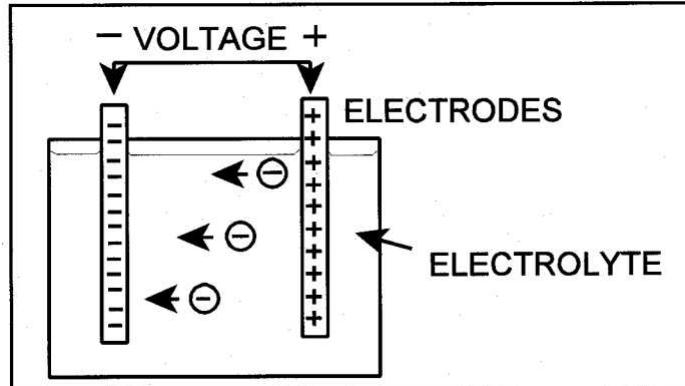
Uçaklardaki bataryaların amacı jeneratörün çalışmadığı acil durumlarda güç kaynağı görevi yapmak ve motoru çalıştırırmak için güç sağlamaktır.

Bir batarya, aralarında potansiyel fark oluşturacak şekilde elektronları bir maddeden diğerine geçirerek kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren birçok hücreden oluşmaktadır. Elektronların transferi sırasında iki maddenin kimyasal bileşimi değişmektedir.

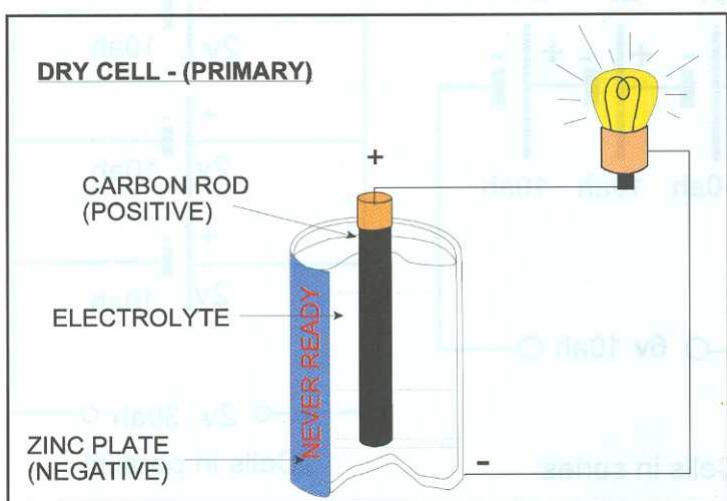
Ana hücre

Bir ana hücre, elektrolit adı verilen kimyasal bir sıvuya sokulmuş iki elektrottan oluşmaktadır. Elektrolit, aralarında bir potansiyel fark oluşanana kadar iki elektrot arasındaki elektron transferinin gerçekleşmesini sağlar. Elektron transferi kesildiğinde hücre tam yüklü durumdadır ve elektrotlar arasındaki potansiyel fark yaklaşık 1.5 voltdur.

Şekil: 4.1



Pilin pozitif ve negatif terminaleri harici bir devreye bağlandığında elektronlar negatif terminalden pozitif terminale doğru akarak devrede bir akım yaratırlar. Aynı anda hücre içinde pozitif elektrotta negatife doğru daha fazla elektronun transfer olmasına izin verilir. Bu elektron sirkülasyonu devam ederken negatif elektronlar yavaş yavaş elektrolit içinde çözülerek en sonunda tamamen yok olurlar ve bu durumda ölü hale gelmiş olur. Ana hücreler tekrar şarj edilemezler.



Şekil: 4.2

4.2 İKİNCİL HÜCRELER

İkincil hücreler, ana hücrelerle aynı prensiple çalışırlar. Ancak ikincil hücreler ana hücrelerden farklı olarak, üzerlerinden ters yönlü bir "şarj akımı" geçirilirse kimyasal enerjilerini yeniden oluşturabilirler. Bu şekilde ikincil hücreler çok uzun bir zaman periyodu boyunca şarj ve deşarj edilerek kullanılabilirler.

Tekrar şarj etme sırasında elektrik enerjisi deşarj edilene dek korunacak olan kimyasal enerjiye dönüştürülür.

Bir hücrenin kapasitesi o hücrenin belli bir zamanda ne kadar akım üretebileceğidir. Kapasite amper saat (Ah) cinsinden ölçülür ve plakaların alanı tarafından belirlenir. Hücre ne kadar büyükse kapasitesi de o kadar büyük olacaktır. Kapasitesi 80 Ah olan bir pil 10 saat boyunca 8 A akım yada 1 saat boyunca 80 A akım üretebilir. Teorik olarak bu doğru olsa da pratikte deşarj hız arttıkça kapasite de azalır. Bu yüzden kapasite genellikle 1 saat bazında ölçülür.

Kapasite ve voltaj ihtiyacına bağlı olarak, piller tek başlarına yada seri yada paralel bağlanarak da kullanılabilirler. Seri bağlantılarında bir pilin pozitif ucu diğerinin negatif ucuna bağlanır. Toplam voltaj tüm pillerin voltajlarının toplamı olacak ancak toplam kapasite tek bir pilin kapasitesi kadar olacaktır.

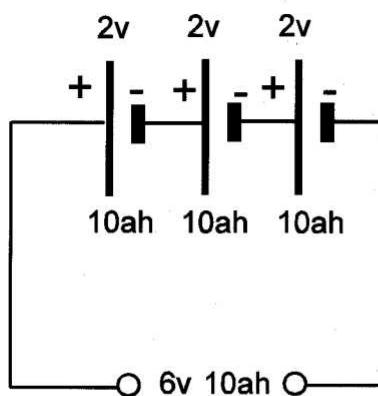
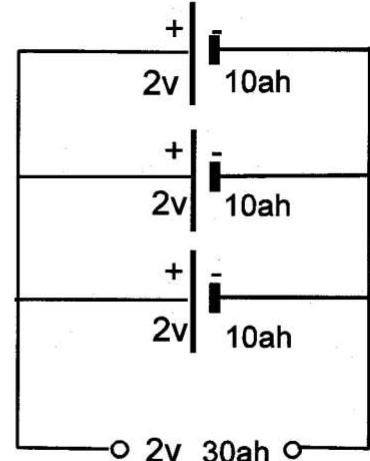
Paralel bağlanan pillerde ise pozitif uçlar birbirlerine, negatif uçlar da birbirlerine bağlanmalıdır. Bu durumda toplam voltaj tek bir pilin voltajı olacak ancak toplam kapasite tüm pillerin kapasitelerinin toplamı kadar olacaktır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 3/12
---	--	---	--

Şekil: 4.3**4.3 KURŞUN-ASIT BATARYALARI**

İkincil bataryalardan en yaygın olanlardan bir tanesi kuşun-asit bataryalardır.

Pozitif plakanın aktif metali kurşun peroksit, negatif plakanın ise yumuşak kurşundur. Her iki plaka da su ve sülfürük asitten oluşan bir elektrolit solüsyonuna batırılır. Kap, kullanım sırasında buharlaşmadan dolayı azalan sıvının tekrar doldurulmasını sağlayacak bir musluğa da sahip olan cam yada sert plastikten yapılmıştır. Musluktaki hava boşluğu, hücrenin çalışması esnasında açığa çıkan hidrojen gazının dışarı çıkışmasına olanak sağlar.

**Cells in series****Cells in parallel****Şekil: 4.4**

Bir kurşun-asit hücresinin yük durumu elektrolit solüsyonunun güç durumunun ölçülebilir. Bu işlem yoğunluğu ölçen bir hidrometre yardımıyla yapılabilir. Tamamen yüklenmiş bir hücrenin yoğunluk değeri 1.27, deşarj olmuş bir hücrenin ise 1.17 olacaktır.

Hücre harici bir devreye bağlanıp akım oluşturgunda her iki plakada da kurşun sülfat oluşmaya başlayacak ve asidin gücünü kaybetmesiyle yoğunluğu düşecektir. Yoğunluk 1.17ye, voltagda 1.8 Volta düşüğünde hücre tekrar şarj edilmelidir.

Bir hücreyi şarj etmek için hücre ters yönlü akım yaratacak ve biraz daha yüksek voltaja sahip bir batarya şarj aletine bağlanır. Bu esnada plakalar üzerine toplanan kurşun sülfat kaybolur ve elektrolitin yoğunluk 1.27 ye çıkar. Voltajın da 2V dan biraz daha yüksek bir değere ulaşması gereklidir.

Kurşun-asit bataryası şarj edilirken, şarj olma hızının kontrol altında tutulması önemlidir. Çok hızlı şarj etmek buharlaşmaya ve bataryanın kuruması sonucu plakaların hasar görmesine neden olabilir.

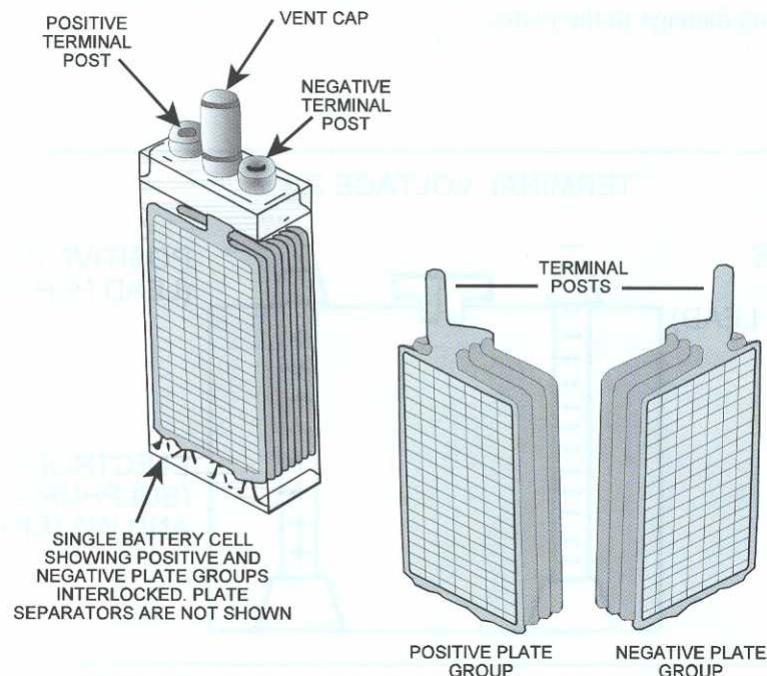
Elektrolitin yoğunluk değeri bataryanın şarj durumunun ve kullanılabilirliğinin bir göstergesidir. Bu değer hidrometre yardımıyla ölçülr. Elektrolit seviyesi plakaların hemen üzerine gelecek şekilde damıtılmış su kullanılarak ayarlanır. Tam yüklenme olduğunda plakalarda buharlaşma nedeniyle su kaybı olur.

Hücrelerin yüklü voltajı 2 voltdur.

Hücrelerin yüksüz voltajı 2.2 voltdur.

Elektrolitler çok yüksek seviyede korozyon yapıcı özelliğe sahiptirler ve uçak üzerine döküldükleri takdirde büyük hasarlara yol açabilirler.

Bir asit elektrolit için nötrleştirici olarak sodyum bikarbonat solüsyonu kullanılmalıdır.

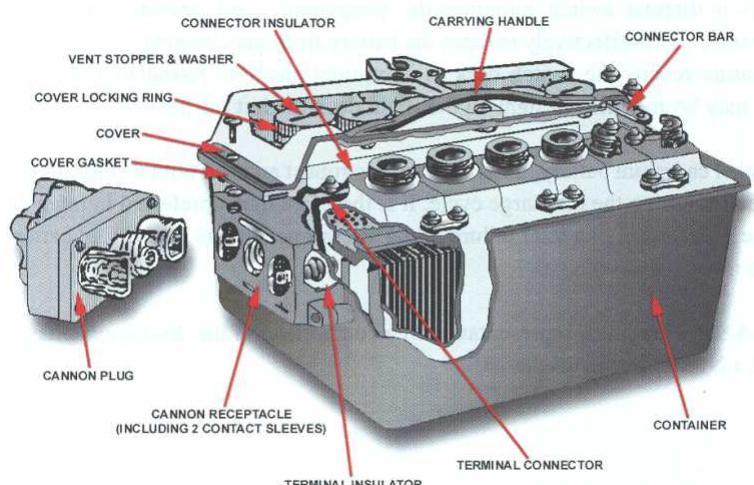
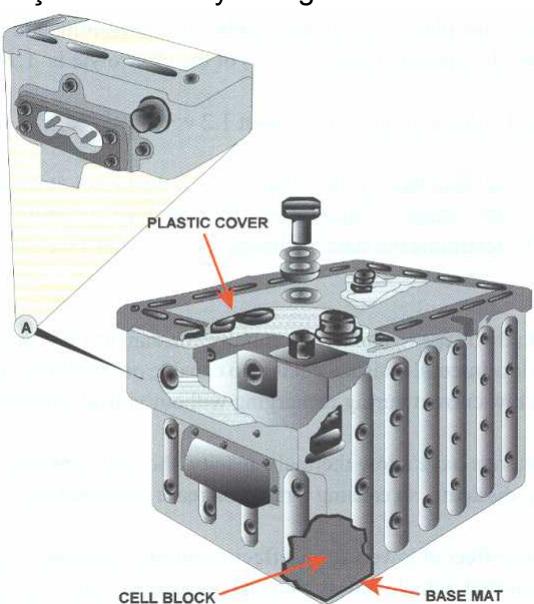
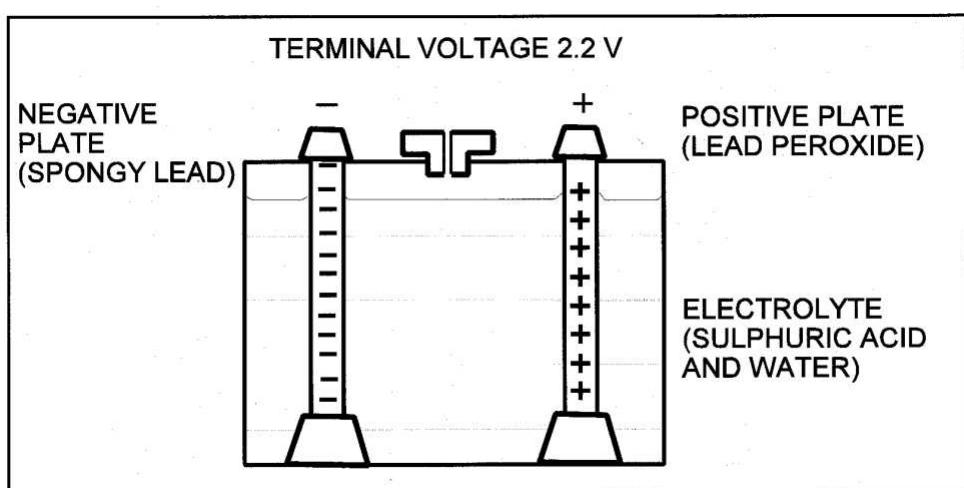


	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 4/12
---	--	---	--

Şekil: 4.5

Bir bataryanın performansı sıcaklığından etkilenir. Düşük sıcaklıklarda deşarj olma hızı daha yüksek iç dirençten dolayı artar. İlkin havalarda bataryanın deşarj olma hızı artar. Genel olarak bataryalar İlkin havalarda daha iyi performans gösterirler. Bir kurşun-asit bataryası deşarj oldukça elektrolitin yoğunluğu düşer. Çok düşük sıcaklıklardaki deşarj olmuş bataryalarda elektrolitin donma tehlikesi vardır. Bu yüzden kış aylarında bataryaları şarlı durumda tutmak gerekmektedir.

Şekil: 4.6 elekrolitin sıvı durumda olduğu serbest sıvı tipindeki, şekil 4.7 ise dökülmeye riskini azaltmak üzere yapılmış ve elektrolitin aktif metaller tarafından içine çekildiği absorbe edilmiş sıvı tipindeki kurşun-asit bataryasını göstermektedir.

**Şekil: 4.6 Kurşun Asid Batarya (serbest sıvı)****Şekil: 4.7 Kurşun Asid Batarya (absorbe sıvı)**

4.4 ALKALİN (NİKEL-KADMİYUM) BATARYALAR

Kurşun-asit bataryaları hala bazı küçük uçaklarda kullanımda olmalarına karşın büyük ölçüde yerlerini nikel-kadmiyumlu bataryalara bırakmışlardır. Bunlar plakaları ve elektrolitleri için farklı maddeler kullanmaktadır. Plakalar nikel oksit ve kadmiyum, elektrolit ise potasyum hidroksittir. Elektrolitin yoğunluğu 1240 – 1300 arasındadır.

Yüklü volajı 1.2 voltdür.

Kurşun – asit bataryasından farklı olarak, nikel kadmiyum bataryalarda yoğunluk değişmez ve yüklü ve yüksüz durumlardaki voltaj farklılığı çok azdır. Şarj durumunu ölçmek için tek yol kapasite testi gibi bir deşarj testi yapmaktadır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 5/12
---	--	---	--

Terminal voltajı tüm deşarj boyunca 1.2V değerde sabit kalır. Düşük iç direncinden dolayı deşarj olması sırasında yüksek akım verme tekrar şarj etme esnasında da terminal voltajında büyük değişimler olmadan düşük akım verme kapasitesine sahiptir.

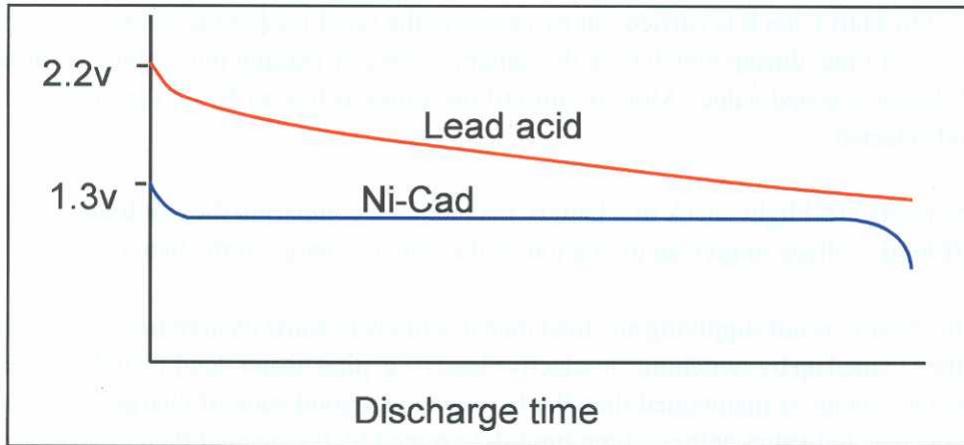
NiCad baryaların düşük ısı kapasitesi vardır. Belirli durumlarda ısı, yok olmasından daha hızlı açığa çıkar ve böylece hızlı sıcaklık artışı olabilir.

Bu durum termal kaçış olarak adlandırılır ve aşırı ısınma sonucu baryanın patlamasına dahi olanak verebilir. Bu nedenle baryanın şarj edilmesi dikkatle takip edilmeli ve bazı emniyet yöntemleri uygulanmalıdır.

İçeri yerleştirilmiş termal bir anahtar sıcaklığı devamlı takip ederek önceden belirlenmiş bir seviyede kalmasını sağlar. Bu, efektif olarak baryanın şarj kaynağının sıcaklığı istenen düzeye gelene kadar izole edilmesiyle sağlanır. Bu sıcaklık anahtarlarının yanında uçuş kabininde pilota uyarı verecek bir uyarı ışığı da kullanılabilir.

Bunun yanında nikel kadmiyum baryalar daha güçlüler ve deşarj döngüsü boyunca sabit voltajı daha iyi bir şekilde sağlayabilirler. Uçaktaki jeneratörlerdeki genel bir arıza durumunda çok daha sabit bir voltaj sağlayacaklarından modern uçaklarda daha çok tercih edilir.

Şekil: 4.8 kurşun-asit ve Ni-Cad baryalarının grafik kıyaslamasını göstermektedir.



Şekil: 4.8

4.5 BATARYA KONTROLLERİ

Bir baryanın kapasitesi, üreticilerin belirttiği baryanın verebileceği amper cinsinden yük ile bu yükün baryaya tarafından sağlanabileceğinin sürenin çarpımıdır.

Kapasite amper saat (Ah) cinsinden ölçülür.

40 Ah lik bir baryaya 1 saatlik deşarj ayarında bir saat boyunca 40 amperlik akım verebilmelidir. Alternatif olarak baryaya 10 saat boyunca 4 amperlik bir akım da sağlayabilir.

Gerçek kapasite ise pilin kullanım sırasındaki tükenme hızı ile belirlenir. Eğer 60 A/H kapasiteli bir baryaya 1 saatlik kullanım şekliyle sadece 0.7 saat kullanılabiliyorsa gerçek kapasitesi belirlenmiş kapasitesinin %70'i kadar olacaktır. Bir başka deyişle baryaya %70 verimlilikle çalışıyor durumdadır.

Uçak baryalarının gerçek kapasitesini belirlemek için 3 ayda bir kapasite testi yapılmalı ve baryanın kullanımına devam edilebilmesi için verimliliğinin en az %80 olması gerekmektedir.

Kapasite, bir jeneratör arızası sonucunda uçakta en hayatı sistemleri 30 dakika çalıştıracak düzeyde olmalıdır.

Bu hayatı sistemler; konum bilgisi, gerekli iletişim ekipmanları, ışıklandırma, pito ısısı ve emniyetli uçuş için gerekli olabilecek diğer servisler olarak tanımlanabilir.

Elektrik atölyesinde kullanıma hazır halde yedek baryalar bulundurulmalıdır. Kurşun-asit baryaları, sülfatlaşma nedeniyle bitmesinler diye her zaman şarj edilmiş bir durumda bulundurulmaları gereklidir. Ni-Cad baryalar ise herhangi bir olumsuz etki yaratmadan deşarj edilmiş durumda tutulabilir, bu nedenle daha uzun bir depolama ömrü vardır.

Yüklü haldeki kontroller için, kısa bir süre için baryaya devresine belirlenmiş yük uygulanır. Bu süre boyunca voltmetre sabit değeri göstermeli ve belirlenmiş bir değerin altına düşmemelidir. Modern uçaklarda bu süre 10-20 saniye arasındadır.

Pilotların uçuş öncesi kontrollerine baryaların şarj durumlarını anlayabilmek için yüklü ve yüksüz voltajların kıyaslanması da dahil edilebilir.

Eğer baryya bir yük kaynağı görevi yapmıyorsa nominal voltajını gösterecektir. Ancak daha sonra seçilen bir cihaza bağlanarak yüklü hale getirilirse ve sahip olması gereken voltaj sağlanırsa, baryanın

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 6/12
---	--	---	--

yük durumu iyi düzeydedir. Eğer voltaj, manuelinde belirlenen zamandan daha az bir zamanda belli bir voltajın altına düşüyorsa, bataryanın yükü iyi durumda değildir ve şarjı değiştirilmelidir.

4.6 BATARYANIN ŞARJ EDİLMESİ

Kurşun-asit bataryalarında, bataryanın uçuş esnasında tam şarj durumunda olmasını sağlamak için sabit voltaj şarj sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemin kullanılmasıyla jeneratörün çıkış voltajı 12 volt batarya için 12 Voltda 24 volt batarya için 28 Voltda sabit olacaktır. Jeneratör voltajı her 12 volt batarya voltajını 2 volt geçer.

Termal kaçışa maruz kalabilecek alkalin bataryalarda batarya sıcaklığını ve voltajını devamlı takip eden sabit akım şarj sistemi uygulayan bir batarya şarj cihazı kullanılır. Bazı şarj sistemleri ise ani şarj sistemi kullanır. Bu sistemde batarya kapasitesi %85 seviyeye ulaştıktan sonra batarya şarj cihazı anlık kısa şarj edici akımlar verir.

NOT:

Uçak bataryasını kullanarak motor çalıştırıldıktan sonra, jeneratör eğer bağlı durumdaysa, hangi tip (kurşun-asit yada alkalin) batarya olursa olsun bataryayı tekrar şarj eder.

Bu, jeneratörün yada bataryanın üzerindeki ampermetredeki yüksek değer ile görülebilir. Bu değer batarya tekrar şarj oldukça hızlıca düşmelidir. Eğer şarj hızı yükselir yada yüksek değerde sabit kalırsa, bu hatalı bir bataryanın göstergesi olabilir.

Yüksek şarj hızı bataryanın aşırı ısınmasına ve kayda değer hasarlara maruz kalmasına neden olabilir.

4.7 İKİNCİL BATARYA ÖZETİ

Şekil 4.9 da ikincil bataryalar içi bir özeti verilmiştir.

Secondary batteries: Summary		CHARGED	DISCHARGED			
		POSITIVE	NEGATIVE	ELECTROLYTE	SPILLAGE	S.G.
LEAD-ACID 		lead peroxide lead sulphate	spongy lead lead sulphate	sulphuric acid weak sulphuric acid	Sodium bicarbonate + water	1.270
ALKALINE 		nickel oxide nickel hydroxide	cadmium cadmium hydroxide	potassium hydroxide / distilled water potassium hydroxide / distilled water	Boric acid	1.240 - 1.300

Şekil:4.9

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 7/12
---	--	---	--

BATTERIES 1

1. Battery voltage is tested with:
 - a) a megometer.
 - b) a voltmeter on rated load.
 - c) an ammeter with a rated voltage.
 - d) a hygrometer.

2. Two 12V 40 amp/hour batteries connected in series will produce:
 - a) 12V 80 amp/hr
 - b) 12V 20 amp/hr
 - c) 24V 80 amp/hr
 - d) 24V 40 amp/hr

3. Two 12V 40 amp/hour batteries connected in parallel will produce:
 - a) 12V 80 amp/hr
 - b) 24V 80 amp/hr
 - c) 12V 20 amp/hr
 - d) 24V 40 amp/hr

4. A battery capacity test is carried out:
 - a) 6 monthly
 - b) 2 monthly
 - c) 3 monthly
 - d) every minor check

5. An aircraft has three batteries each of 12 volts with 40 amp/hr capacity connected in series. The resultant unit has:
 - a) a voltage of 36 and a capacity of 120 amp/hr.
 - b) a capacity of 120 amp/hr and a voltage of 12.
 - c) a capacity of 36 amp/hr and 120 watts.
 - d) a voltage of 36 and a capacity of 40 amp/hr.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/12
---	--	---	--

BATTERIES 1

1. Battery voltage is tested with:
 - a) a megometer.
 - b) a voltmeter on rated load.
 - c) an ammeter with a rated voltage.
 - d) a hygrometer.

2. Two 12V 40 amp/hour batteries connected in series will produce:
 - a) 12V 80 amp/hr
 - b) 12V 20 amp/hr
 - c) 24V 80 amp/hr
 - d) 24V 40 amp/hr

3. Two 12V 40 amp/hour batteries connected in parallel will produce:
 - a) 12V 80 amp/hr
 - b) 24V 80 amp/hr
 - c) 12V 20 amp/hr
 - d) 24V 40 amp/hr

4. A battery capacity test is carried out:
 - a) 6 monthly
 - b) 2 monthly
 - c) 3 monthly
 - d) every minor check

5. An aircraft has three batteries each of 12 volts with 40 amp/hr capacity connected in series. The resultant unit has:
 - a) a voltage of 36 and a capacity of 120 amp/hr.
 - b) a capacity of 120 amp/hr and a voltage of 12.
 - c) a capacity of 36 amp/hr and 120 watts.
 - d) a voltage of 36 and a capacity of 40 amp/hr.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 9/12
---	--	---	--

6. An aircraft has a battery with a capacity of 40 amp/hr. Assuming that it will provide its normal capacity and is discharged at the 10 hour rate:
- a) it will pass 40 amps for 10 hrs.
 - b) it will pass 10 amps for 4 hrs.
 - c) it will pass 4 amps for 10 hrs.
 - d) it will pass 40 amps for 1 hr.
7. Battery capacity percentage efficiency must always be:
- a) 10% above saturation level
 - b) above 70%
 - c) above 80%
 - d) above 90%
8. The method of ascertaining the voltage of a standard aircraft lead-acid battery is by checking:
- a) the voltage on open circuit.
 - b) the current flow with a rated voltage charge.
 - c) the voltage off load.
 - d) the voltage with rated load switched ON.
9. A battery is checked for serviceability by:
- a) using an ammeter.
 - b) measuring the specific gravity of the electrolyte.
 - c) a boric acid solution.
 - d) using an ohmmeter.
10. In an AC circuit:
- a) the battery is connected in series.
 - b) a battery cannot be used because the wire is too thick.
 - c) a battery cannot be used because it is DC.
 - d) only NICAD batteries can be used.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 10/12
---	--	---	---

BATTERIES 2

1. The specific gravity of a fully charged lead acid cell is:
 - a) 1.270
 - b) 1.090
 - c) 1.120
 - d) 0.1270
2. The nominal voltage of the lead acid cell is:
 - a) 1.2 volts
 - b) 1.5 volts
 - c) 1.8 volts
 - d) 2.0 volts
3. A lead acid battery voltage should be checked:
 - a) on open circuit
 - b) using a trimmer circuit
 - c) with an ammeter
 - d) on load
4. In an aircraft having a battery of 24 volts nominal and fully charged the voltmeter would read:
 - a) 22 volts
 - b) 24 volts
 - c) 26 volts
 - d) 28 volts
5. The system used to maintain aircraft batteries in a high state of charge is the:
 - a) constant current system.
 - b) constant load system.
 - c) constant resistance system.
 - d) constant voltage system.
6. If you connect two identical batteries in series it will:
 - a) double the volts and halve the capacity.
 - b) reduce the voltage by 50%.
 - c) double the volts and leave the capacity the same.
 - d) double the volts and double the amps flowing in a circuit with twice the resistance.
7. The nominal voltage of an alkaline cell is:
 - a) 2.2 volts
 - b) 1.8 volts
 - c) 1.2 volts
 - d) 0.12 volts
8. The specific gravity of a fully charged alkaline cell is:
 - a) 0.120 - 0.130
 - b) 1.160
 - c) 1.240 - 1.30
 - d) 1.800
9. The electrolyte used in the lead acid cell is diluted:
 - a) hydrochloric acid.
 - b) sulphuric acid.
 - c) boric acid.
 - d) potassium hydroxide.
10. The electrolyte used in an alkaline battery is diluted:
 - a) a saline solution.
 - b) sulphuric acid.
 - c) cadmium and distilled water.
 - d) potassium hydroxide solution.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 11/12
---	--	---	---

BATTERIES 3

1. The number of lead acid cells required to make up a Twelve Volt Battery is:
 - a) 8
 - b) 12
 - c) 6
 - d) 10
2. A Voltmeter across the terminals of a battery with all services off will indicate:
 - a) electromotive force.
 - b) resistance.
 - c) a flat battery.
 - d) residual voltage.
3. The voltage of a secondary cell is:
 - a) determined by the number of plates.
 - b) determined by the area of the plates.
 - c) determined by the diameter of the main terminals.
 - d) determined by the active materials on the plates.
4. The level of the electrolyte must be maintained:
 - a) just below the top plate.
 - b) above the plates level with the filler cap.
 - c) one inch below the top of the plates.
 - d) just above the top of the plates.
5. To top up the electrolyte add:
 - a) sulphuric acid.
 - b) distilled water.
 - c) sulphuric acid diluted with distilled water.
 - d) boric acid.
6. Non-spill vents are used on aircraft batteries to:
 - a) prevent spillage of electrolyte during violent manoeuvres.
 - b) stop spillage of the water only.
 - c) prevent the escape of gases.
 - d) prevent spillage during topping-up.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 12/12
---	--	---	---

7. The capacity of a lead acid battery is:
- a) determined by the area of the plates.
 - b) determined by the active materials on the plates.
 - c) determined by the size of the series coupling bars.
 - d) determined by the number of separators.
8. Acid spillage in an aircraft can be neutralised by using:
- a) caustic soda.
 - b) soap and water.
 - c) soda and water.
 - d) bicarbonate of soda and water.
9. When the battery master switch is switched off in flight:
- a) the generators are disconnected from the bus bar.
 - b) the ammeter reads maximum.
 - c) the battery is isolated from the bus bar.
 - d) the battery is discharged through the bonding circuit diodes.
10. When the generator is on line the battery is:
- a) in parallel with the other loads.
 - b) in series with the generator.
 - c) in series when the generator is on line and is relayed when the generator is off line.
 - d) load sharing.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/8
---	--	---	---------------------------------------

BÖLÜM 5

DOĞRU AKIM

MANYETİZMA

İÇİNDEKİLER

5.1 MANYETİZMA

5.2 GEÇİCİ MIKNATISLAR

5.3 SÜREKLİ MIKNATISLAR

5.4 GEÇİRGENLİK

5.5 MANYETİZMA

5.6 MIKNATISLARIN MOLEKÜLER YAPISI

5.7 AKIMIN MANYETİK ETKİSİ

5.8 SAĞ EL KURALI

5.9 SELENOİDİN MANYETİK ALANI

5.10 SAĞ EL KURALI

5.11 SELENOİDİN MANYETİK ALANININ KUVVETİ

5.12 SELENOİD VE ROLE

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/8
---	--	---	---------------------------------------

5.1 MANYETİZMA

Bir mıknatıs aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- a) Küçük demir ve çelik parçalarını çekip toplayacaktır.
- b) Serbest bir şekilde asıldığında, kuzey–güney yönünde olacak şekilde dengeye gelecektir.
- c) Bir manyetik alan oluşturacaktır (mıknatısın çevresinde manyetik etkilerin görülebildiği alan).

Bir mıknatıs üzerine konmuş bir kağıdın üzerine demir tozları serpiştirilirse, tozlar belirli bir görünüşte şekle girerler. Manyetik alandaki etki hatlarının izini çizmiş olurlar. Bu hatlara **kuvvet hattı** yada **akı hattı** denir.

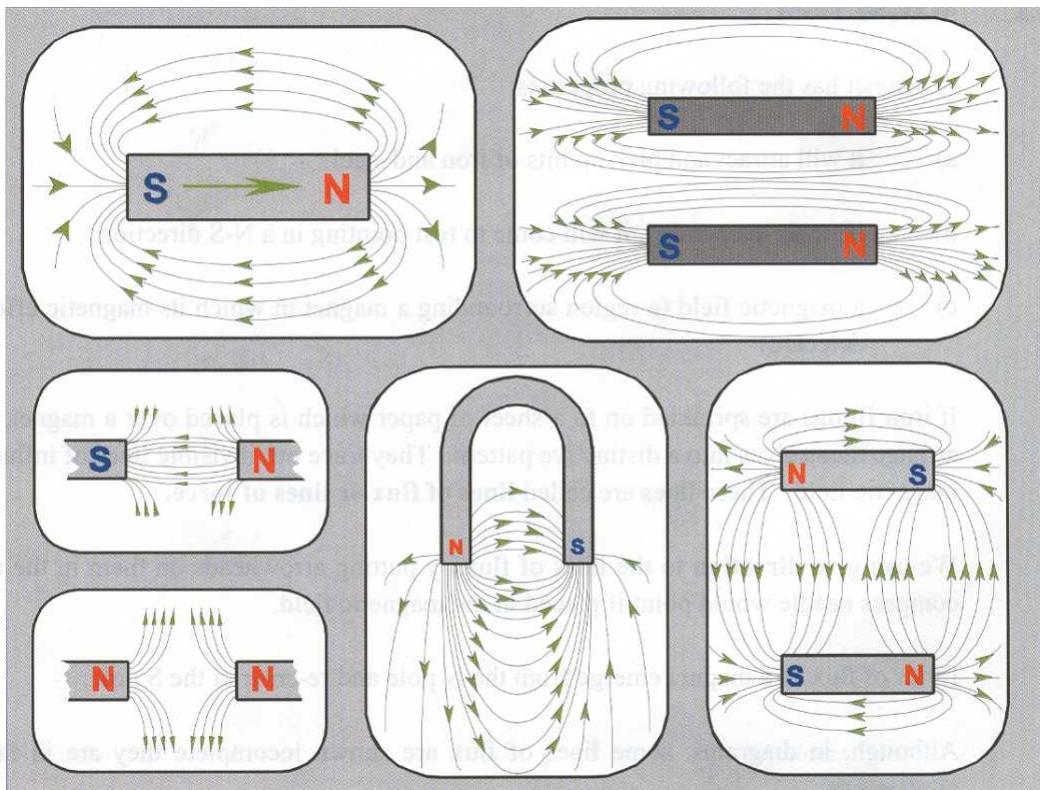
Bu hatlara üzerlerine ok işaretini konarak, bir pusulanın orada bulunması durumda göstereceği yönde bir yön verilebilir.

Bir mıknatısın kuvvet hatları kuzey kutbundan çıkışıp güney kutbuna girecek şekildedir.

Bazı şekillerde kuvvet hatları kesik bir şekilde gösterilmiş olmasına rağmen, gerçekte bir kutuptan diğer kutba giderken hiçbir zaman kesilmez. Kuvvet hatları birbirlerini kesmezler.

İki mıknatıs yaklaştırıldığında birlikte oluşturdukları bileşke kuvvet hatları, kuvvet hatlarının hiçbir zaman birbirini kesemeyeceği şekilde biçimlenir. İki mıknatıstan çıkan kuvvet hatları aynı yöndeyse bu hatlar kuvvetlenerek akı yoğunluğunun artmasına neden olur.

İki mıknatıstan çıkan kuvvet hatları birbirleriyle ters yönlü olurlarsa birbirlerini yok ederler. Manyetik etkiler, kutup adı verilen, mıknatıs uçlarında en güçlündür.



Şekil: 5.1

Bir mıknatıs serbest bir şekilde asılır ve durgun hale gelene kadar beklenirse, mıknatısın kuzey kutbunu gösteren ucuna kuzey kutbu, güney kutbunu gösteren ucuna ise güney kutbu denir. İki mıknatısın kuzey kutupları yan yana getirilirse birbirlerini iterler. Aynı etki güney kutuplar için de geçerlidir. Bir kuzey kutup ile güney kutup yanyana geldiğinde ise bir çekim kuvveti oluşur.

AYNI KUTUPLAR BİR BİRLERİNİ İTER FARKLI KUTUPLAR BİR BİRLERİNİ ÇEKER.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 3/8
---	--	---	---------------------------------------

5.2 GEÇİCİ MIKNATISLAR

Geçici mıknatıslar yumuşak demirden yapılır. Bu madde kolayca mıknatışlaşır ancak çok kısa bir sürede manyetik özelliklerini kaybeder.

5.3 SÜREKLİ MIKNATISLAR

Sürekli mıknatıslar, mıknatışlaştırılması zor olan ancak manyetik özelliklerini iyi muhafaza eden sert alaşımı demirlerden yapılır.

Şekil: 5.2



5.4 GEÇİRGENLİK

Mıknatısları oluşturan yumuşak bir demir bir manyetik alan içine konduğunda kuvvet hatları demirin üzerinden geçecek şekilde konsantr bir hal alırlar. Demirin kendi de bu durumda mıknatışlaşır ve ilave kuvvet hatları oluşturur.

Kuvvet hatlarının yoğunluğundaki bu artışa geçirgenlik denir.

Manyetik alandan çıkarıldığı takdirde yumuşak demir manyetik özelliğini büyük ölçüde kaybeder. Yumuşak demir bu yüzden düşük **manyetik kalıcılığa** sahiptir. Az da olsa kalan manyetizma arda kalan manyetizma olarak adlandırılır.

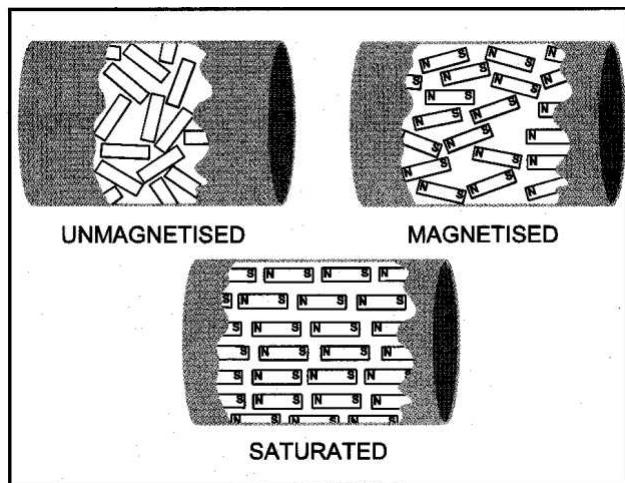
5.5 MANYETİZMA

Manyetizma aşağıdaki şekillerde yok edilebilir:

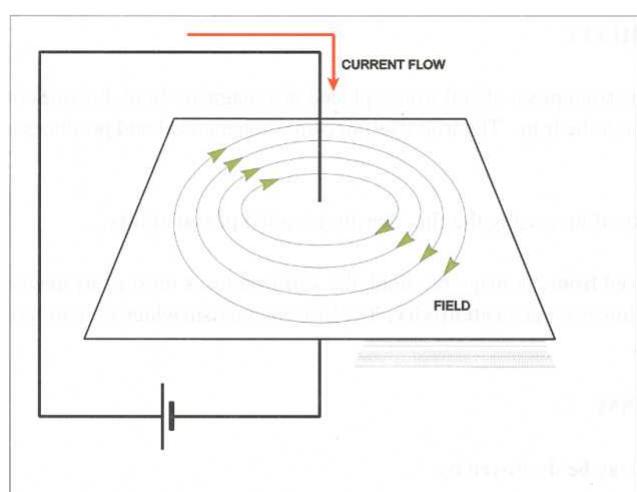
- Malzemeyi ısıtmak.
- Malzemeyi çekicilemek.
- Malzemeyi, üzerinden alternatif akım geçen bir selenoid tel içine yerleştirmek.

5.6 MIKNATISLARIN MOLEKÜLER YAPISI

Mıknatıştırılmamış bir yumuşak demirde moleküller kapalı zincirler oluşturacak şekilde konuşlanılmışlardır. Demir mıknatıştırıldığında moleküller, manyetik alanda kuvvet hattı denilen görünmez etki hatlarını oluşturacak şekilde hizalanırlar. Tüm moleküller hızla gelince, mıknatıs **döymüş** hale gelir ve daha fazla mıknatıştırılamaz.



Şekil: 5.3



5.7 AKIMIN MANYETİK ETKİSİ

Bir iletkenden bir akım geçtiğinde, iletkenin çevresinde ortak merkezli kuvvet hatlarından oluşan bir manyetik alan oluşur.

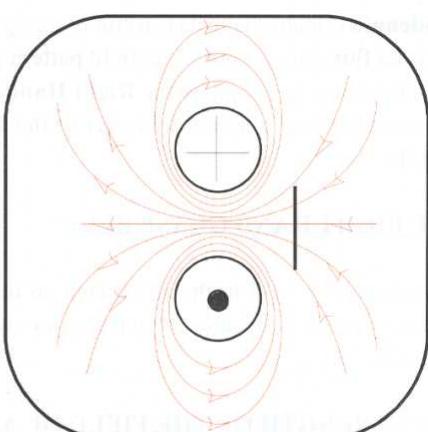
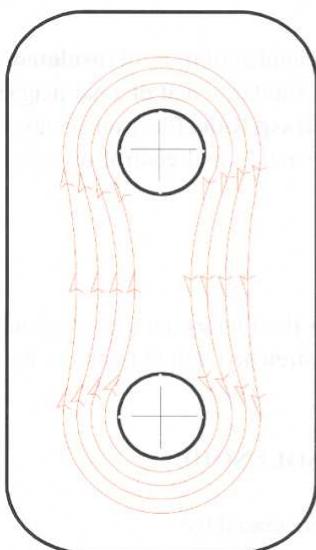
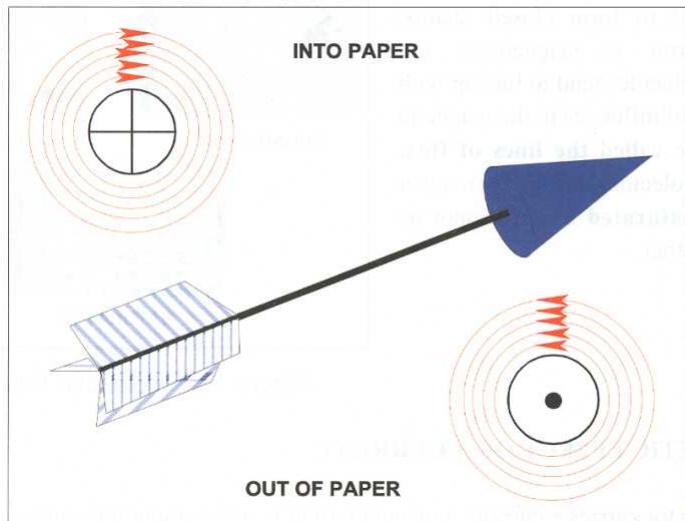
Şekil: 5.4



5.8 SAĞ EL KURALI

Sağ el baş parmağı akım yönüne getirildiğinde diğer parmakların yapacağı dönme hareketi oluşacak kuvvet hatlarının yönünü gösterecektir.

Şekil: 5.5



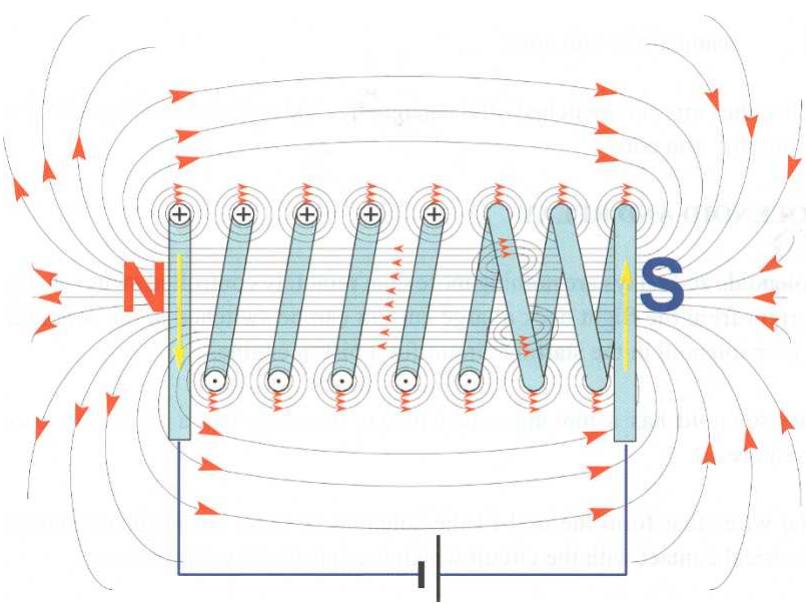
Şekil: 5.6

5.9 SELENOİDİN MANYETİK ALANI

Selenoid (elektromagnit) yalıtılmış tellerden oluşan birçok halkadan oluşan bobinlerdir. Teller arasındaki akılar birbirlerini yok ederler. Manyetik alanın şekli çubuk mıknatısla benzeşir. Selenoidlerin polaritesi sağ el kuralı yardımıyla bulunabilir.

Elektromagnitler ve elektromanyetizma uçaklardaki birçok elektrik devresinin çalıştırılmasında ve kontrolünde önemli rol oynar.

Şekil: 5.7



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 5/8
---	--	---	---------------------------------------

5.10 SAĞ EL KURALI

Sağ elin parmakları bobinden geçen akımla aynı yönde kıvrıldığında baş parmak selenoidin kuzey kutbunu gösterecektir.

5.11 SELENOİDİN MANYETİK ALANININ KUVVETİ

Selenoidlerin manyetik alanlarının kuvveti aşağıdaki şekillerde artırılabilir.

- a) Bobindeki halkaların sayısının artırılması,
- b) Akım şiddetinin artırılması,
- c) Yumuşak demirden yapılmış malzeme kullanılması.

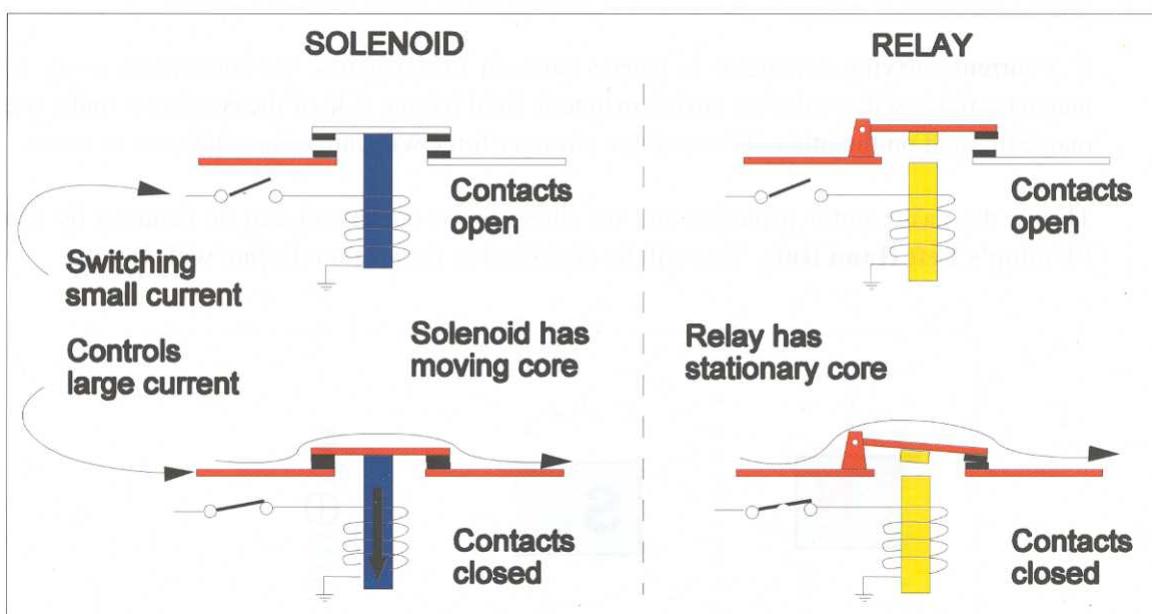
Akım kapatıldığında manyetik alan yok olur ve yumuşak demirde geriye sadece arda kalan bir manyetizma kalır.

5.12 SELENOİD VE RÖLE

Selenoid ve röleler uzaktan kontrol edilen anahtarlardan başka bir şey değildirler. Uçuş kabininde küçük bir akım anahtarla açıldığında selenoid ve rölelerde büyük akımlar yaratılabilir. Örneğin; Piston motorların başlatma devresindeki başlatma selenoidi.

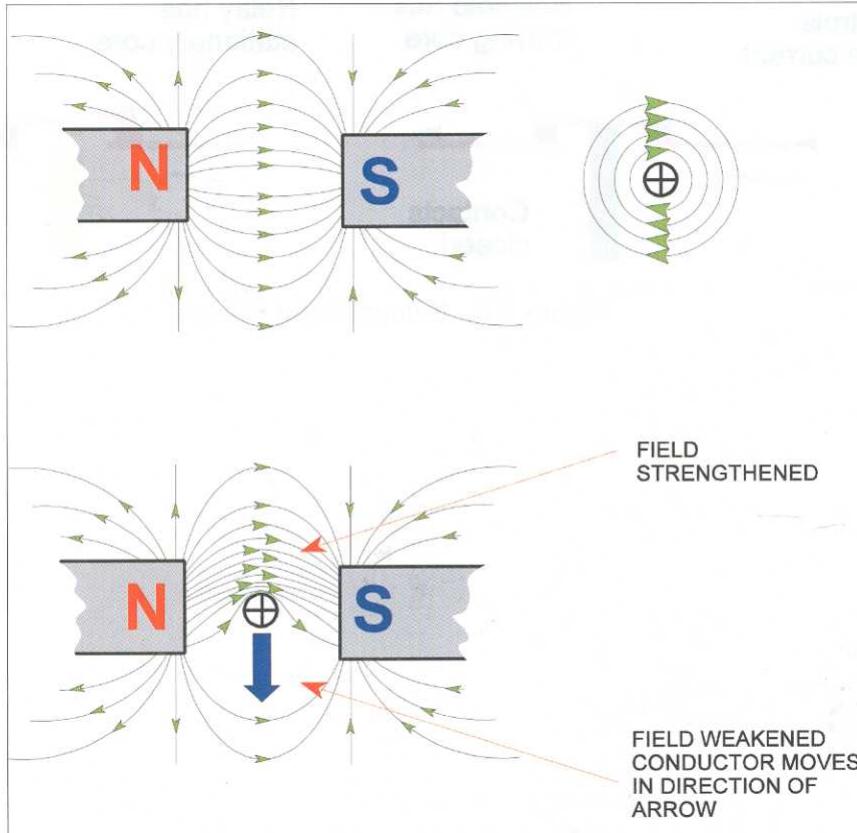
Selenoidlerin hareketli, rölelerin ise sabit merkezleri ve çekilen armatürleri vardır.

Selenoid ve rölelerin bobinlerinin telleri yalıtılmıştır ve temasla kontrol edilen devrelere fiziksel veya elektriksel temaslari yoktur.



Şekil 5.8

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 6/8
---	--	---	---------------------------------------



Şekil: 5.9 İki manyetik saha arasında interaction

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 7/8
---	--	---	---------------------------------------

MAGNETISM - SELF ASSESSMENT QUESTIONS

1. The area of force around a magnet is termed:
 - a) conductance.
 - b) stable.
 - c) magnetic resistance.
 - d) magnetic field.

2. When a magnet is unable to accept any further magnetism it is termed:
 - a) reluctance.
 - b) saturation.
 - c) active.
 - d) reactance.

3. Permanent magnets are manufactured from:
 - a) steel.
 - b) plastic.
 - c) liquid.
 - d) glass.

4. Magnetic lines of force flow externally from:
 - a) one main line station to another.
 - b) the master station.
 - c) the north to the south pole.
 - d) in a random direction.

5. Which of the two poles has the greatest strength:
 - a) north seeking pole.
 - b) south seeking pole
 - c) both poles have the same strength.
 - d) the saturated pole.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/8
---	--	---	---------------------------------------

6. Electromagnetism is a product of:
- a) voltage.
 - b) current.
 - c) resistance.
 - d) engine resistance.
7. To increase electromagnetic force one would:
- a) increase coil resistance.
 - b) reduce current flow.
 - c) lower EMF.
 - d) increase current flow.
8. If you bring two magnets together:
- a) like poles will attract.
 - b) unlike poles will attract.
 - c) over heating will occur.
 - d) their magnetic fields will adjust to avoid overcrowding.
9. A soft iron core in an electromagnet:
- a) increases flux density.
 - b) decreases flux density.
 - c) reduces arcing.
 - d) increases the lines of strength.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/26
---	--	---	--

BÖLÜM 6

DOĞRU AKIM

JENERATÖRLER, ALTERNATÖRLER VE MOTORLAR

İÇİNDEKİLER

- 6.1 ELEKTROMANYETİK ETKİLENME
- 6.2 FARADAY KANUNU
- 6.3 LENZ KANUNU
- 6.4 BASIT JENERATÖRLER
- 6.5 BASIT DOĞRU AKIM JENERATÖRÜ
- 6.6 SERİ BAĞLANTILI DC JENERATÖRLERİN KARAKTERİSTİKLERİ
- 6.7 PARALEL BAĞLANTILI DC JENERATÖRLERİN KARAKTERİSTİKLERİ
- 6.8 KARIŞIK BAĞLANTILI DC JENERATÖRLER
- 6.9 JENERATÖRÜN CANLANDIRILMASI
- 6.10 ARMATÖR REAKSİYONU
- 6.11 KOMÜTATÖR DALGALANMASI
- 6.12 ALTERNATÖRLER
- 6.13 VOLTAJ KONTROLU
- 6.14 VOLTAJ REGÜLATÖRÜNÜN ÇALIŞMASI
- 6.15 YÜK PAYLAŞAN DEVRELER
- 6.16 YÜK PAYLAŞIMLI DEVRELERİN ÇALIŞMASI
- 6.17 ELEKTRİK MOTORLARI
- 6.18 FLEMINGİN SAĞ EL KURALI
- 6.19 PRATİK DOĞRU AKIM MOTORLARI
- 6.20 TEST ELEKROMOTİF KUVVET
- 6.21 YAVAŞ BAŞLATMA DİRENCİ
- 6.22 KOMUTATÖR
- 6.23 SERİ BAĞLI MOTORLAR
- 6.24 PARALEL BAĞLI MOTORLAR
- 6.25 STARTER-JENERATÖR SİSTEMLERİ
- 6.26 KUMANDA MOTORU
- 6.27 SELENOİD KUMANDALAR
- 6.28 MOTORLU KUMANDALAR
- 6.29 DÖNEN KUMANDA MOTORLARI
- 6.30 DOĞRUSAL KUMANDA MOTORLARI
- 6.31 KUMANDA MOTOR FRENLERİ
- 6.32 KUMANDA MOTOR KAVRAMASI
- 6.33 OĞRUSAL KUMANDA KOLLARI İLE KULLANILAN GÖSTERGELER
- 6.34 ÖNEN KUMANDA KOLLARI İLE KULLANILAN GÖSTERGELER
- 6.35 GÖSTERGE İŞİKLARI
- 6.36 ELEKTROMANYETİK GÖSTERGELER
- 6.37 KUMANDA MOTORU YAPIMI
- 6.38 AYRIK ALANLI KUMANDA MOTORLARI
- 6.39 AYRIK ALANLI SERİ KUMANDA MOTORLARININ ÇALIŞMASI



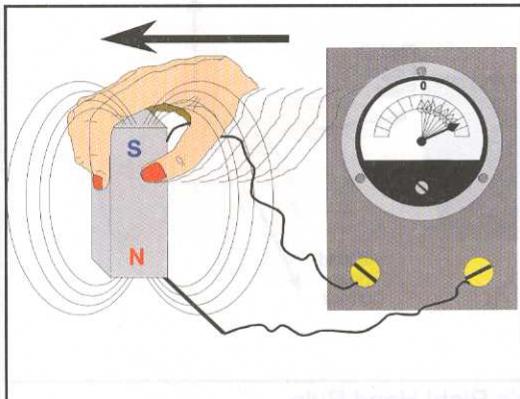
6.1 ELEKTROMANYETİK ETKİLENME

Bataryalar, kimyasal enerji ile doğru akım elektriği üretmek için iyi birer kaynaklardır ancak tükenmez değildirler ve bittiğinde tekrar şarj edilmeleri gereklidir. Uçaklarda ana elektrik kaynağı her zaman jeneratör yada alternatördür.

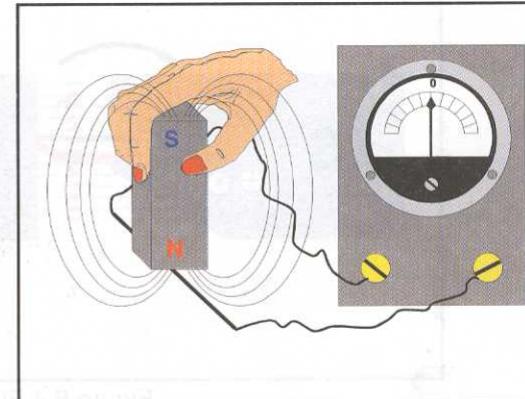
Manyetizma, elektromanyetik etkilenme yoluyla mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle elektrik üretilmesi için kullanılabilir.

Bir iletken bir manyetik alan içinde hareket ettirilirse iletken, görünmez kuvvet hatlarını keser. Bunun sonucunda iletkenin hareketine devam ettiği sürece bir elektromotif kuvvet (EMF) induksiyonla (indüklenen EMF) ortaya çıkar. Rölatif bir hareket olduğu takdirde iletken yada manyetik alandan hangisinin hareket ettiği önemli değildir.

İletken, kapalı bir devreye bağlandığı takdirde devrede, oluşan EMF ile orantılı bir akım oluşur.



Şekil: 6.1



Şekil: 6.2

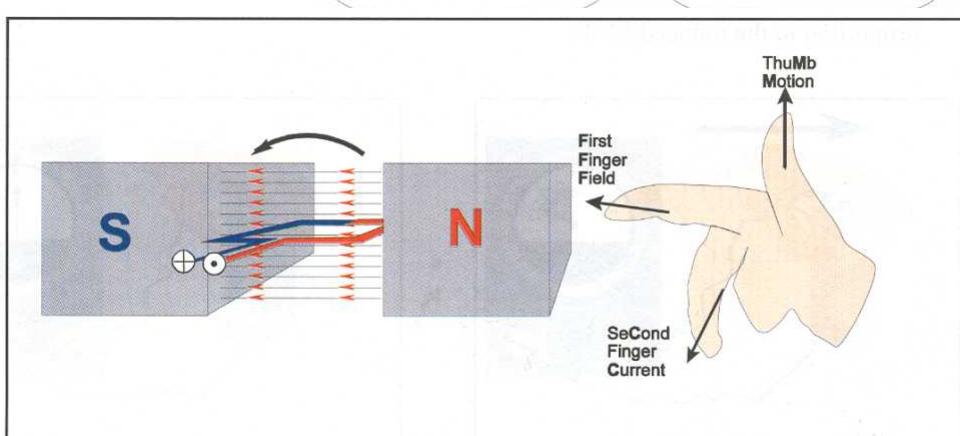
Şekil: 6.3

Fleming'in Sağ El Kuralı

Akımin yönü Fleming'in sağ el kuralı ile belirlenebilir. Bunun için işaret parmağı manyetik alanda kuzey kutbundan güney kutbuna doğru, başparmak da iletkenin hareket yönüne doğru getirilirse orta parmak akım yönünü gösterecektir.

Şekil: 6.4

Örneğin Şekil: 6.4'e bakacak olursak, işaret parmağı manyetik alan yönünde sola doğru, baş parmak armatürün sağ tarafı yukarı hareket ettiği için yukarıyı gösterirse orta parmak sayfanın dışını gösterecek ve armatürün sağ tarafında akım sayfa dışına doğru olacaktır. Aynı şekilde armatürün sola tarafı aşağı hareket ettiğinden baş parmağının yön değişeceğini ve işaret parmağı sayfanın içine doğru olacaktır.



Armatürün dönme yönü yada manyetik alanın yönü değişirse akımın da yönü tam ters tarafa doğru olacaktır. Ancak, ikisi birden değiştirilirse akımın yönü değizmeyecektir.



İndüklenmiş voltajın şiddeti üç şekilde değişebilir;

- Kuvvet hatlarının kesilme hızı (hız)
- Manyetik alanın şiddeti (akı şiddeti)
- Teldeki döngü sayısı (daha büyük bobin)

Şekil: 6.5

6.2 FARADAY KANUNU

Faraday kanununa göre; Bir bobin içinden geçen manyetik akı değişimse bir voltaj oluşur. Bu indüklenmiş voltajın şiddeti manyetik akının değişim hızına bağlıdır.

6.3 LENZ KANUNU

Lenz kanununa göre; Kapalı bir devre içinden geçen manyetik akıdağı değişim bir voltaj yaratarak akım oluşturur. Bu akımın yönü, yaratacağı manyetik alanın akıdağı değişimine engel olmaya çalışacağı şekilde olur. Bu olay **ters EMF** yaratır (bakınız motorlar).

6.4 BASIT JENERATÖR

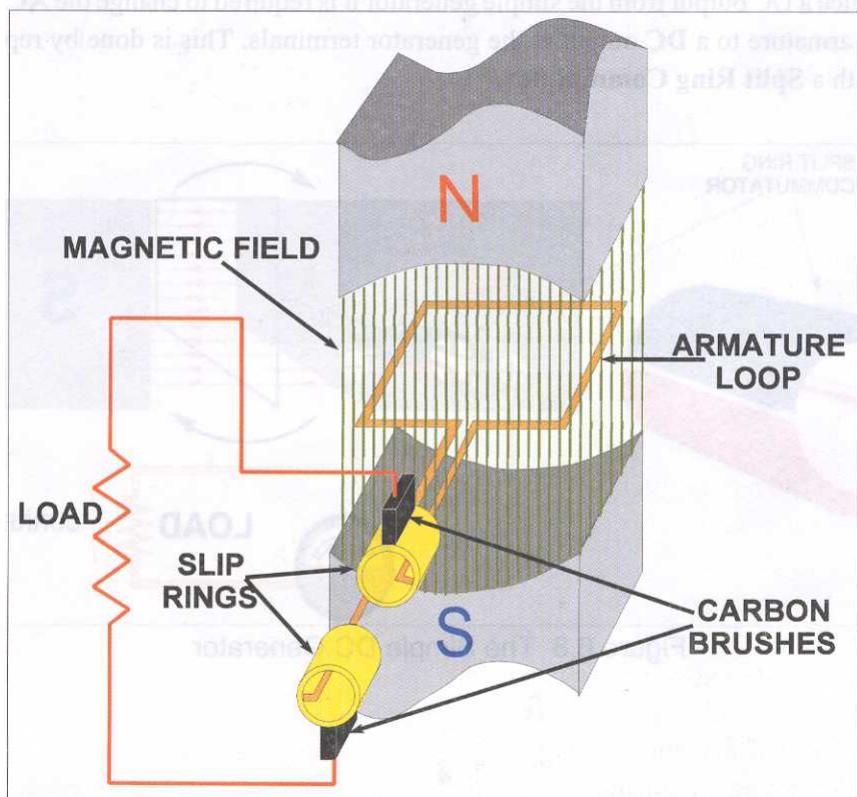
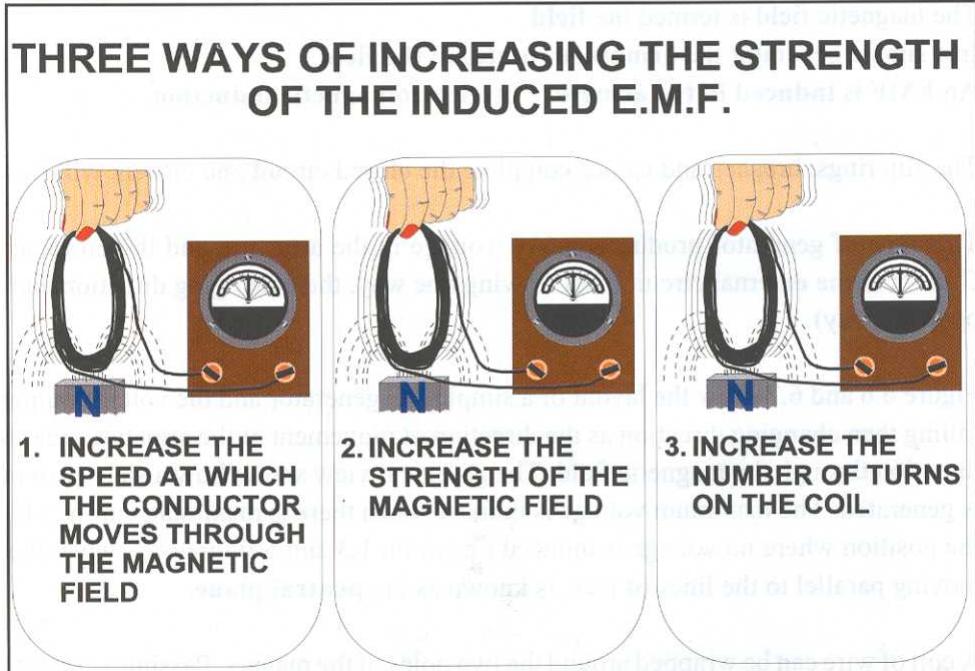
En basit haliyle jeneratör, devamlı bir mıknatısla oluşturulan sabit bir manyetik alanda dönen halka şeklinde bir telden oluşur (Şekil 6.6). Kapalı devre telin her iki ucunu, sabit karbon fırçalarla temas halinde olan, dönen, parçalı halkalara tutturulmasıyla elde edilir. Bu halkalarla karbon fırçaların temasının sürekliliği bir yay basıncı ile elde edilir. Bu fırçalar kapalı devreyi oluşturan kablolarla bağlanmıştır. Dönen ve halka şeklinde olan tele **armatür** denir.

Şekil: 6.6

Manyetik alan, alan olarak adlandırılır.

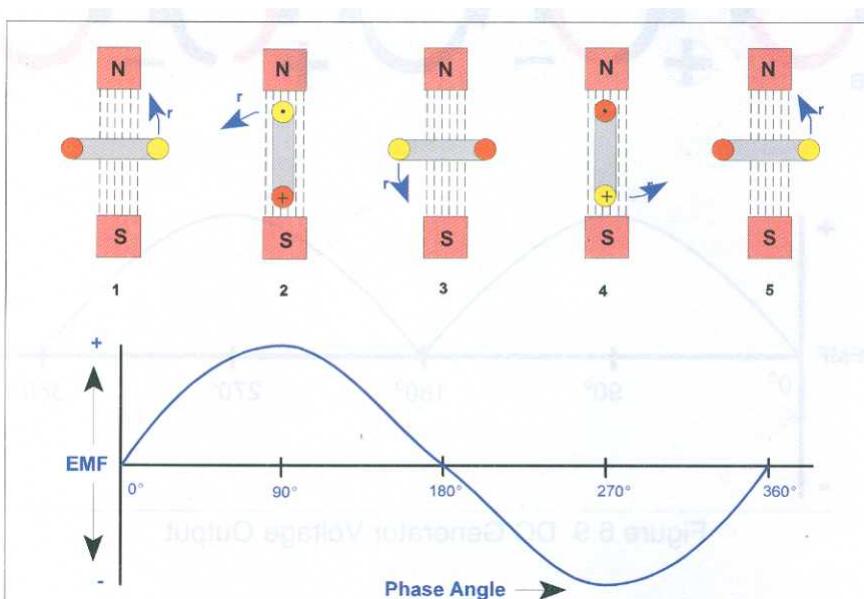
Basit bir jeneratörde armatür alan içinde döner.

Armatürde elektromanyetik etkilenme sonucu elektromotif kuvvet oluşur. Parçalı halkalar, fırçalar ve kablolar kapalı devreyi oluşturur ve akım oluşur.





Bu tipte bir jeneratör armatürde bir alternatif voltaj oluşturur ve bu yüzden dıştaki devrede bir alternatif akım oluşacaktır (önce bir yönde akım olurken daha sonra akım yön değiştirerek diğer yöne doğru akar). Şekil: 6.6 ve 6.7 basit alternatif akım jeneratörünü ve armatür hareket ettikçe önce artan daha sonra düşen ve yön değiştiren voltajı göstermektedir. Grafiksel gösterim alternatif akım sinüs dalgasının nasıl olduğunu göstermektedir. En yüksek voltaj kuvvet hatlarının en çok kesildiği ve sıfır voltaj da armatürün kuvvet hatlarına paralel hareket ettiği (şekil: 6.7, pozisyon 1,3 ve 5) **nötr yüzey** olarak bilinen durumda olur.

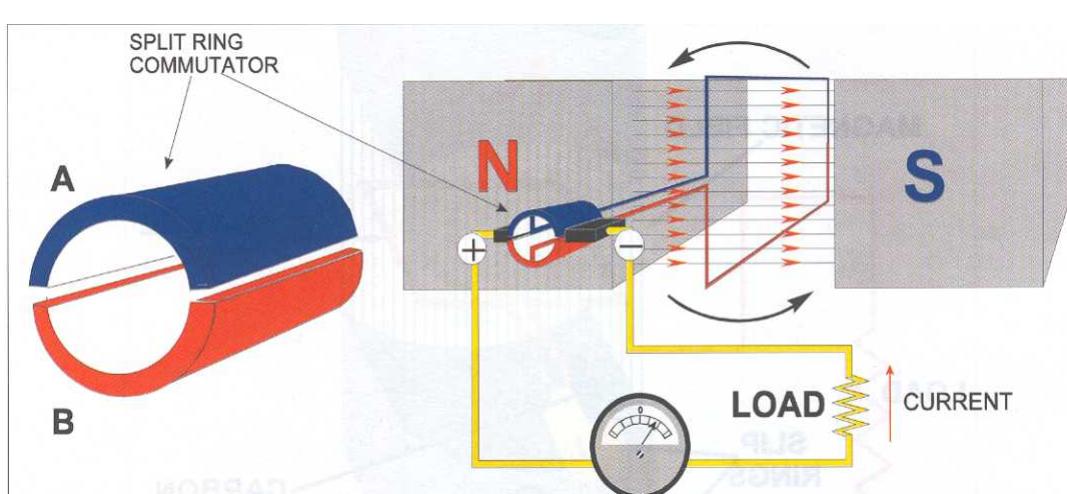


Mıknatısın iki ucuna tel halkalar sarılabilir. Bu tellerden akım geçirilerek manyetik alan kuvvetlendirilir ve jeneratörün üreteceği voltajın artması sağlanır. Bu alan bobini olarak adlandırılır ve jeneratörün hızından bağımsız olarak üretilen voltajın sabit kalması için kullanılır.

Şekil: 6.7

6.5 BASIT DOĞRU AKIM JENERATÖRÜ

Basit bir jeneratörden doğru akım üretebilmek için armatürde oluşan alternatif akım EMF'si jeneratör terminallerinde doğru akıma dönüştürmek gerekir. Bu parçalı halkaların, **parçalı halka komütatörü** ile değiştirilmesi ile sağlanır.

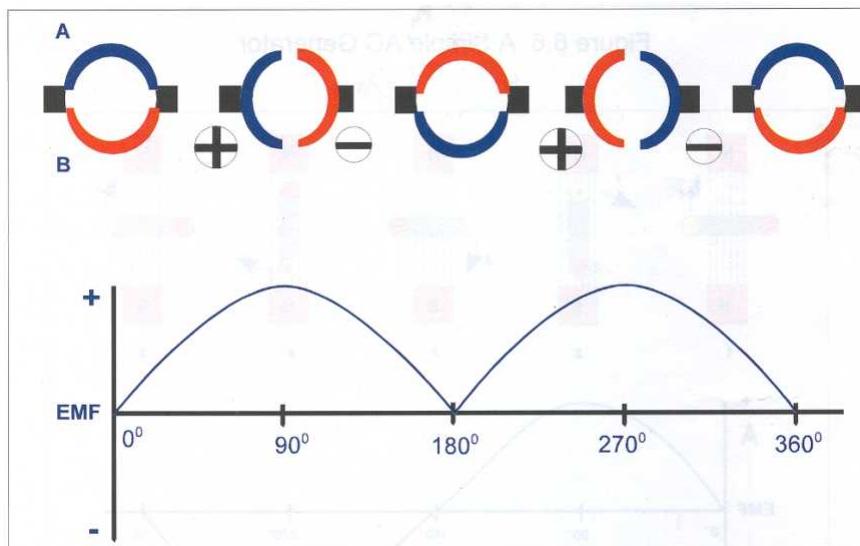


Şekil: 6.8

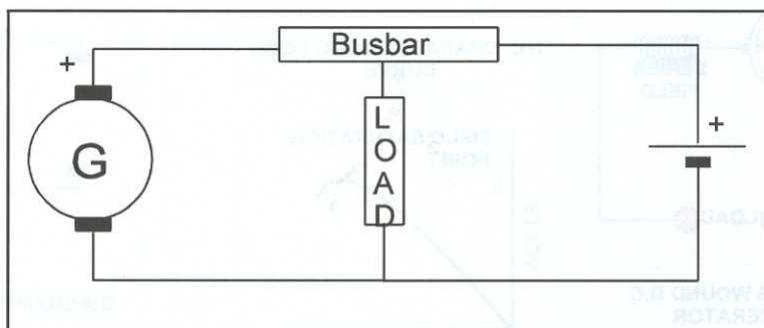
Parçalı halka komütatörü yarımdan birbirinden ayıran yalıtkan bir maddeye sahip iletken bir malzemeden yapılmıştır. Armatür, bir ucu yarımdan birine diğer ucu da diğerine bağlı olacak şekilde yapılmıştır. Komütatör de armatürle birlikte döner.

Armatürün devre boyunca bir ucundan diğerine olan elektriksel sürekliliği karbon fırçalar ile sağlanması.

Armatür şekil 6.8'deki gibi 0° den 180° ye dönerken, pozitif fırça komütatörün A, negatif karbon ise komütatörün B bölümüne bağlıdır. 180° den 360° ye hareket ederken ise bunun tam ters durumu vardır. Sonuç olarak her 180° de bir armatürün terminaleri ters dönecektir. Bu, armatür devresindeki akımın ve voltajın bu değişimler sonucu doğru akım olmasını sağlayacaktır.

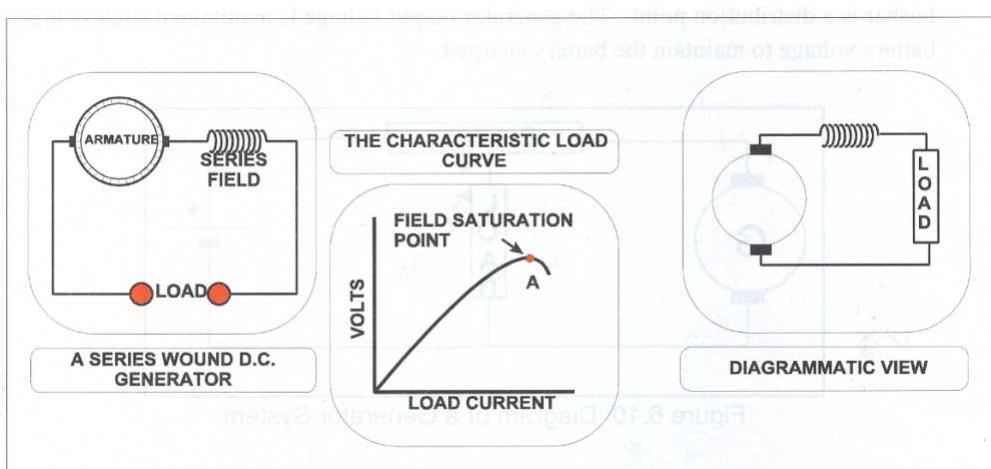


Şekil: 6.9

Jeneratör sisteminin bağlanması

Uçaklardaki jeneratör sistemlerinde batarya, jeneratör ve yük birbirlerine paralel bağlanmıştır. Jeneratörün çıkış voltajı bataryanın da şarj edilebilmesi için batarya voltajından biraz daha yüksek tutulmaktadır.

Şekil: 6.10

6.6 SERİ BAĞLANTILI DC JENERATÖRLERİN KARAKTERİSTİKLERİ

Şekil: 6.11

Seri bağıltılı doğru akım jeneratörlerinde, armatür (dönen bobin), alan bobini (manyetik alanın şiddetini artırmak için uçlara sarılmış teller) ve dış devre birbirlerine seri olarak bağlanmışlardır. Dolayısıyla, armatür ve dış devreden geçen akımın aynısı alan bobininden de geçecektir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 6/26
---	--	---	--

Alan bobininden geçen akım yükten geçen yüksek akımla aynı olduğundan ihtiyaç duyulan manyetik akı göreceli olarak daha az sayıda sarma sayısı ile elde edilecektir. Yük jeneratörden daha fazla akım çektiğçe, alanın şiddeti de artar ve jeneratörün armatürde yarattığı voltaj daha büyük olur. En sonunda, manyetik alanın doyma noktasına geleceği, akımdaki artış sonucu daha fazla voltaj üretilemeyecek A noktasına ulaşılacaktır (kutuplar tarafından daha fazla manyetik kuvvet hattının kaldırılamayacağı nokta). Uçak sistemlerinde sabit voltaj kullanılması gerekiğinden bu şekilde seri bağıntılı jeneratörler kullanılamaz.

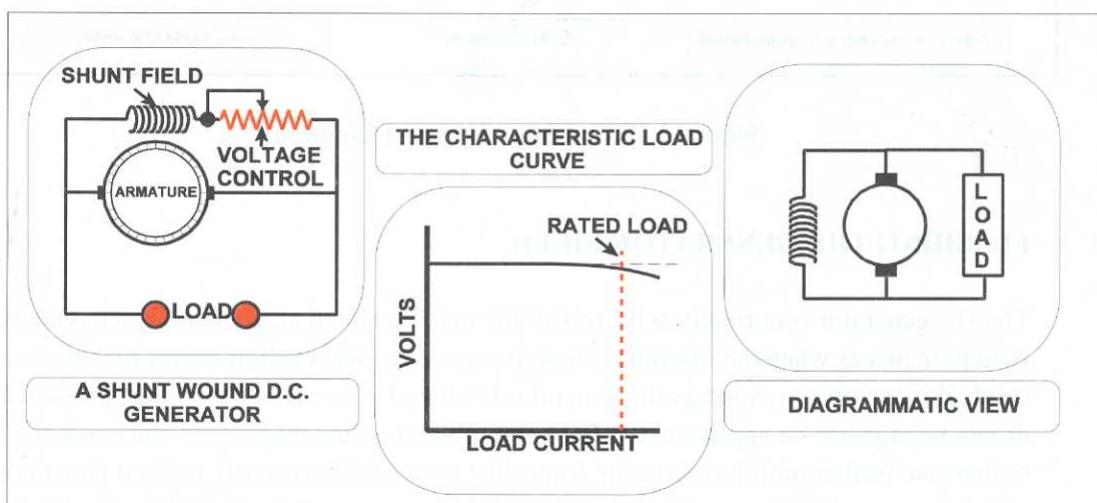
6.7 PARALEL BAĞLANTILI DC JENERATÖRLERİN KARAKTERİSTİKLERİ

Paralel bağıntılı doğru akım jeneratörlerinde alan bobini armatüre paralel bağlanmıştır. Bu nedenle alan bobininden geçen akım bobinin direncine ve terminal voltajına bağlıdır.

Paralel bağıntılı bobinlerde çok sayıda dönüş olduğundan gerekli manyetik akımı elde etmek için daha az akıma ihtiyaç duyarlar.

Paralel bağıntılı bir jeneratör çalışmaya başladığında bobinden akım dış devre açık durumda olsa bile geçeceğinden fırçalardaki terminal voltajına (jeneratörün belirlenmiş akımını sürekli olarak sağlayabileceği maksimum voltaj) ulaşma zamanı oldukça hızlıdır.

Aşağıdaki şekil paralel bağıntılı jeneratörler için bir şema ve karakteristik grafik göstermektedir. Yüksüz durumdan tam yüklü duruma geçilen normal çalışma aralığında terminal voltajındaki düşüş azdır. Bu sebeple, yük ne olursa olsun sabit bir voltaj gereksinimi olduğu durumlarda paralel bağıntılı jeneratörler tercih edilir.



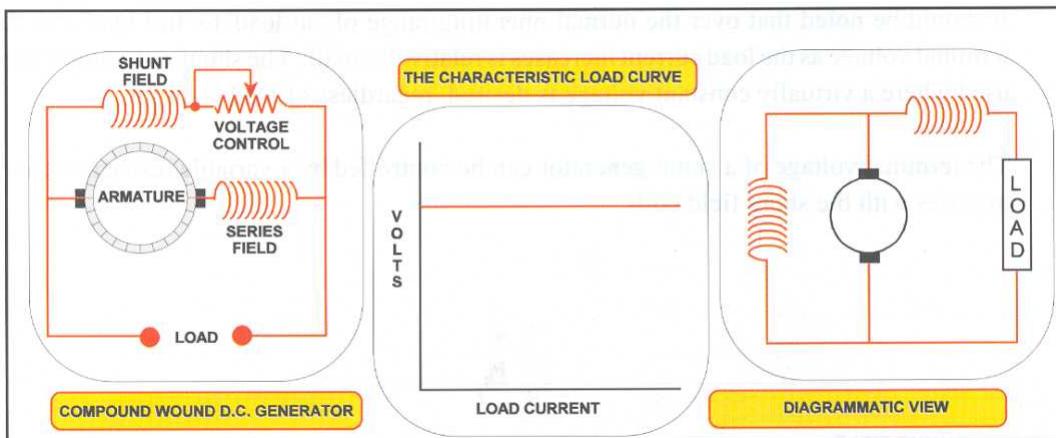
Şekil: 6.12

Paralel bağıntılı jeneratörlerin voltajı alan bobinine seri bağlanmış değişken bir dirençle kontrol edilebilir.

6.8 KARIŞIK BAĞLANTILI DC JENERATÖRLER

Karışık bağıntılı jeneratörlerde seri ve paralel bağlantıların ikisi de kullanılmıştır. Bir tanesi armatüre paralel diğerleri seri bağlanmış iki alan bobini bulunmaktadır. Bu iki bobin her zaman aynı kutba bağlanmıştır ve bazen ortak bir kaplama içindedirler.

Bu tip jeneratörler, paralel bağıntılı jeneratörlerdeki yük artışı sonucu oluşan terminal voltajı düşüşünü engellemek için kullanılır. Bu voltaj düşüşü sabit voltaja ihtiyaç duyulan yüklerde istenmeyen bir durumdur. Seri bağıntılı bobinin eklenmesiyle, yük akımdaki artış sonucu olan voltaj düşüşüne, seri bağıntılı bobinden geçen yükün de otomatik olarak artması sonucu manyetik alanın kuvvetinin artması ile engel olunacaktır. Bu sayede hemen hemen sabit bir voltaj elde edilebilir.



Şekil: 6.13

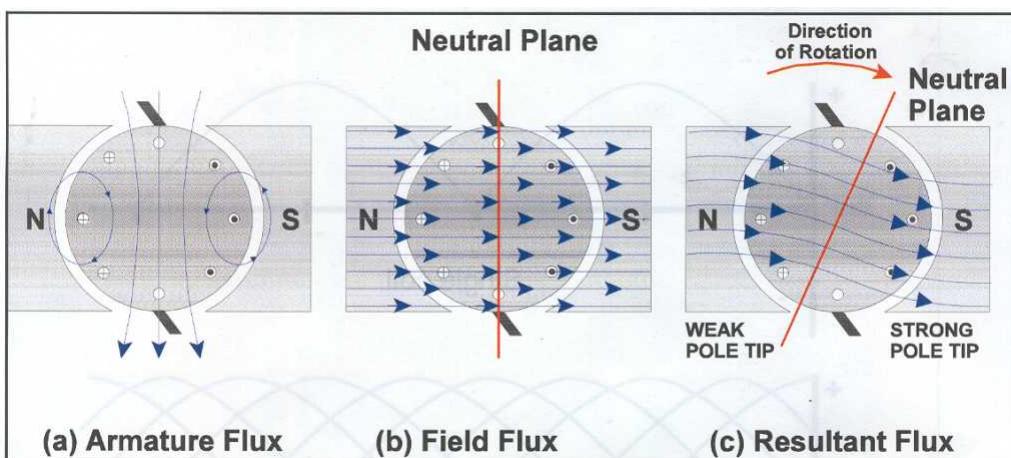
6.9 JENERATÖRÜN CANLANDIRILMASI

Doğru akım jeneratörleri, alan bobinlerinde statik veya çalışmaz durumdayken arda kalan manyetizmadan dolayı normalde kendi kendilerin uyarıcı şekeitenlerdir. Kendi kendini uyarmanın anlamı, jeneratör döndürmeye başladığı anda arda kalan manyetizmadan dolayı bir voltajın oluşacağıdır. Bu voltajın bir kısmı alan bobinine verilerek manyetik alanın istenilen düzeye gelinceye kadar artması ile sağlanabilir. Dıştan uyarılan jeneratörler, arda kalan manyetizması olmayan ve çalışabilmesi için bataryaya ihtiyaç duyan jeneratörlerdir.

Daha önce de belirttiğimiz gibi manyetizma, ısı etkileri, zaman geçmesi, alternatif akım alanına maruz kalınması, çekiciğenme yada ters kutup etkisinin uygulanması sonucu kaybolabilir. Doğru akım jeneratörlerinde bu şekilde arda kalan manyetizmanın kaybolması, anlık olarak devrenin normal yönünde bir akım geçirilerek düzeltilebilir.

Bu olaya jeneratör bobinin canlandırılması denir. Pratikte, bazı uçaklarda bu işlemi yapması için bir anahtar yada düğme vardır ve bu işlem kokpitten yapılabilir.

6.10 ARMATÜR REAKSİYONU



Şekil: 6.14

Bir jeneratörün armatürü birçok telin sarılmasıyla oluşmuştur ve sabit manyetik alan içinde dönmektedir. Jeneratördeki yük arttıkça armatür tellerinden geçen akımın şiddeti de artacaktır. Tellerden geçen akım da ana manyetik alanla çakışan ayrı bir manyetik alan yaratacaktır ve bu, ana alanın bozulmasına yol

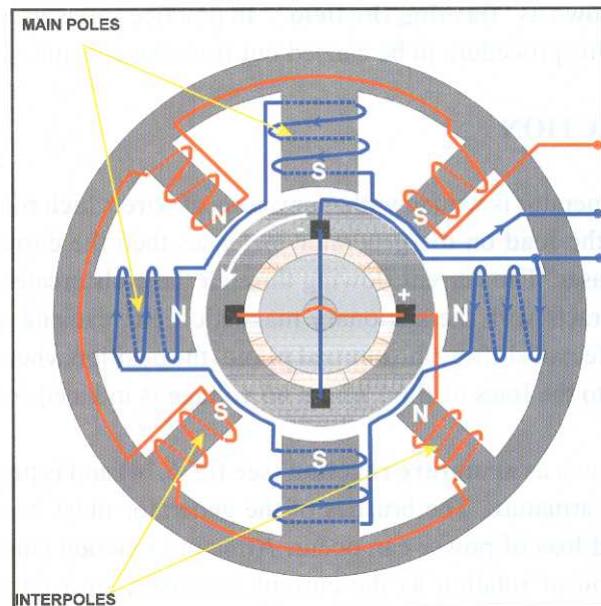


açacaktır. Bu etki, armatür parçalarının manyetik kuvvet hatlarına paralel hareket ettiği nötr yüzeyin kaymasına neden olacaktır.

Bu bozulmaya armatür reaksiyonu adı verilir. Bu reaksiyon armatürden geçen akımla doğru orantılıdır. Jeneratör fırçaları nötr yüzeye yerleştirilmelidir, aksi halde esneme ve güç kaybı oluşabilir. Armatür reaksiyonu, akım şiddeti arttıkça nötr yüzeyin dönüş yönünde kaymasına neden olur. Aşırı esneme ve güç kaybını engellemek amacıyla bu durumu engelleyici bir sistem oluşturulmalıdır.

Şekil: 6.15

Sabit bir nötr yüzeyi koruyabilmenin ve böylece esneme ve güç kaybını azaltmanın en güzel yolu, armatür reaksiyonuna karşılık verecek ara kutuplar denen özel bobin kutupları kullanmaktır. Ara kutuplar, isminden de anlaşılacağı gibi sabit alanın kutupları arasında yerleştirilmişlerdir ve yüze seri bağlanmış tel halkalarından oluşmuştur. Bunların polaritesi, armatürün ters yönünde ayarlanmıştır ve böylece armatürden dolayı olan nötr yüzeydeki sapmayı yok ederler. Bu sayede komütatör fırçalarında minimum esneme ve minimum toplam güç kaybı sağlanmış olur.



6.11 KOMÜTATÖR DALGALANMASI

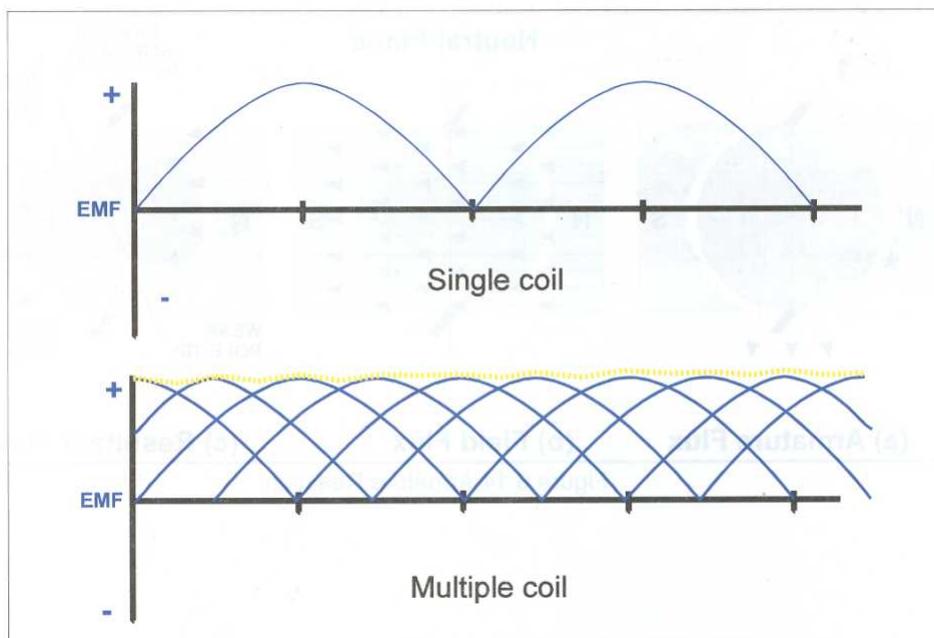
Komütatör dalgalanması, armatür özellikle düşük RPM ile dönerken voltajın artıp azalması sonucu doğru akım jeneratörünün çıkış voltajının dalgalanmasıdır. Tel sayısını yada bobin sayısını yada her ikisini birden artırarak jeneratörün bu dalgalanma etkisi azaltılabilir. Aşağıdaki şekil tek telli bir armatür ile birçok telden oluşan armatürleri kıyaslamaktadır.

Şekil: 6.16

6.12 ALTERNATÖRLER

Çoğu modern uçaklarda sabit voltajlı elektrik elde etmek için doğru akım jeneratörleri yerine bazı avantajlara sahip olan alternatörler kullanılmaktadır.

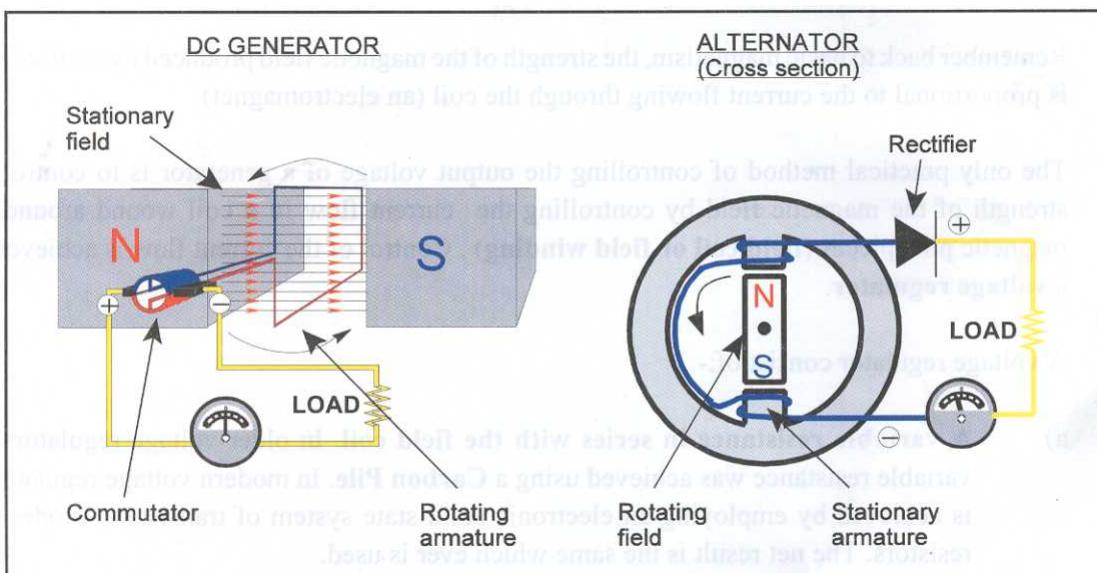
Alternatörlerin güç-ağırlık oranları çok daha yüksektir. Düşük RPM değerlerinde dahi kararlı bir çıkış üretir ve alternatif akımı doğru akıma çevirmek için kullanılan komütatör problemlerini yaşamaz.





Aşağıdaki tablo ve şekil, doğru akım jeneratörleri ile alternatörlerin üretim farklılıklarını göstermektedir.

DOĞRU AKIM JENERATÖRÜ	ALTERNATÖR
Dönen armatür	Sabit armatür
Sabit alan	Dönen alan
Komütatör yardımıyla alternatif akımı doğru akıma dönüştürür	Redresör yardımıyla alternatif akımı doğru akıma dönüştürür
Yükteki yüksek akım komütatör ve fırçadan da geçmek zorunda olduğundan komütatörde eğilme ve kıvılcım oluşumuna maruz kalır.	Sabit armatürden alınan yüksek yük akımı esneme ve kıvılcım oluşumuna engel olur. Düşük bobin akımı sadece halkalar üzerinden akar.



Şekil: 6.17

6.13 VOLTAJ KONTROLÜ

Bir jeneratörün yada alternatörün çıkış voltajı aşağıdakilere bağlıdır.

- a) Armatürün yada manyetik alanın dönüş hızı,
- b) Manyetik alanın kuvveti,
- c) Armatürdeki sarma sayısı,
- d) Armatürdeki sarmaların büyüklüğü ve şekli.

Çoğu hafif uçakların elektrik sistemleri 14 voltda çalışır ve dolayısıyla tüm aletler 14 voltda çalışacak şekilde dizayn edilmişlerdir. Bu yüzden jeneratör yada alternatörden çıkan voltajın tüm zamanlarda aynı 14V voltajı verecek şekilde kontrol edilmesi gerekmektedir.

Yukarıda da belirtildiği gibi jeneratör yada alternatörlerin çıkış voltajını etkileyen dört faktör vardır. Sarmaların sayısı, şekli ve büyülüğu birer dizayn faktörüdür ve kullanıcı tarafından değiştirilemez. Jeneratör yada alternatör bir kayış yada bir dişli ile döndürülür ve dolayısıyla armatürün yada alanın



dönüş hızı motorun dönüş hızına bağlıdır. Voltajı motorun hızı ile kontrol altında tutmak pratik bir çözüm olmayacağındır.

Temel manyetizmadan hatırlanacağı gibi, sarmal bir telden elde edilecek manyetik alan telden geçen akıma bağlıdır.

Jeneratörün çıkış voltajını kontrol etmek için tek pratik yol manyetik kutuplara bağlanmış olan sarmal tellerden geçen akımın ayarlanması ile olur. Bu akımın kontrolü ise voltaj regülatörü ile olur.

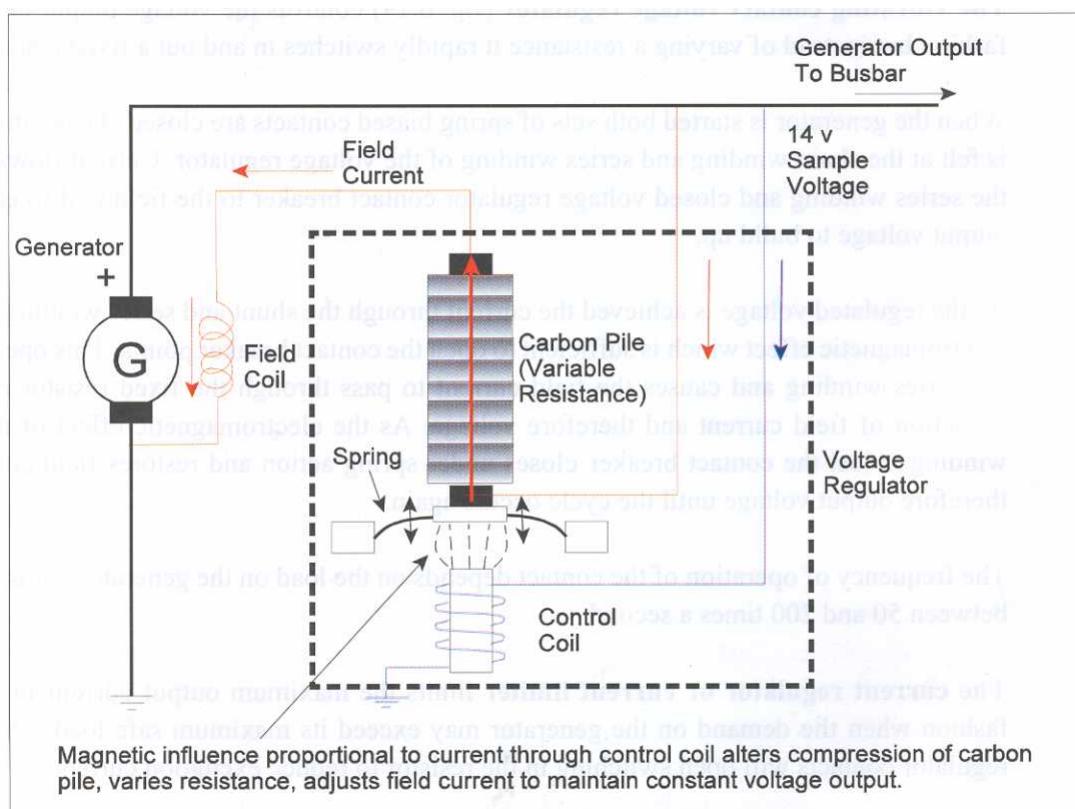
Voltaj regülatörü şunlardan oluşur:

a) Alan bobini ile seri bağlanmış bir değişken direnç: Eski voltaj regülatörlerinde kullanılan karbon disk, modern regülatörlerde yerini elektronik transistor, diyon ve dirençlere bırakmışlardır.

b) Armatür ve alan bobinine paralel bağlanmış kontrol bobini: Bu jeneratör çıkış voltajını algılamaya ve direnci değiştirerek alan bobininden geçen akımı, dolayısıyla da voltajı kontrol altında tutmaya yarar. Voltaj regülatörü jeneratör yada alternatörün çıkış voltajını algılayarak jeneratör hızı yada elektrik yükünden bağımsız olarak çıkış voltajını düzeltmek için bobinden geçen akım şiddetini ayarlar.

6.14 VOLTAJ REGÜLATÖRÜNÜN ÇALIŞMASI

Karbondiskle çalışan voltaj regülatöründe karbon disk değişken direnç görevi yapar. Artarda yerleştirilmiş birçok karbondiskten oluşan bu sisteme karbon diskler birbirlerine ne kadar sıkıştırılmış durumdaysa dirence o kadar az olur.



Şekil: 6.18

Şekil 6.18'de gösterilen kontrol bobini jeneratör armatürü ile paralel bağlanmıştır ve jeneratör çıkışının üzerinde olur. Kontrol bobinin direnci sabit olduğundan ve Ohm kanununun $V=IR$ eşitliğinden bobinden geçen akımın jeneratör voltajı ile doğru orantılı olacaktır. Akım değişikçe de bobin tarafından üretilen manyetik alan değişecektir.

Kontrol bobini tarafından üretilen manyetik alanın kuvveti, alan bobini ile seri bağlanmış değişken direncin de değerini etkileyecektir. Değişken direncin direnci değişikçe alan bobinindeki akım da



değişecektir. Bunun sonucunda manyetik alanın kuvveti değişecek, bu da armatürde oluşturulan voltajın büyülüklüğü etkilenecek, bu şekilde de jeneratör voltajı otomatik olarak kontrol edilmiş olacaktır.

Jeneratörün temel bir parçası olmasına rağmen alan bobini Şekil 6.18'de açıklık amacıyla jeneratörün dış kısmında gösterilmiştir.

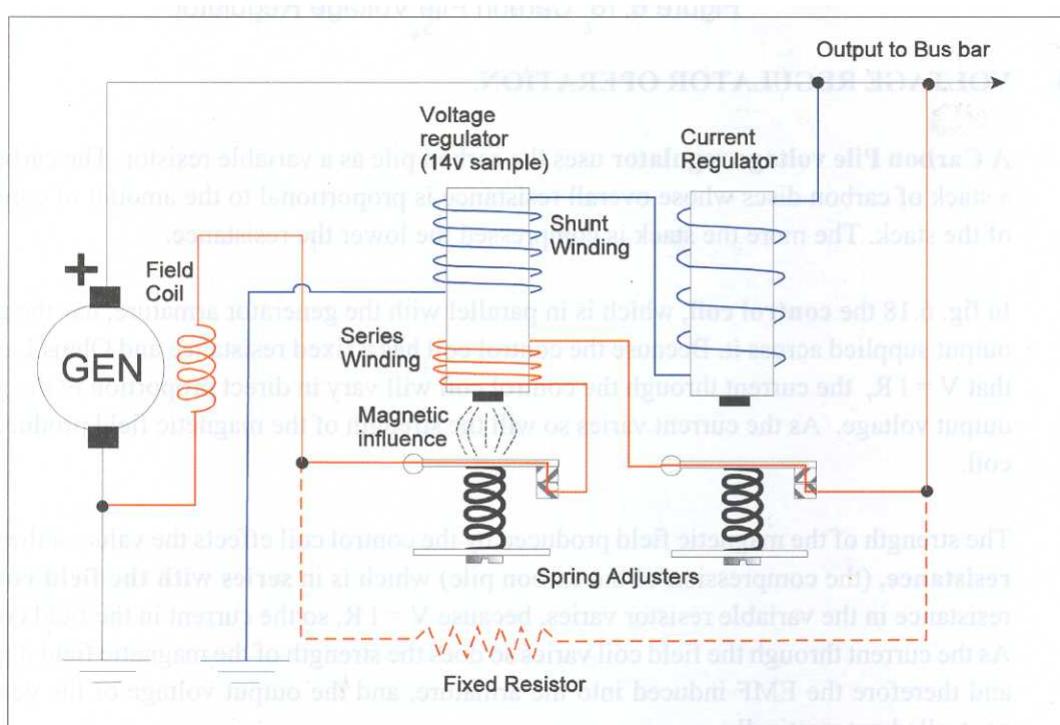
Titreşimle temas eden voltaj regülatörü benzer bir yöntemle voltajı kontrol eder ancak direnci değiştirmek yerine sabit bir direnci açıp kapatır.

Jeneratör çalıştırıldığında yaya bağlı her iki temas yüzeyi de kapalı durumdadır. Jeneratör voltajı, voltaj regülatörünün hem seri hem de paralel bağlantılarında hissedilmektedir. Akım, seri bağlantı ve voltaj regülatörü temas kesiciden alan bobinine giderek çıkış voltajının oluşmasını sağlar.

Ayarlanmış voltaja ulaşıldığından seri ve paralel bağlantılardan geçen akım temas kesici noktayı açmak için yeterli bir elektromanyetik etkinin oluşmasına neden olur. Bu, seri bağlantından akım geçmesine ve alan akımının sabit dirençten geçerek alan akımının ve voltajının azalmasına yol açacaktır. Seri bağlantının elektromanyetik etkisi kaybolduğunda, temas kesici yay hareketi ile kapanır ve aynı döngü tekrar edinceye kadar bobin akımının ve böylece çıkış voltajının tekrar oluşmasına neden olur.

Bu temasın frekansı jeneratör üzerindeki yükle bağlı olmakla birlikte genellikle saniyede 50–200 kere arasındadır.

Akım regülatörü yada akım sınırlayıcı, maksimum çıkış akımını yükün, jeneratörün maksimum emniyetli yük sınırından daha büyük bir talebi olursa benzer şekilde kısıtlar. Akım regülatörü temas yüzeyleri dirençteki anahtarı açar ve akımı azaltır.



Şekil: 6.19

6.15 YÜK PAYLAŞAN DEVRELER

Bir uçağın elektrik sisteminde bas sistemini besleyen iki jeneratör varsa buna paralel jeneratörler denir. Paralel iki jeneratör kullanmanın avantajı paralel iki batarya kullanmanın avantajı ile aynıdır—iki kat kapasite. Aynı zamanda uçakta toplam yüklerin iki jeneratör tarafından paylaşılmasını ve böylece bir jeneratördeki arıza durumunda güç sağlanmasının devam etmesini sağlarlar.

Paralel iki jeneratör kullanılacağı zaman, jeneratörlerden her birinin bas sisteminde ihtiyaç duyulan akımın yarısını sağlaması gerekmektedir. Buna **yük paylaşımı** denir. Yük paylaşımının sağlanabilmesi için her iki jeneratörün tam olarak aynı voltajı üretmeleri gereklidir. Eğer jeneratör çıkışları arasında bir



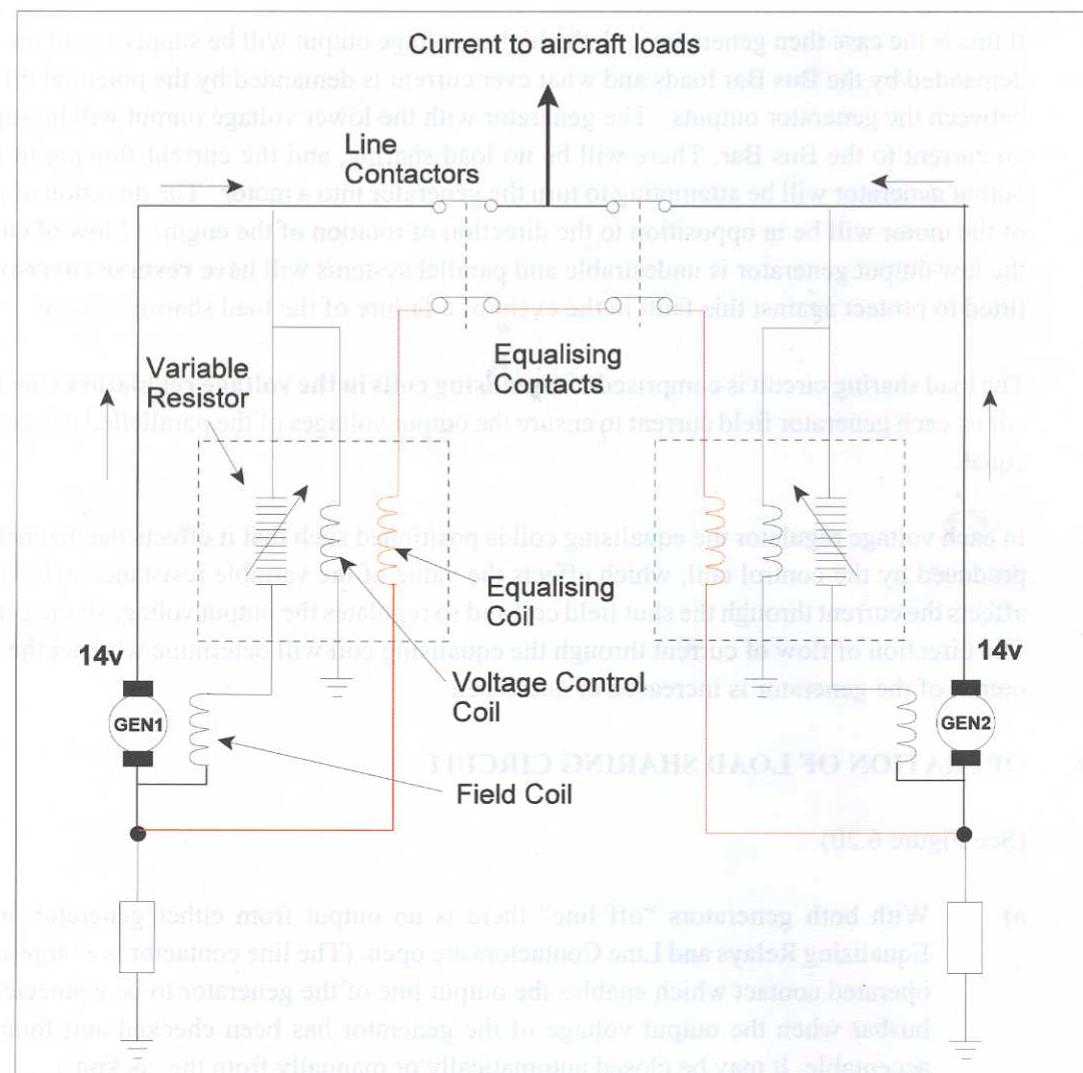
potansiyel fark oluşursa, yüksek potansiyelden düşük potansiyele doğru bir akım oluşur. Buna tekrar dönen akım denir.

Bu durumda yüksek voltajlı jeneratör bas sistemi tarafından ihtiyaç duyulan tüm akımı ve iki jeneratör arasındaki potansiyel farkın yarattığı akımı temin etmek durumunda kalacaktır. Düşük voltajlı jeneratör bas sistemine hiçbir akım temin etmeyecektir. Yük paylaşımı olmayacak ve düşük voltajlı jeneratöre doğru hareket eden akım jeneratörü bir motora döndürmeye çalışacaktır. Bu motorun dönüş yönü motorun dönüş yönüne ters yönde olacaktır. Düşük voltajlı jeneratöre doğru olan akım istenmeyen bir durumdur ve paralel sistemlerde ters akım önleyicileri kullanılarak yük paylaşım sisteminde oluşacak bir hata sonucu bu durumun oluşmasına engel olunmaya çalışılır.

Yük paylaşımı devrelerde paralel jeneratörlerin çıkış voltajlarının eşit olmasını sağlayabilmek için her iki jeneratördeki alan akımını ayarlayacak voltaj regülatöründe eşitleyici bobinler bulunur.

Her iki voltaj regülatöründe eşitleyici bobinler, kontrol bobinleri tarafından üretilen manyetik alanı etkileyerek şekilde yerleştirilmişlerdir. Bu da, değişken direncin değerini değiştirecek buna bağlı olarak da alan bobinindeki akımın şiddeti deşerek jeneratör voltajının kontrol edilmesine neden olur. Eşitleyici bobindeki akımın yönü jeneratör voltajının artıp azalacağını belirler.

6.16 YÜK PAYLAŞIMLI DEVRELERİN ÇALIŞMASI (Bkz. Şekil: 6.20)



Şekil: 6.20



- a) Her iki jeneratörün kapalı olduğu durumda jeneratörlerin hiç birinden çıkış yoktur ve eşitleyici ve temas sağlayıcılar açık durumdadır. Temas sağlayıcı, jeneratörün çıkış voltajının kontrol edilip uygun olduğu anlaşıldığından çalışan ve jeneratörün çıkış hattını bas sistemine bağlayan büyük bir selenoid ile çalışan bir temas yüzeyidir. Kokpitten otomatik veya manüel olarak çalıştırılabilir.
- b) 1 No'lu jeneratör çalıştırıldığında 1 No'lu jeneratörün temas sağlayıcısı kapanır ve bu jeneratörün, voltaj regülatörü tarafından düzenlenen çıkış voltagı bas sistemine verilir. Jeneratör hat birleştiricisinin bir parçası olan 1 No'lu eşitleyici kapanmış durumdadır.
- c) 2 No'lu jeneratör çalıştırıldığında 1 No'lu jeneratörün temas sağlayıcısı kapanır ve bu jeneratörün, voltaj regülatörü tarafından düzenlenen çıkış voltagı bas sistemine verilir. 2 No'lu dengeleyici de kapalı durumdadır. Bu artık her iki jeneratörün voltaj regülatörünü eşitleyici devreye bağlar durumdadır.
- d) 1 ve 2 nolu jeneratörler arasında bir voltaj farkı oluşursa voltaj regülatörüne düzeltici değerler sağlayan eşitleyici bobinler üzerinden bir akım oluşur. Bu şekilde, uçak toplam yükünü eşit paylaşacak şekilde her iki jeneratördeki voltaj eşitleninceye kadar düşük voltaj üreten jeneratör voltajında artış diğerinde ise azalma olur.

6.17 ELEKTRİK MOTORLARI

Elektrik motoru elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren bir makinedir. Dolayısıyla işlevi jeneratörün tam tersi şeklindedir. Bir doğru akım jeneratörü ve doğru akım motorunun yapımında çok az fark vardır. Her ikisi de aynı parçalara sahiptirler ve benzer görünüşleri vardır. Aslında, çoğu durumda bir doğru akım makinesi motor olarak da jeneratör olarak da kullanılabilir.

Manyetizma prensiplerinden hatırlanacağı gibi, manyetik alanda bir telden geçen bir akım olduğunda tel üzerine etki eden kuvvet nedeniyle hareket eder. Motor bu prensipte çalışmaktadır.

6.18 FLEMİNG'İN SAĞ EL KURALI

Motorun dönüş yönü Fleming'in sağ el kuralı ile belirlenebilir (şekil: 6.21). Bunu yapmak için işaret parmağı kuzbundan güney kutbunu gösterecek şekilde, orta parmak akım yönünü gösterecek şekilde

konduğunda
baş parmak
hareketin
yönünü
göstererek
ğitir.

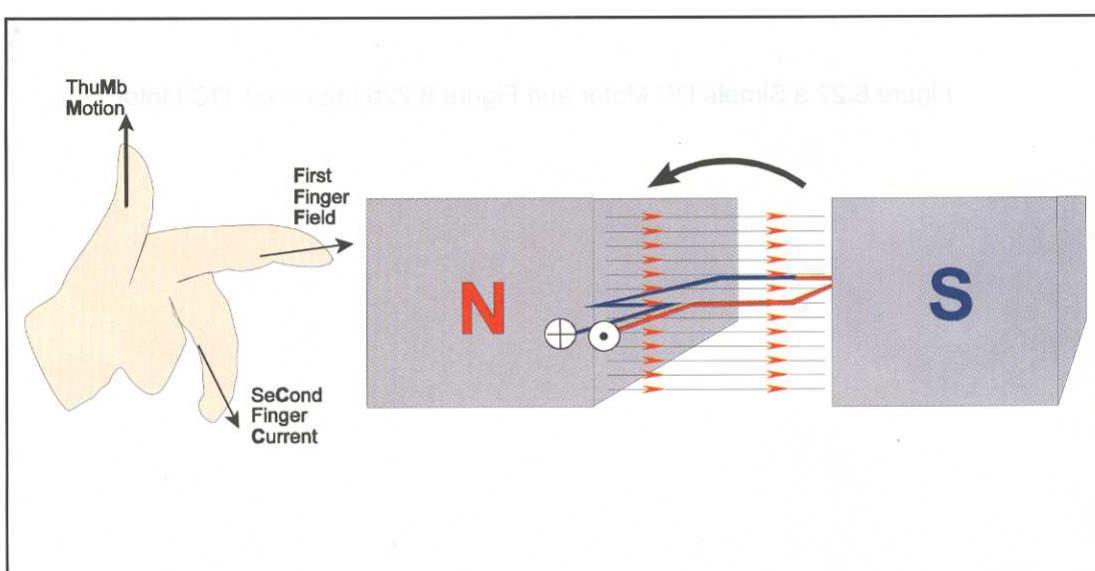
Şekil: 6.21

Örneğin, şekil: 6.21'de işaret parmağı sağ tarafa göstererek şekilde konulmuştur.

Armatürün sağ tarafında akım

sayfadan içeri doğru gideceğinden işaret parmağı da sayfanın iç kısmına doğru olduğunda baş parmak yukarıyı gösterecektir. Aynı şekilde armatürün sol tarafında parmak aşağıyı gösterecektir. Sonuç olarak armatürün hareketi saat yönünün ters istikametinde olacaktır.

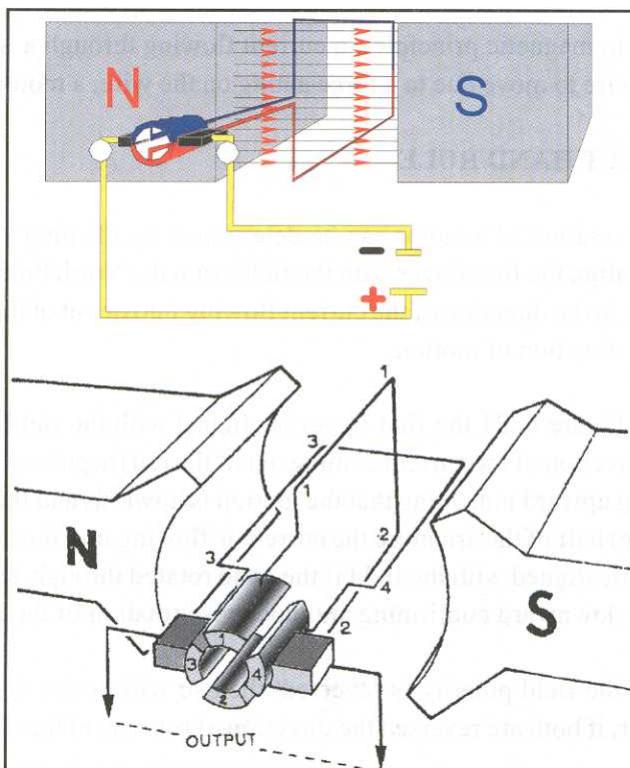
Eğer akım yada manyetik alanın yönü değişirse motorun dönüş yönü de terse dönecektir. Ancak her ikisi de yön değiştirirse motorun dönüş yönü değişimeyecektir.



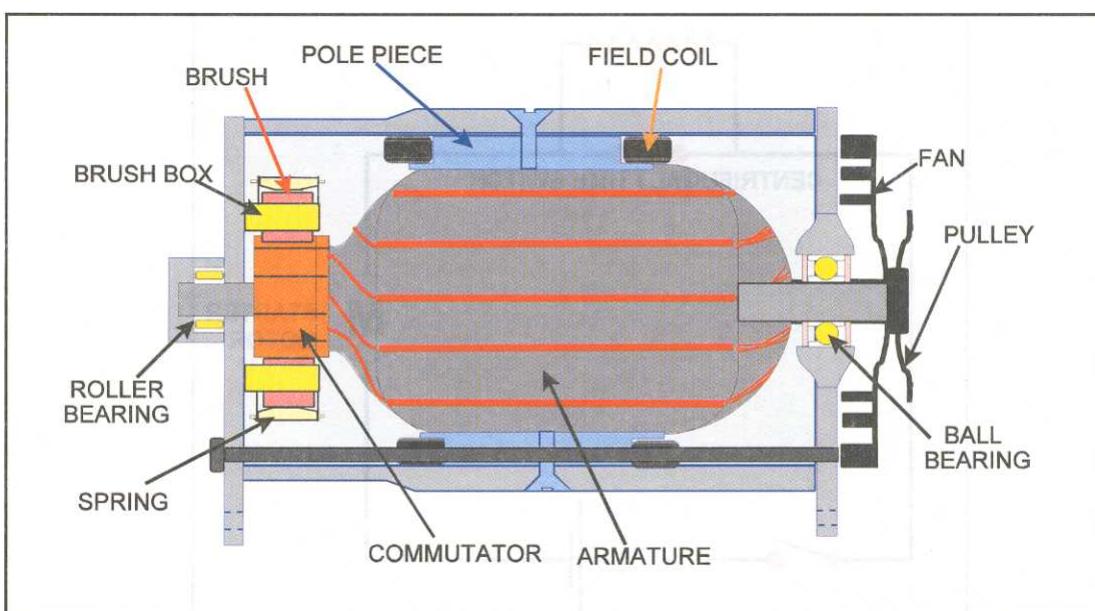


6.19 PRATİK DOĞRU AKIM MOTORLARI

Aşağıda gösterilen basit doğru akım jeneratörleri ve doğru akım motorları pratik değerlere ve ilave armatürler eklenerek ve kutupların şekilleri geliştirilerek geliştirilebilir (Şekil 6.22). Manyetik alan şiddetini ayarlayan sistemler sayesinde motor kuvveti ve jeneratör çıkış voltajı ayarlanabilir.



Şekil: 6.22



Şekil: 6.23



6.20 TERS ELEKTROMOTİF KUVVET

Manyetik alan içindeki iletken içinde hareket eden bir iletkende oluşan ve Lenz kanunu olarak bilinen elektromotif kuvvet, kendisini oluşturan manyetik alandaki değişime engel olmaya çalışacaktır. Dolayısıyla motorun dönüşünü engellemeye çalışacak şekilde bir EMF motorun dönen bölümünde oluşur. Oluşan voltaj indüklenmiş voltaja karşı koymaya çalışır. Bu nedenle ters elektromotif kuvvet olarak adlandırılır.

Ters EMF motor hızı ile doğru orantılıdır ve hiç bir zaman kaynak giriş voltagı kadar büyük olamaz. Uygulanan EMF ve ters EMF arasındaki fark her zaman akımın iletken içinde akarak hareket üretebileceği şekilde olacaktır.

6.21 YAVAŞ BAŞLATMA DİRENCİ

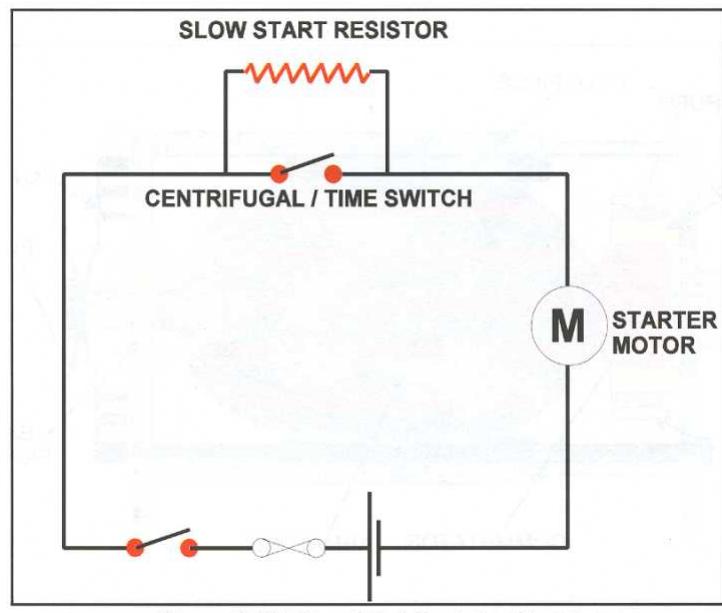
Bazı motorlarda, armatüre seri olarak bağlanan ve motor ilk çalıştırıldığında ters EMF olmadan önceki başlangıç akımını azaltmaya yarayan **yavaş başlatma direnci** bulunmaktadır. Daha sonra direnç, motor armatüre tam akım uygulamak üzere döndüğü sırada, merkezkaç yada zaman anahtarları ile ekarte edilir.

Şekil: 6.24

6.22 KOMÜTATÖR

Basit bir motorda, devamlı mıknatısın kutupları arasında serbestçe dönebilen tek bir tel halkası bulunmaktadır. Doğru akım sağlayıcı (batarya) ile bu döngü arasında komütatör fırçaları ile yapılmış bir bağlantı bulunmaktadır. Komütatörün iki parçası halkanın iki ucuna bağlanır. Bu tipte bir motor Şekil: 6.24'de gösterilmektedir.

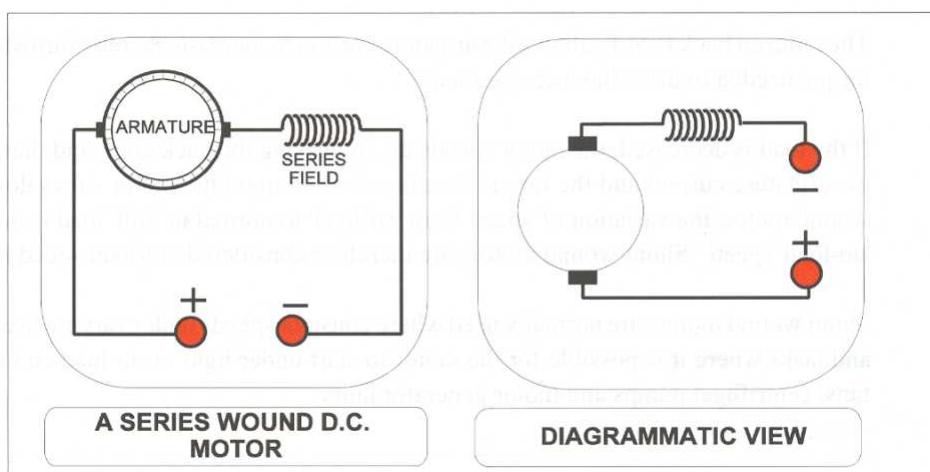
Tek halkalı doğru akım motoru ağır yükleri taşıyamayacaktır. Büyük bir mekanik çıkış elde edebilmek için, doğru akım jeneratörleri ile benzer geliştirmeler yapılmalıdır. Birkaç armatür bobinden oluşan kat kat yapılmış demir yapı ve bunlara göre hesaplanacak sayıda komütatör parçası kullanılmaktadır. Manyetik alan, bir elektro mıknatıs ile oluşturulur ve alan bobinleri ve armatür kutupları arasındaki boşluk olabildiğince küçük tutulur.



6.23 SERİ BAĞLI MOTORLAR

Şekil: 6.25

Seri bağlı motorlarda alan ile armatür birbirlerine seri olarak bağlanmıştır. Alan bobini, birkaç sarmaldan oluşan kalın telden oluşur ve armatürün üzerinden geçen akım bobinden de geçeceğinin alanın şiddeti armatürdeki akımla doğru orantılı olarak değişir. Motordaki yük artarsa



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 16/26
---	--	---	---

yavaşlar ve ters EMF düşer. Bu da armatür ve alan akımının artmasına ve ihtiyaç duyulan daha büyük torkun oluşmasını sağlar.

Seri motorlar ağır yüklerle yavaş, hafif yüklerle daha hızlı çalışırlar. Yükün tamamen kaldırılması durumunda motor tehlikeli bir şekilde aşırı hızlanarak hasara uğrayabilir.

Bunun sebebi, sadece hafif yükle çalışacak motorda ihtiyaç duyulan akım çok düşüktür. Buna bağlı olarak da seri bağlı olarak seri bağlı alan bobinleri küçük bir manyetik alan yaratırlar. Bu, motorun dengeyi sağlamak için yeterli ters EMF'yi üretebilecek kadar hızlı dönememesi anlamına gelmektedir. Seri bağlı motorlar, değişken hızlı motorlardır. Uygulanan yüze göre hızları da değişmektedir. Bu nedenle, sabit hızın gerektiği durumlarda yada yükün değiştiği durumlarda kullanılmamaktadır. Seri bağlı motorların yüksek başlangıç torkları vardır ve bu sebeple hiçbir zaman yüksüz çalıştırılmamalıdır.

6.24 PARALEL BAĞLI MOTORLAR

Paralel bağlantılı motorlarda alan voltaj kaynağı ile paralel olarak bağlıdır ve bu yüzden armatürdeki akımın ve yükün değişimlerinden etkilenmezler. Alan bobini birçok döngüden oluşan bir telden meydana gelmiştir. Üretilen tork armatür akımı ile doğru orantılı olarak değişir.

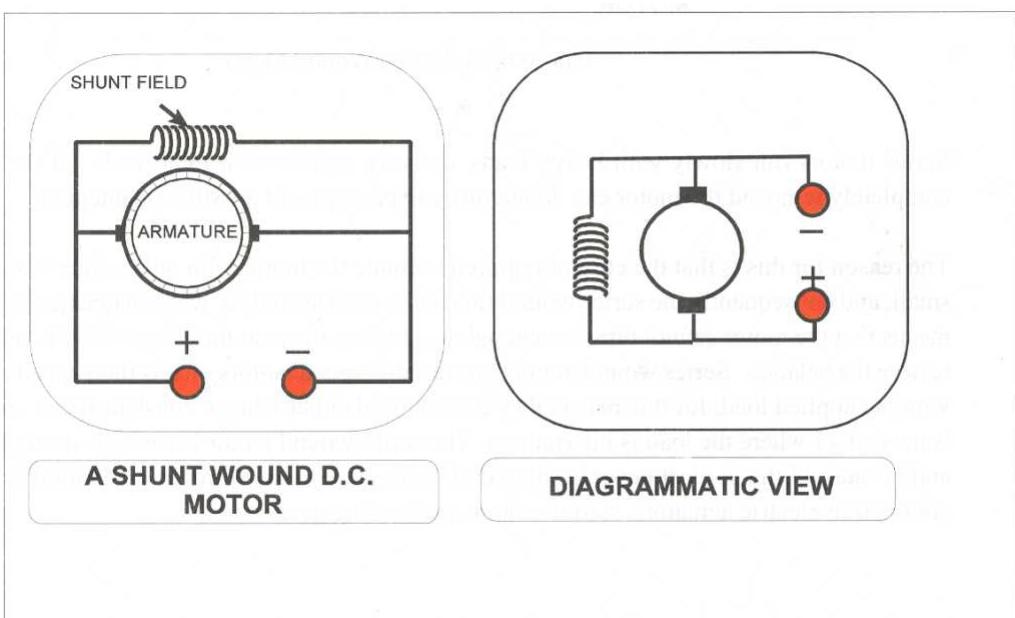
Motordaki yük artarsa, motor yavaşlar, ters EMF. (Sabit alan şiddetinin yanında motor hızına da bağlıdır.)

Düşen ters EMF, armatür akımının artmasına, bunun sonucu olarak da artan yükü karşılamak için daha büyük bir tork uygulanmasına olanak verir.

Yük azaltılırsa, motor hızlanır, ters EMF artar ve böylece armatür akımı ve üretilen tork azalır ve motor yavaşlar. Paralel bağlı bir motorda yüksüz ve tam yüklü durumlar arasındaki motor hızındaki değişiklik sadece %10 kadardır.

Paralel bağlı motorlar bu sebeple sabit hızlı motorlar olarak adlandırılır.

Paralel bağlantılı motorlar değişken yüklerde sabit motor hızı istendiğinde, motorun tam yüklü yada yüksüz halde çalıştırılması gereken durumlarda kullanılır. Ör: fanlar, sentrifüj pompalar ve motor jeneratör üniteleri.



Şekil: 6.26

6.25 STARTER – JENERATÖR SİSTEMLERİ

Türbinli motorla çalışan birçok tip uçakta motoru çalıştırma ve uçak elektrik sistemine doğru akım gücü sağlama işlevlerini yerine getiren starter jeneratör sistemi bulunmaktadır.

Starter jeneratör sistemleri temel olarak karışık bağlantı yapılmış, iki alan bobini seti, bir armatür ve bir komütatörden oluşan sistemlerdir. Bir şaft ve dişli ile uygun motora sürekli olarak bağlı durumdadır.

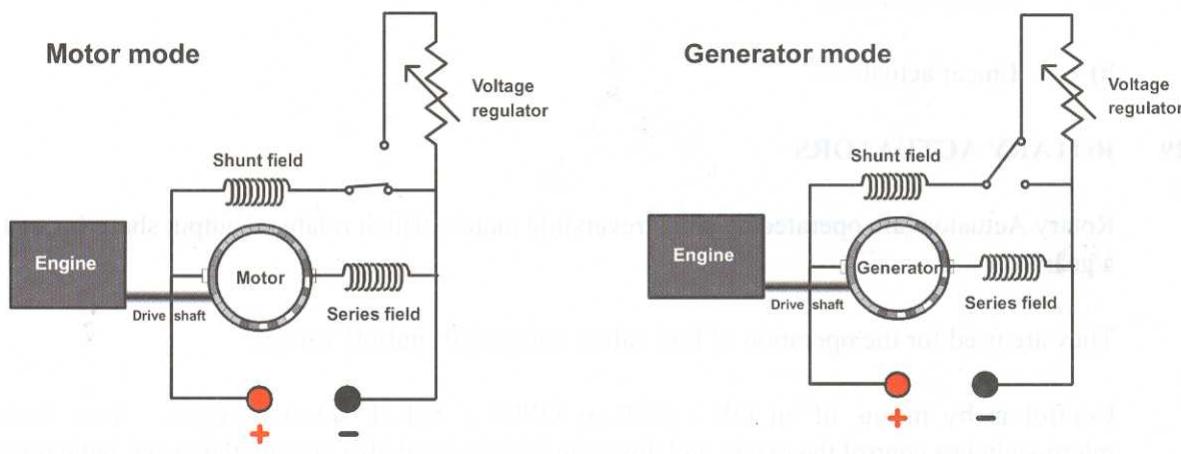
Motor çalıştırma işleminde ünite, paralel bağlı alanın akımının dönüşüm rölesi tarafından sağlandığı bir karışık bağlantılı motor gibi çalışır.

Motor çalışlığında ve başlatma motoru güç kaynağından izole edilmiş durumdayken, dönüşüm rölesi de otomatik olarak enerjisini boşaltır ve temas yüzeyleri paralel bağlı alanı voltaj regülatörüne bağlar. Bu röle aynı zamanda doğru akımın alandaki ilk etkiyi başlatacak şekilde paralel bağlantılı alan üzerinden geçmesine olanak verir.



Bundan sonra makine, çıktısı belli bir seviyeye ulaştıktan sonra bas sistemine bağlanacağı normal bir doğru akım jeneratörü gibi işler.

Starter-jeneratörlerin avantajı her iki işlemin tek bir alet tarafından yapılmasından dolayı ağırlık ve karmaşıklıktan kazanç sağlanmasıdır. Dezavantaj ise düşük RPM lerde tam çıkışını sağlayamadığı için kullanımının daha ziyade yüksek RPM ile çalışan türbinlerde olmasıdır. Tipik bir starter-jeneratör 28 Voltta 300 amper sağlar.



Şekil: 6.27

6.26 KUMANDA MOTORU

Modern uçaklara yerleştirilmiş ekipmanlar ve sistemler genellikle elle çalışma için pilot yada kabin ekibinin ulaşamayacağı yerlerde bulunur.

Bu tip ekipmanların uzaktan kumandası elektrikli kumanda motorları tarafından gerçekleştirilecektir.

Bu kumandalar iki ana gruba ayrılabilir:

- Selenoid kumandalar
- Motorlu kumandalar

6.27 SELENOİD KUMANDALAR

Selenoid kumandalar hidrolik ve hava basıncılı sistemlerde kullanılır. Selenoidde elektrik gücü verilmesi manyetik çekim ile sübabın açılması ile sonuçlanır.

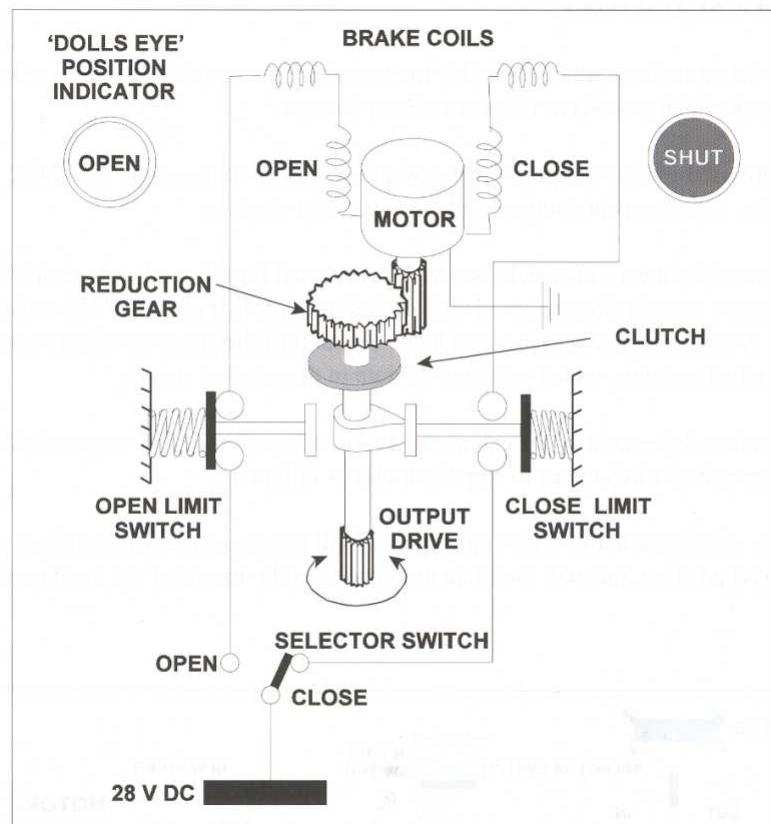
6.28 MOTORLU KUMANDALAR

Kullanılan iki tip motorlu kumanda bulunmaktadır.

- Dönen kumanda motorları
- Doğrusal kumanda motorları

6.29 DÖNEN KUMANDA MOTORLARI

Dönen kumanda motorları bir dişli ile şaftı döndüren, ters yönde çalışabilen küçük motorlar yardımıyla çalıştırılırlar.



Şekil: 6.28



Yakıt sübapları ve hava/yağ kapatma sübaplarında kullanılırlar.

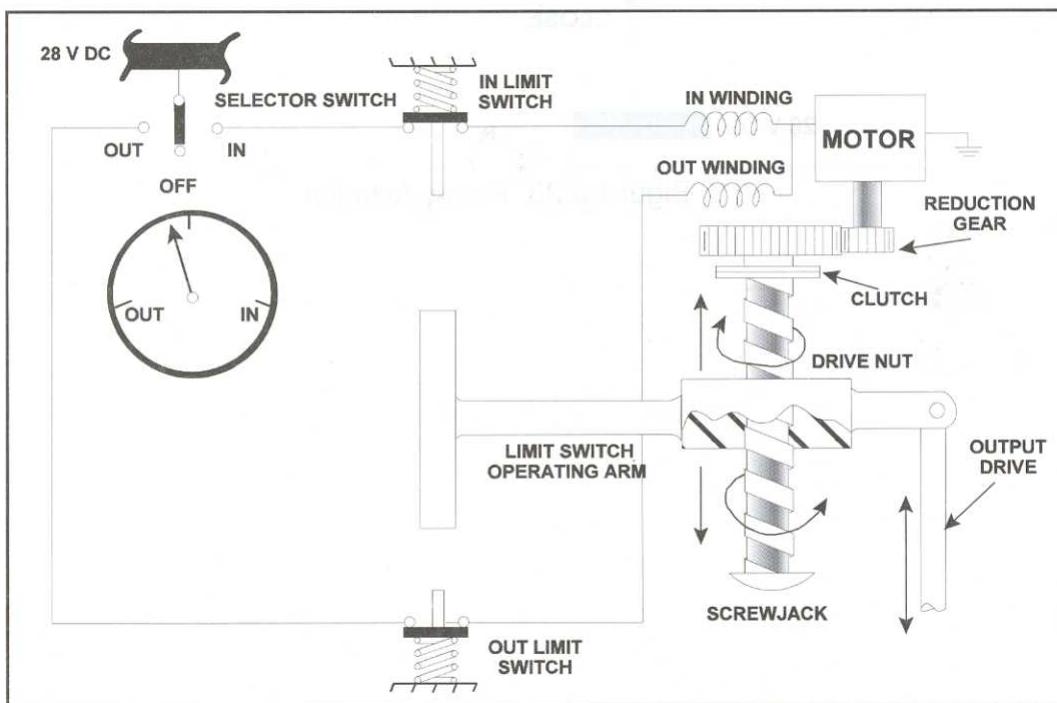
Kontrol, AÇIK/KAPALI (ON/OFF, OPEN/SHUT) anahtarları ile yapılır. İki limit mikro anahtar hareketin şiddetini ve yönünü kontrol eder ve kokpitteki göstergelerde çalıştırır. Bir limit anahtar, seçici anahtardan kumanda motoruna akım sağlamak amacıyla her zaman kapalı durumdadır. Limit anahtarlar hareketin sonunda değişirler.

6.30 DOĞRUSAL KUMANDA MOTORLARI

Doğrusal kumanda motorlarında hava sıkıştırıcıyı yada regülatör pistonunu geriye çeken dişlilerle birleştirilmiş ter yönde çalışabilen motorlar bulunmaktadır.

İtme-çekme hareketi içeren her türlü işlem için kullanılabilir. Örneğin; flaplar, iniş takımları, fletnerler. Tam yukarıda/aşağıda durumları için seçici anahtar kullanılır. Ancak, trim fletner ayarı gibi ayarlanması gereken hareketleri kumanda etmek için, yaylı, kendi merkeze gelen ve merkezde kapalı durumda olan anahtarlar kullanılır. Anahtarın herhangi bir yönde hareketi haraket miktarı kadar ve seçilen yönde kumanda motorunu çalıştırır.

İki limit anahtar hareket yönünü ve şiddetini kontrol eder ve gösterge görevi yapar. Tam hareket verildiğinde motoru durduran anahtar açılarak devreye girer.



Şekil: 6.29

6.31 KUMANDA MOTORU FRENLERİ

Birçok kumanda motorunda motor kapalı durumdayken aşırı hareketi engelleyecek elektro manyetik frenler vardır.

Frenleme sistemlerinin dizaynı kumanda motorunun tipine ve büyüklüğüne göre değişmesiyle birlikte frenler, motor enerjisi alınmış durumdayken yay açık duruma göre yüklü ve çalışan selenoidler güç uygulandığı anda frenlerin işlevini kaybedeceği şekilde armatüre seri olarak bağlanılmışlardır.

6.32 KUMANDA MOTORU KAVRAMASI

Mekanik olarak aşırı yüklenmeden korunmak için kumanda motorlarının aktarma sistemlerinde sürtünme kavramaları yer almaktadır.



6.33 DOĞRUSAL KUMANDA KOLLARI İLE KULLANILAN GÖSTERGELER

Kumanda motoru limit noktalarının arasında durma noktaları gerekli olmayan durumlarda “test için bas” ışıkları yada manyetik göstergeler kullanılır.

Orta noktadan olan sapmanın gösterilmesi gerekli olan durumlarda konum göstergeleri kullanılır.

6.34 DÖNEN KUMANDA KOLLARI İLE KULLANILAN GÖSTERGELER

Bunlar, yakıt ve yağı sübapları gibi sistemlerin konumlarını pilota gösterirler. Bunlar sadece açık veya kapalı durumdadırlar.

İki durumda da “güç kaynağı kaybı” yada “kumandanın seçili iki konum arasında hareket ettiğini” gösteren bir gösterge olacaktır.

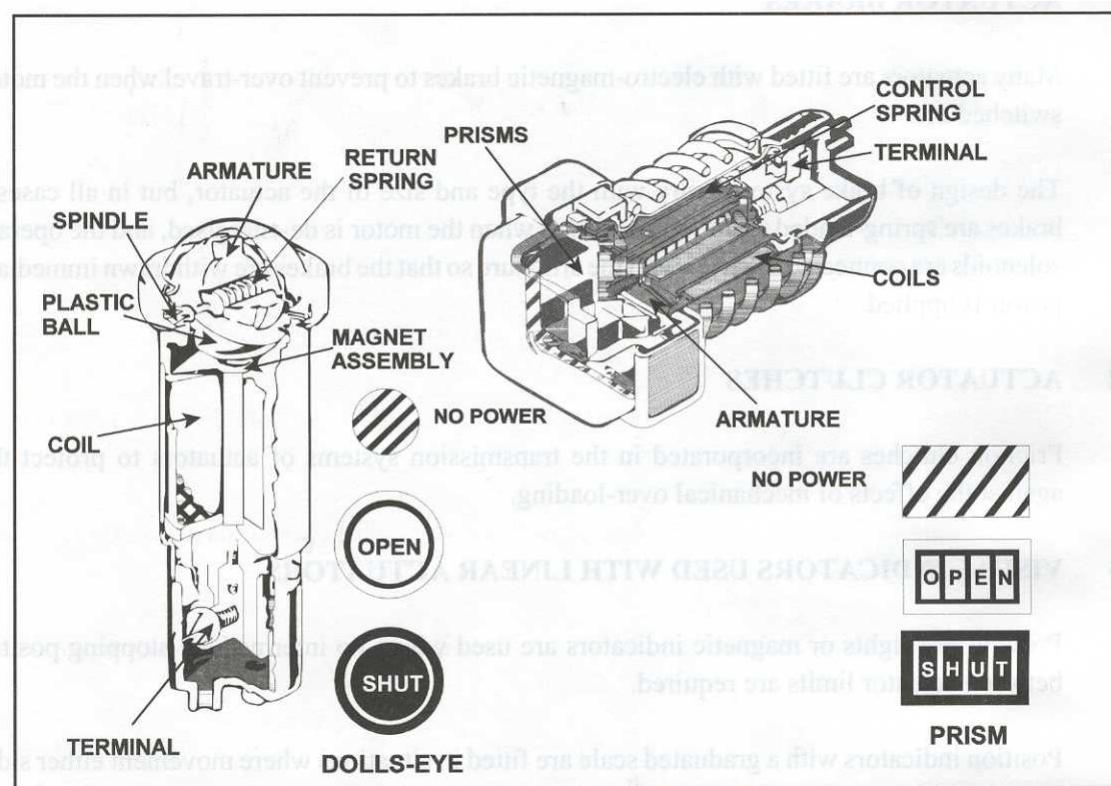
6.35 GÖSTERGE İŞIKLARI

Göstergeler ışıkları genellikle “test için bas” tipindedir. Parmak basıncının ışık ünitesinin önündeki cam bölgeye uygulanması sonucu kumanda kontrol anahtarları çalıştırılmadan ince telin test edilmesi sağlanır.

6.36 ELEKTROMANYETİK GÖSTERGELER

Bu tip göstergeler, basit ince telli lambaların yerine kullanılabilirmektedir.

Kullanımda olan tipleri, şekil: 6.30'da gösterilen bebek gözü, prizma ve flama tipi göstergelerdir. Bu göstergelerin sunduğu resimsel göstergeler uygun panellerde akiş çizgilerinin çizilmesi ile geliştirilebilir. Bu şekilde göstergeler, sistem kontrol anahtarları, hayatı anahtarlar ve uyarı ışıkları ile birleştirilmiş olurlar.



Şekil: 6.30

6.37 KUMANDA MOTORU YAPIMI

Kumanda motoru ters yönde çalışabilen yüksek hızlı bir motordur ve çoğunlukla yakıt sübapları, soğutma kapakları ve trim fletnerlerinin elektrikli çalıştırılması için kullanılır.

Yüksek oranlı bir dişli çark gücün aktarılması için kullanılır ve kumanda motoru dönen yada doğrusal olarak çalışan tipte olabilir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 20/26
---	--	---	---

6.38 AYRIK ALANLI SERİ KUMANDA MOTORLARI

Bu tip kumanda motorları seri yerleştirilmiş ve ters yönde akı üreten iki ayrı alan yaratıcıdan oluşur. Belli bir anda bu alan yaratıcılarından sadece birine enerji verilebilir ve bu şekilde dönmenin yönü ayarlanabilir.

Mekanik yük ile çalışan limit anahtarlar genellikle alan bobinleri ile seri bağlanmıştır. Bunlar yük limit hareketinin üzerine çıktığında motorun otomatik olarak durmasını sağlarlar.

6.39 AYRIK ALANLI SERİ KUMANDA MOTORLARININ ÇALIŞMASI

AÇIK durum seçildiğinde, limit anahtar, açık alan ve fren bobinlerinden armatüre kaynak verilir. Frenleme bobinlerinin enerjilendirilmesi frenlerin serbest kalıp motorun çalışmasına izin vermesini sağlar.

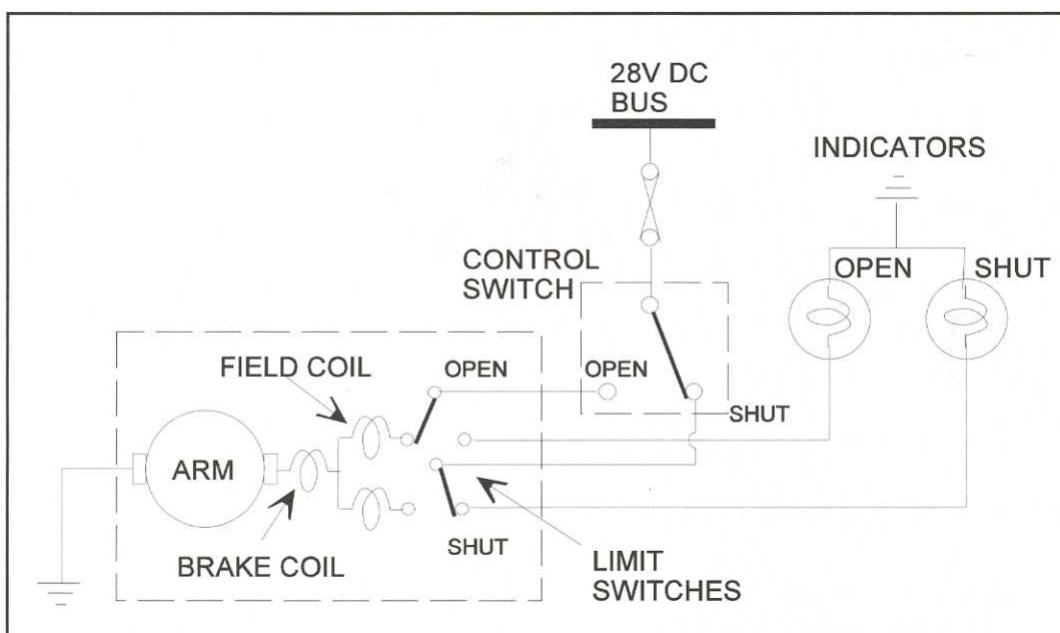
Kumanda motorunun hareketinin tamamlanması aşağıdaki şekillerde olur:

a) **Limit anahtarı açık.** Bu motora giden kaynağı hareketin sonunda frenler ve devrenin açık göstergesi pozisyonuna gelmesini sağlar.

b) **Limit anahtarı kapalı.** Bu, kontrol anahtarında kapalı konum seçildiğinde kapalı devrenin tamamlanmak için hazır hale gelmesini sağlar.

Not: Frenleme bobini hemen çalışır, kaynak kesilir ve böylece aşırı çalışma engellenir.

Armatür şaftı ve dişli arasına yerleştirilmiş kayabilen bir kavramada mekanik aşırı yüklenme sonucu olabilecek hasarlara engel olmak için kullanılabilir.



Şekil: 6.31

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 21/26
---	--	---	---

DC ELECTRICS**SELF ASSESSMENT QUESTIONS GENERATORS AND MOTORS****SELF ASSESSMENT QUESTIONS - GENERATOR THEORY**

1. An EMF is induced in a conductor rotating in a magnetic field by:
 - a) capacitive reaction.
 - b) the reverse current relay.
 - c) electro transmission.
 - d) electro magnetic induction.
2. Magnetic field strength is controlled by:
 - a) battery bus bar current.
 - b) current in the field coil.
 - c) current in the armature.
 - d) current flow to the battery.
3. If a conductor is placed in a magnetic field:
 - a) an EMF is induced in the conductor.
 - b) an EMF is induced in the conductor only when the conductor rotates.
 - c) the applied resistance assists the back EMF.
 - d) an EMF is induced in the conductor only when the conductor is stationary.
4. The output of a basic generator before commutation is:
 - a) AC
 - b) DC and after commutation is AC.
 - c) DC
 - d) synchronised AC and DC.
5. An internally excited generator is one where:
 - a) the field is produced within the distribution.
 - b) the field is initiated by a HT and LT coil.
 - c) the field is initiated by the battery.
 - d) the field is initiated within the generator.
6. A DC generator has a commutator whose purpose is to:
 - a) change AC to give a generator output of DC.
 - b) change DC to AC.
 - c) transmit the generator output to the electrical circuit and to cool the generator.
 - d) maintain a constant resistance.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 22/26
---	--	---	---

DC ELECTRICS**SELF ASSESSMENT QUESTIONS GENERATORS AND MOTORS**

7. Another name for a number of conductors rotating in a magnetic field is:

- a) a capacitor.
- b) an armature.
- c) a condenser.
- d) a commutator.

8. A generator is governed so that:

- a) the EMF is constant and the rate of flow varies.
- b) the rate of flow is constant and the EMF varies.
- c) the generator voltage reduces generator temperature.
- d) back EMF is equal and opposite to the applied EMF.

9. The voltage regulator:

- a) senses cut out pressure and adjusts field current.
- b) senses generator output pressure and adjusts field current.
- c) senses generator output current and adjusts the field voltage.
- d) senses back EMF.

10. The generator master switch is normally:

- a) fitted with a mechanical safety catch.
- b) in the field circuit which is connected in parallel with the generator output.
- c) in the field circuit which is in parallel with the voltage regulator.
- d) fitted in series with the commutator.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 23/26
---	--	---	---

DC ELECTRICS**SELF ASSESSMENT QUESTIONS GENERATORS AND MOTORS****GENERATOR CONTROL**

1. The voltage regulator:

- a) provides a constant current flow from the generator with changes of generator speed.
- b) senses current output.
- c) maintains a steady generator voltage with changes of generator speed.
- d) regulates the amount of current supplied by the battery to operate the generator.

2. Voltage is controlled in a generator by:

- a) a reverse current relay.
- b) moving the brushes.
- c) a voltage regulator.
- d) it is uncontrollable.

3. On aircraft, generator voltage is regulated by:

- a) varying the generator field strength.
- b) increasing and decreasing the load.
- c) changing the generator speed.
- d) changing generator load.

4. In an aircraft having a battery with a nominal voltage of 24v, generator output would be:

- a) 24 volts.
- b) 28amps.
- c) 28 volts.
- d) 24 amps.

5. In DC electrical generating systems, the voltage regulator controls the system voltage within prescribed limits:

- a) regardless of varying engine RPM and electrical load, by varying the current in the generator field windings.
- b) by means of a relay which closes contacts in the output line when a certain RPM is reached.
- c) by temperature.
- d) by a variable resistance which limits the voltage given by the batteries.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 24/26
---	--	---	---

DC ELECTRICS**SELF ASSESSMENT QUESTIONS GENERATORS AND MOTORS**

6. A voltage regulator is fitted to:
- a) prevent high circulating currents.
 - b) prevent backlash.
 - c) to ensure correct voltage output to battery.
 - d) to prevent battery feedback to the generator.
7. If an aircraft electrical system is quoted as 24 volts DC the output of the generator is:
- a) 12 volts with the generators connected in series.
 - b) 28 volts with the generators connected in parallel.
 - c) 36 volts with the generators connected in series/parallel.
 - d) 42 volts.
8. If a circuit is designed for 12 volts - the generator will:
- a) give paralleled output only.
 - b) give controlled 14 volts.
 - c) 14 volts wild DC.
 - d) give controlled 12 volts.
9. The aircraft electrical generator output is controlled in flight by:
- a) sensing the generator output pressure.
 - b) ram air.
 - c) a resistance in the generator output circuit.
 - d) the resistance of the armature circuit.
10. In a generator control circuit the strength of the magnetic field is controlled by:
- a) the commutator.
 - b) the voltage regulator
 - c) the reverse current contactor.
 - d) the output C/B.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 25/26
---	--	---	---

DC ELECTRICS**SELF ASSESSMENT QUESTIONS GENERATORS AND MOTORS
ACTUATORS AND MOTORS**

1. Rotary actuators are used for:
 - a) undercarriage retraction.
 - b) centre of gravity assessment.
 - c) operation of fuel cocks.
 - d) movement of control surfaces.
2. Actuator normal travel is controlled by:
 - a) a clutch.
 - b) limit micro switches.
 - c) mechanical indicators.
 - d) mechanical stops.
3. AC current from an engine driven generator is converted to DC current by:
 - a) a commutator
 - b) a convertor.
 - c) an alternator.
 - d) a rotary actuator.
4. On a twin engined DC aircraft having two DC generators load sharing is achieved by:
 - a) equalising engine RPM's
 - b) an equalising circuit to sense the difference and equalise the voltages of the two generators
 - c) synchronising relays and voltage coil tuners
 - d) an equalising circuit to sense the difference and equalise the field currents of the two generators
5. Pilots are informed of rotary actuator positions by:
 - a) non return valves.
 - b) lights or dolls eye indicators.
 - c) travel indicators.
 - d) vegeer counters.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No	ED.72.UEA.GUB 02
		Revizyon Tarihi	24.04.2008
		Sayfa No	26/26

DC ELECTRICS**SELF ASSESSMENT QUESTIONS GENERATORS AND MOTORS**

6. To supply direct current from a generator giving alternating current it is normal to fit:
- a) a commutator
 - b) a rotary inverter.
 - c) an alternator.
 - d) a static inverter.
7. Press to test lights are used:
- a) to indicate to the pilot that the circuit has power and is complete.
 - b) to control the movement of a rotary actuator.
 - c) to indicate to the pilot that the circuit has operated.
 - d) only to indicate to the pilot that the equipment has malfunctioned.
8. A device for changing AC to DC is:
- a) an inverter.
 - b) a rotary transformer.
 - c) a rectifier.
 - d) an alternator.
9. An inching control is used in conjunction with:
- a) a linear actuator.
 - b) a rotary actuator.
 - c) a combination of linear and rotary actuator.
 - d) a rectifier.
10. Friction clutches are fitted to actuators for:
- a) protection against mechanical overload.
 - b) protection against brake on loads.
 - c) protection against non return valve failure.
 - d) protection against supply failures.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/17
---	--	---	--

BÖLÜM 7

DOĞRU AKIM

UÇAK ELEKTRİKSEL GÜC SİSTEMLERİ

İÇİNDEKİLER

- 7.1 UÇAK ELEKTRİKSEL GÜC SİSTEMLERİ**
- 7.2 ÇİFT KUTUP YADA İKİ KABLO SİSTEMİ**
- 7.3 TEK KUTUP SİSTEMİ**
- 7.4 JENERATÖR VE ALTÖRNATÖRLER**
- 7.5 VOLTAJ REGÜLATÖRLERİ**
- 7.6 AŞIRI VOLTAJ KORUMA ÜNİTESİ**
- 7.7 JENARATÖR KESİCİ YADA TERS AKIM ÖNLEYİCİ**
- 7.8 REDRESÖRLER**
- 7.9 İNVERTERLER**
- 7.10 JENARATÖR DİFERANSİYEL KESİCİSİ**
- 7.11 JENERATÖR (YADA ALTERNATÖR)UYARI IŞIĞI**
- 7.12 JENERATÖR (YADA ALTERNATÖR) ANA ANAHTARI**
- 7.13 KONTROL CİHAZLARI**
- 7.14 AMPERMETRE VE VOLTMETRELER**
- 7.15 BATARYA**
- 7.16 BAĞLANTI KUTULARI**
- 7.17 BUSBAR**
- 7.18 BAS SİSTEMLERİ**
- 7.19 YÜK AZALTMA**
- 7.20 JENERATÖR VE ALTERNATÖR ARIZALARI**



7.1 UÇAK ELEKTRİKSEL GÜC SİSTEMLERİ

Tek motorlu bir uçağın güç sistemi açık konumda tüm elektriksel gücün sağlanması için gerekli olan kontrol ve gösterge ekipmanları ile birlikte bir jeneratör veya alternatörden oluşur.

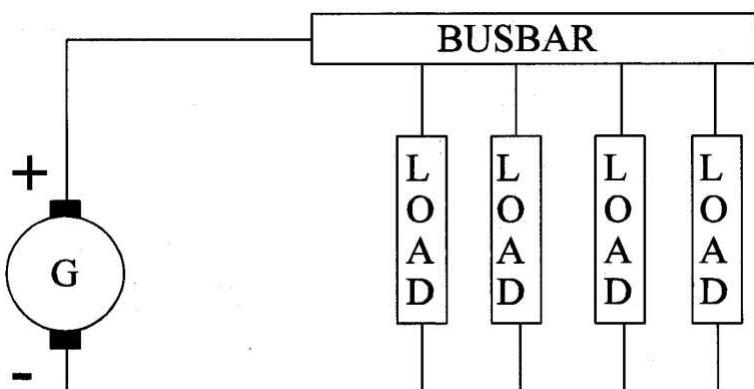
Açık konum burada jeneratör veya alternatörün elektrik sistemine bağlı olduğu ve sisteme güç verdiği durumu belirtmektedir.

Çok motorlu uçaklarda paralel olarak bağlanmış iki veya daha fazla jeneratör veya alternatör bulunmaktadır. Uçaktaki elektrik sisteminin amper kapasitesi bağlı bulunan güç harcayıcı aletlerin sayısı ile belirlenir.

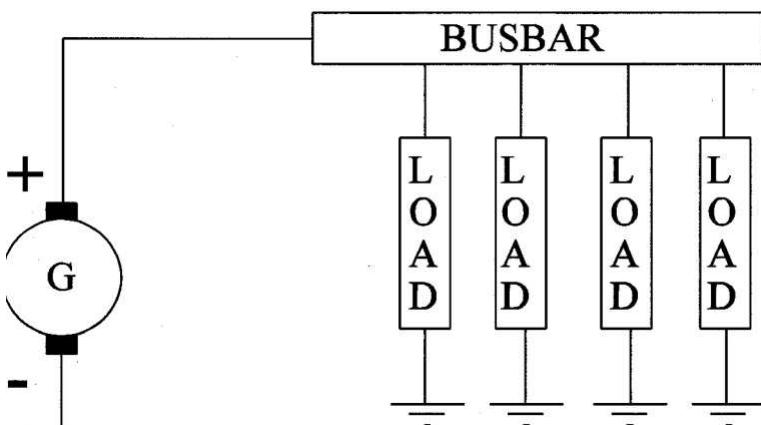
7.2 ÇİFT KUTUP YADA İKİ KABLO SİSTEMİ

Uçakların iletken olmayan bir malzemeden yapıldığı durumlarda çift kutup yada iki kablo sisteme ihtiyaç duyulur. Akımın olması için tamamlanmış bir devreye, dolayısıyla yükü jeneratörün negatif kutubuna bağlayacak bir negatif kabloya ve dağıtım kutusu ile yükü birleştirecek bir "canlı kablo" ya ihtiyaç duyar.

Şekil: 7.1



7.3 TEK KUTUP SİSTEMİ



Bu sistem, metal bir yapıya sahip uçaklarda en sıkça kullanılan sistemdir. Metal yapı, akım için devreyi tamamlayan negatif iletken olarak kullanılır. Jeneratörün negatif ucu, her yükün negatif ucu ile birlikte bir uçak parçasına bağlanmıştır.

Şekil: 7.2

7.4 JENERATÖR VE ALTERNATÖRLER

Jeneratör ve alternatörler mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirmek için kullanılırlar.

Jeneratör, dönen bir armatür, sabit bir manyetik alan ve bir önceki bölümde anlatılan bir komütatör kullanarak doğru akım üretir. Bunun yanında alternatör, dönen bir manyetik alan ve sabit bir armatür kullanarak alternatif akım üretir. Alternatörden çıkan alternatif akımın doğru akıma dönüştürülmesine ihtiyaç duyulursa, alternatörün üç noktasına takılacak bir diyon redresör kullanılır.

Çoğu modern hafif uçak alternatörden gücünü alan doğru akım sistemine sahiptir.

Bir jeneratörün tam gücü motorun RPM'si ile yakından alakalıdır ve tam güç genellikle motor yarımdönüş hızında döndüğü sırada elde edilir. Alternatörler ise tam güçlerine motor yavaş hızda dönerken elde edilir. Bu, alternatörlerin jeneratörlerle karşı olan açık bir avantajıdır. Bir jeneratör, motorun dönüş hızının yaklaşık üç katı bir hızda çalıştırılır.



7.5 VOLTAJ REGÜLATÖRLERİ

Voltaj regülatörleri, jeneratör yada alternatörlerin çıkış voltajlarının, motor dönüş hızı yada elektriksel yüklerden bağımsız olarak sabit bir değerde kalmasını sağlar. Bu ya jeneratörün alan bobinlerinden geçen akımın yada alternatörün alanındaki akımın kontrol edilmesi ile sağlanır.

Temel voltaj regülatör ayarı 14 voltlu bir sistem ve 12 voltlu bir batarya ile jeneratör çıkışını 14 volta, 28 voltlu bir sistem ve 24 voltlu bir batarya ile jeneratör çıkışını 24 volta kontrol altında tutar.

7.6 AŞIRI VOLTAJ KORUMA ÜNİTESİ

Aşırı voltaj koruma üniteleri jeneratör voltajının, aşırı sıurma sonucu uçak devrelerine hasar verecek şekilde tehlikeli olacak şekilde yükselmesine karşı kullanılmaktadır. Voltaj regülatöründeki hatalara karşı koruma görevi yapar.

Aşırı voltaj koruma ünitesi 14 voltlu bir sistemde voltaj yaklaşık 16.5 volta çıkarsa, jeneratör çıkışını sıfıra indirip sistemi koruyacak şekilde manyetik alanı yaratan bobindeki akımın otomatik olarak kesilmesini sağlar.

Ters akıma engel olacak şekilde jeneratör kesicisini de açabilir.

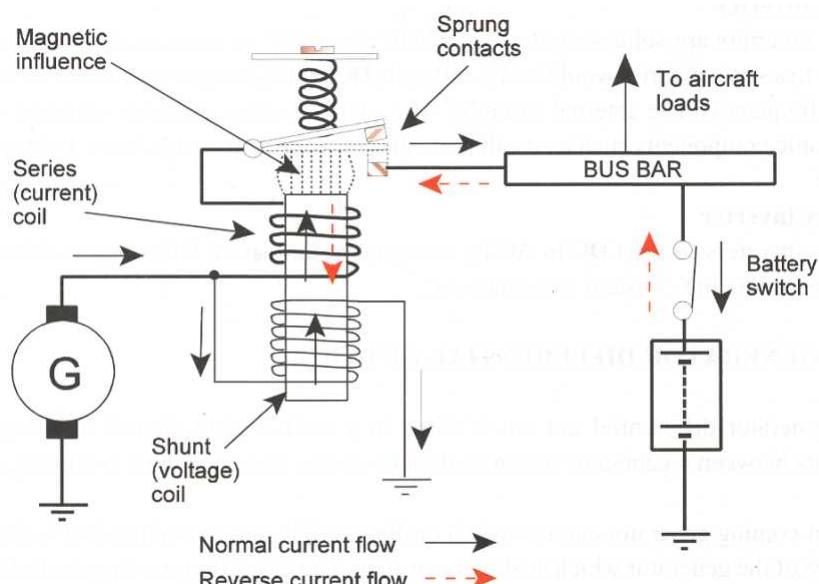
7.7 JENERATÖR KESİCİ YADA TERS AKIM ÖNLEYİCİ

Jeneratör kesici jeneratör temaslarının kapanarak jeneratör açık konuma gelmeden önce jeneratör voltajının önceden belirlenmiş bir değere ulaşmasına olanak tanır. Jeneratör voltajının batarya voltajından az olduğu durumda bataryayı besleyen akımın geri jeneratöre girmesine engel olacak şekilde açılır.

Kesicinin temas noktaları artan voltaj ile kapanır, ters akımla açılır.

Alternatör sisteminde diyotlar ters akım oluşmasına engel olduklarından kesici kullanılmaz.

Şekil: 7.3



Yukarıda gösterilen kesici doğru akım jeneratörlerinde kullanılır. Voltaj

regülatörünün bir iç parçası yada ayrı bir ünite şeklinde olabilir. Jeneratör voltaj biriktirdikçe, bu voltaj birçok ince tel sarmalından oluşan ve jeneratör çıkışıyla paralel bağlı bulunan voltaj bobinine uygulanır. Voltaj birikimi batarya voltajından fazla olduğunda voltaj bobinindeki akım temas noktalarını kapatacak ve jeneratörü dağıtım kutusuna bağlayacak manyetik bir etki yaratır. Akım, az sayıda kalın tel sarmalından oluşan akım bobininden dağıtım kutusu temas noktalarından ve uçak yüklerinden geçer. Akım bobininden geçen akım manyetik etkiye artırarak yaya karşı koyacak şekilde temas noktalarının kapalı kalmasına yardımcı olur.

Jeneratörün çıkış voltajı batarya voltajının altına düşüğü zaman akım ters döner ve jeneratöre doğru akmeye başlar. Jeneratörün bu düşen voltajı voltaj bobinindeki manyetik etkinin azalmasına neden olur ve akım bobininden geçen akım ters dönence bobinin yarattığı manyetik alan da ters yönde olur. Bu, voltaj bobinince üretilen akıma karşı gelir ve yay kuvvetinin temas noktalarını açmasına neden olur. Bu şekilde jeneratörün dağıtım kutusundan ayrılması sonucu jeneratöre ters akımın gelmesine engel olunur.

7.8 REDRESÖRLER

Alternatör çıkış noktasındaki redresörler alternatif akımı doğru akıma dönüştürür ve bataryadan gelen akımın alternatöre doğru değil, alternatörden dışarı doğru akmasını sağlarlar.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 4/17
---	--	---	--

7.9 İNVERTERLER

Statik inverter

Statik inverterler doğru akımı sabit frekanslı alternatif akıma dönüştüren katı haldeki aletlerdir. Statik invertere giren tipik voltaj 18–30 volt arası olup çıkış 400 hertz frekansta 115 voltlu bir alternatif akım olur. Statik inverterin iç aksamında, osilatörler, diyotlar, transistörler, kapasitörler ve transformatörler gibi standart elektriksel ve elektronik aksamlar bulunur.

Dönen inverter

Dönen inverterler bir alternatörü çalıştıran ve böylelikle sabit frekansta alternatif akım üreten sabit hızlı doğru akım motoru kullanarak doğru akımı alternatif akıma dönüştürür.

7.10 JENERATÖR DİFERANSİYEL KESİCİ

Jeneratör diferansiyel kesiciler çok motorlu uçaklarda açık durumda bulunan jeneratör ile açık duruma geçecek jeneratör arasında dönecek akıma engel olmak maksadıyla kullanılırlar.

Açık duruma geçecek olan jeneratör, voltajı açık durumda bulunan jeneratör voltajının %2 daha fazlasına ulaşmadan açık duruma geçemez. Bu %2lik fark açık duruma geçecek jeneratör ve batarya dağıtım kutusu arasında olacaktır.

7.11 JENERATÖR (YADA ALTERNATÖR) UYARI IŞIĞI

Jeneratör yada alternatör uyarı ışığı pilota, alternatör yada jeneratör voltajının batarya voltajının altına düşüğü uyarısını verir. ışığın yanması, jeneratör kesicisinin konumu yada ters akım detektörü ile sağlanır.

7.12 JENERATÖR (YADA ALTERNATÖR) ANA ANAHTARI

Ana anahtar pilotun elektriksel olarak jeneratör veya alternatörü izole etmesini sağlar. Ana anahtarın açılması jeneratör alanının kesilmesine veya alternatör akımının ve elektriksel çıkışın asıl olarak sıfır olan artık değerine düşmesine neden olur.

7.13 KONTROL CİHAZLARI

Uçak doğru akım veya alternatif akım elektriksel sistemlerinin pilot tarafından kontrolünün yapılabileceği cihazlar ve uyarı ışıkları bulunmalıdır. Alternatif akım sistemi ilgili bölümde inceleneciktir. Burada, tipik sayaçlar ve bunların doğru akımlarda kullanımı inceleneciktir.

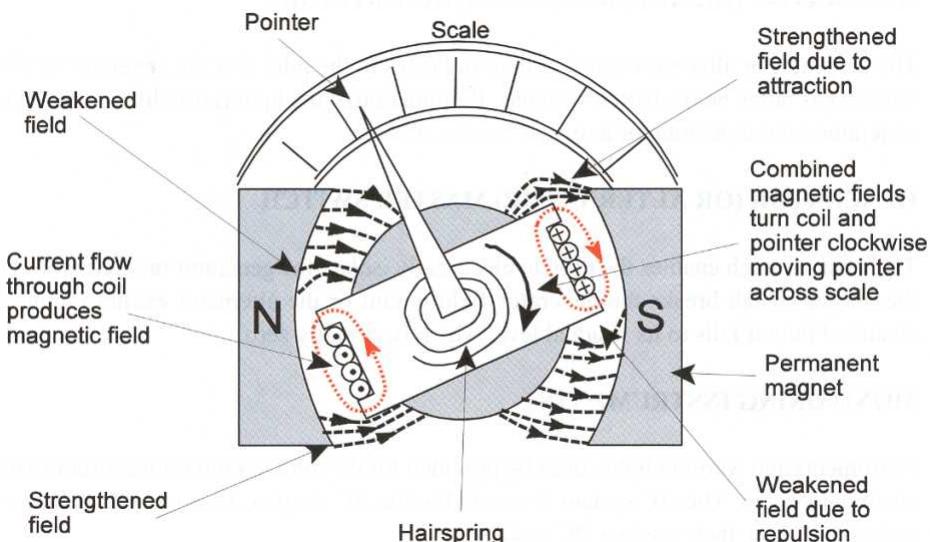
7.14 AMPERMETRELER VE VOLTMETRELER

Ampermetreler ve voltmetreler doğru akım ve alternatif akım istemlerinde bulunur ve çoğu durumda aşağıdaki şekilde gösterilen hareketli bobin tipi cihazlardır. Cihaz, içinde manyetik alan içinde serbestçe dönebilecek, dejirmen üzerine monte edilmiş bir former bulunduran uçları arasında yumuşak demir olan sürekli bir mıknatıştan oluşur. bu formerin etrafına tel sarılmıştır ve bu telden akım geçmesi sağlanır. İkişer adet yay, telin hareketini bastıracak şekilde yerleştirilmiştir ve tel hareket ettikçe yay sıkışır diğeri gevşer. Bu yaylar akımın bobinden içeri ve dışarı gitmesini sağlarlar. Bobin ve former bobin hareket ettikçe derecelendirilmiş bir gösterge üzerinde hareket edecek bir iğne taşırlar.

Bobinden akım geçtikçe ana alan ile etkileşen ve bobinin, iğnenin yay kuvvetinin iğneye uygulanan torku karşılayıncaya kadar gösterge üzerinde hareket etmesini sağlayacak şekilde hareket etmesini sağlayacak bir manyetik alan oluşur. bobinden geçen akım ne kadar büyük olursa iğnenin de hareketi o kadar çok olacaktır. Akım ortadan kalkınca, yayın yardımıyla iğnenin sıfır noktasına gelmesi sağlanır. Bu şekilde iğnenin sapması bobinden geçen akım ile eşit bölünmüş bir göstergeye imkan tanıယak şekilde doğru orantılı olacaktır.

Cihaz dışarıdan gelen manyetik alanların göstergeyi etkilemesine engel olması için yumuşak demirden yapılmış bir kap içine yerleştirilir.

Cihazın ölçüm genişliğinin arttırılması için bir **sönt** (düşük değerli bir direnç) bu tipte bir cihaz ampermetre olarak kullanılırken bağlanabilir. Voltmetre olarak kullanılırken ise yüksek değerli bir direnç olan **çarpan** kullanılır. Bu iki bağlantı, cihazlardan toplam akımın sadece belli bir oranının geçmesi ve bu sayede yüksek değerler okunurken dahi mekanizmanın korunması temin edilir.



Şekil: 7.4

Kullanılacak gösterge cihazlarının sayısı ve tipi uçağın tipine ve genel elektrik sisteminin yapısına bağlıdır. Ampermetre olası her güç kaynağı için ve voltmetre de her doğru akım sistemi için birkaç sayıda kullanılır.

Temel olarak iki tip ampermetre bulunmaktadır:

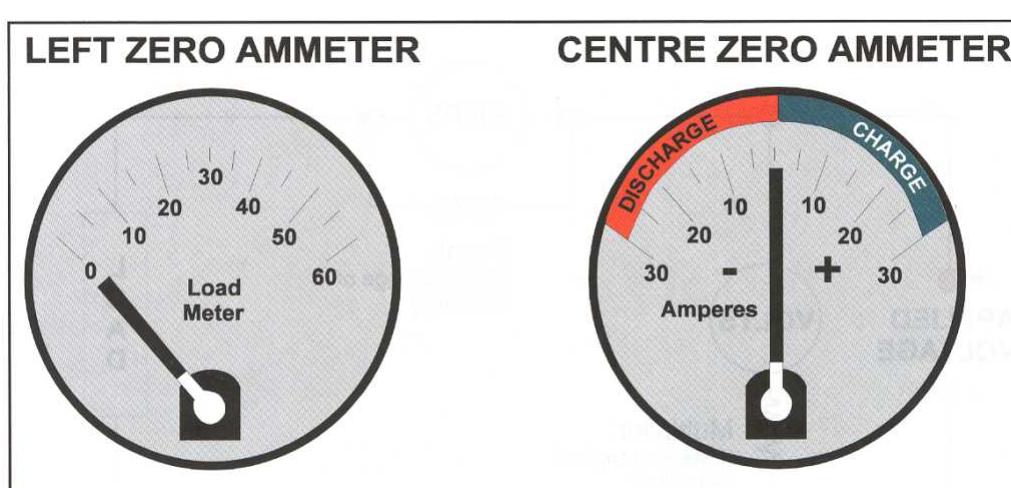
- Şarj/deşarj ampermetreleri ("merkez sıfır" ampermetresi), şekil 7.5
- Jeneratör ampermetresi ("sol sıfır" ampermetresi), şekil 7.5

Şarj/deşarj jeneratörleri bataryanın içine veya dışına doğru olan akımları gösterir.

İgne sıfırın sağ tarafında ise alternatör çalışmakta ve bataryayı şarj edecek şekilde sisteme güç sağlamaktadır.

İgne sıfırın sol tarafında ise batarya deşarj olmakta ve alternatör sisteme güç sağlamamaktadır.

Jeneratör ampermetresi alternatörden çıkan gerçek akımı gösterir. Gösterge sıfırdaysa alternatör sisteme güç vermemekte ve batarya elektrik sistemindeki tek güç kaynağı durumundadır.



Şekil 7.5



Uçuş esnasında alternatör arızalanırsa, tüm elektriksel ekipman bataryayı boşaltmaya başlar. Pilotun bu durumu hemen kontrol altına alması ve uçuş emniyeti açısından en gerekli cihazları belirlemesi ve diğer tüm cihazları kapalı duruma getirmesi gerekmektedir.

Şekil 7.6'da hem bir akıma yerleştirilen ampermetrelerin o akımın şiddetini ölçmesini hem de iki nokta arasına bağlanan bir voltmetrenin bu iki uç arasındaki elektromotif kuvveti ve potansiyel farkını ölçmesini göstermektedir.

Voltmetrelerin yüksek iç dirençleri vardır ve iki nokta arası potansiyel farkını ölçmek için paralel olarak bağlanırlar. Göstergenin genişliğini artırmak için seri olarak bağlanmış bir **çarpan** kullanılabilir.

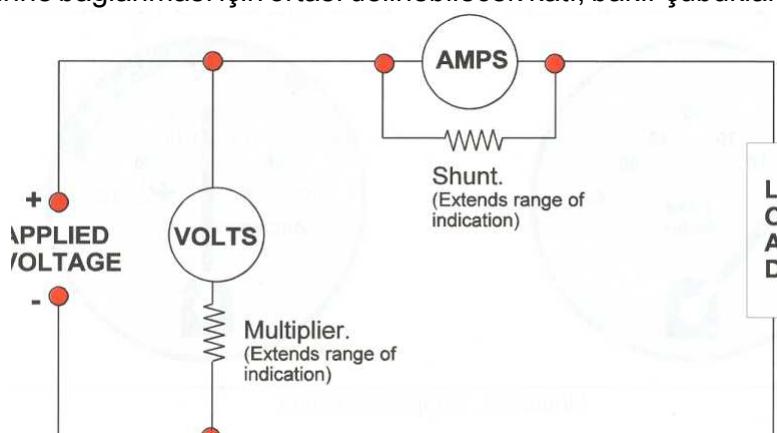
Ampermetrelerin ise düşük iç dirençleri vardır ve akımı ölçmek için seri olarak bağlanırlar. Göstergenin genişliğini artırmak için paralel olarak bağlanmış bir **şönt** kullanılabilir.

7.15 BATARYA

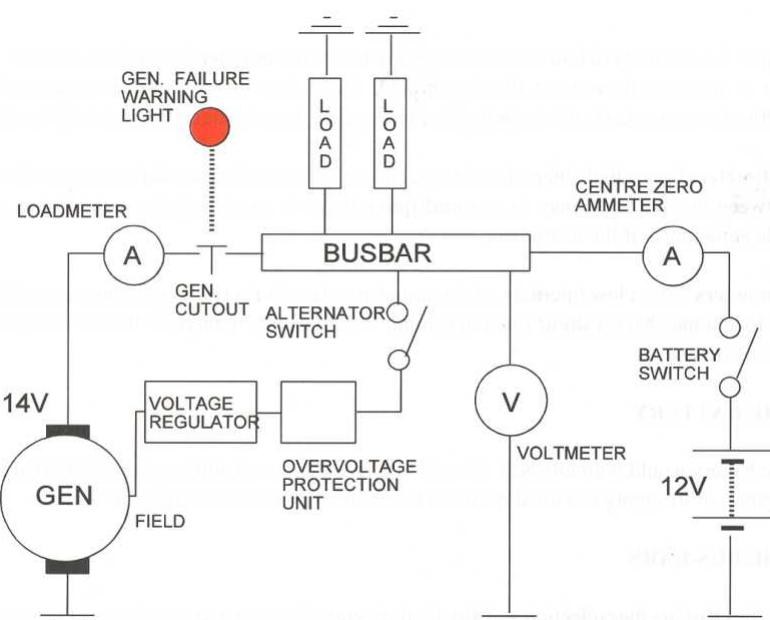
Bataryalar genelde 12–14 volt kurşun–asitli veya alcalin bataryalardır ve motorları çalıştırılmak için yada jeneratör veya alternatör arızası durumunda elektriksel güç sağlamak için kullanılabilirler.

7.16 BAĞLANTI KUTULARI

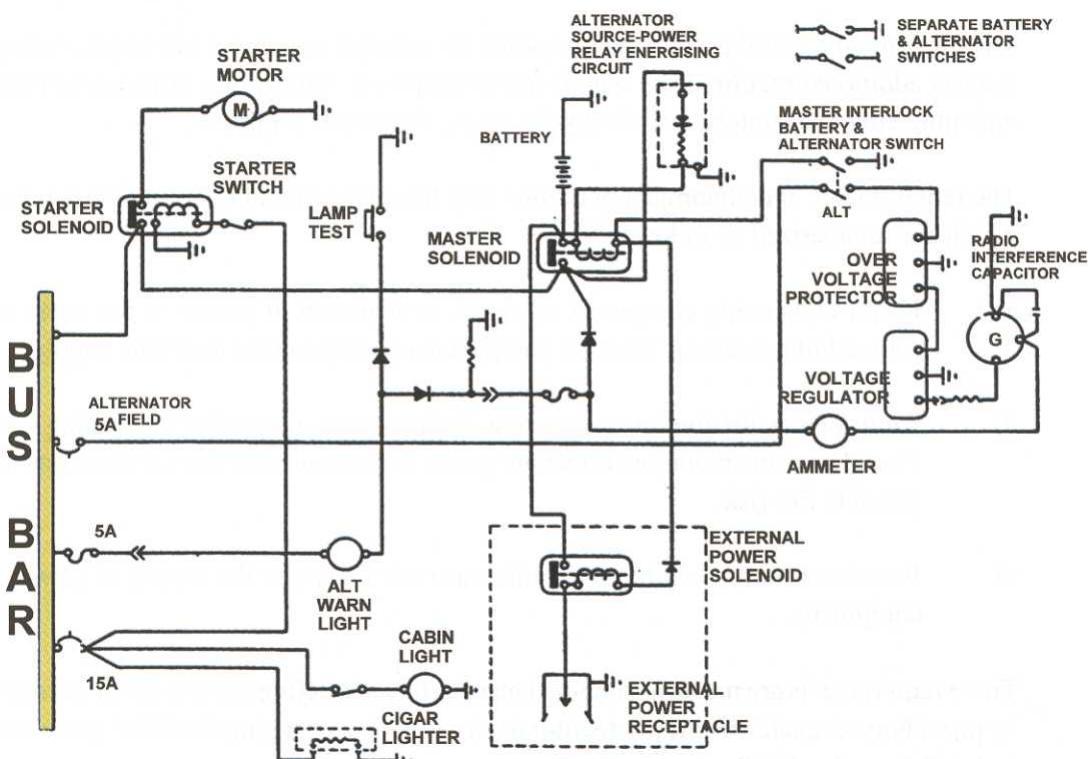
Bağlantı kutuları jeneratör ve alternatör güç kaynakları için toplama ve dağıtma merkezleridir. Kaynak ve dağıtım kablolarının birbirine bağlanması için ortası delinilecek katı, bakır çubuklardan oluşurlar.



Şekil: 7.6



Şekil: 7.7



Şekil: 7.8

7.17 BUSBAR

Çoğu uçak tiplerinde, kaynakların ürettiği güçler bir yada daha fazla "busbar" adı verilen düşük empedanslı iletkenlerde bir araya getirilirler.

"Busbar" lar genellikle uçağın merkez noktalarındaki kesim kutuları yada dağıtım panelleri içinde bulunurlar ve güç kaynaklarının çok çeşitli, güç harcayan devrelere kolay bir şekilde bağlanmasını temin ederler. Bir başka deyişle, tüm yükü taşıma fonksiyonunu yaparlar.

"Busbar" lar belirli tipte bir uçağın elektriksel güç gereksinimlerini karşılamak üzere uyguladıkları metotlar yönünden çok çeşitli şekillerde olabilirler.

En basit şekilde, içten bağlı terminalerden oluşan bir şerit şeklinde olabilirlerken, daha karmaşık sistemlerde ana busbar genellikle giriş ve çıkış kaynaklarının bağlantılarının yapılabileceği bakırdan yapılmış kalın bir metal yada çubuk şeklinde olmalıdır.

Bu şerit yada çubuklar ana yapıdan izole edilmişlerdir ve genellikle koruyucu bir dış yüzeye sahiptirler. Bazı uçaklarda düz, esnek ve örgülü bakır telden yapılmış şeritler de yardımcı busbar olarak kullanılabilirler.

7.18 BAS SİSTEMLERİ

Bir dağıtım sisteminin fonksiyonu temel olarak basit olmasına karşın, anormal durumlarda bir arada yada ayrı ayrı çalışacak güç kaynağının yada güç harcayııcı sistemin gerektirdiği diğer gereksinimleri de karşılamak zorunluluğundan dolayı karmaşıklıdır.

Gereksinimler ve anormal durumlar aşağıda özetlenen üç ana alana bağlı olarak değerlendirilebilir.

- Güç harcayan sistem toplam güç talebi mevcut güç kaynağından fazla olmadığı takdirde güç kaynağı arızası durumlarında gülcen mahrum kalmamalıdır.
- Dağıtım sistemindeki arızalar (hatalı akımlar, bas sistemindeki topraklama hataları) sistemin çalışmasına en az düzeyde etki etmeli ve en az düzeyde yanın riski yaratmalıdır.
- Güç tüketen cihazlardaki hatalar diğer cihazların güç kaynağının tehlikeli bir şekilde etkilenmesine yol açmamalıdır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/17
---	--	---	--

Bu gereksinimler bir arada karşılanması, uygun olduğu durumlarda paralel jeneratör kullanımları, uygun devre koruyucu cihazların kullanımı ve yalıtılmış jeneratörlerin dağıtım sistemlerinden izole edilmesiyle sağlanabilir.

Bu metodların çalışma sistemi bas sistemi ve dağıtım devrelerinin farklı güç kaynakları ile de çalışılmasına uyması için de ek uygulamalar yapılır.

Bu uygulamalar yapılırken, tüm güç harcayıcı ünitelerin önem sırasına göre sınıflandırılması uygun olacaktır. Genel olarak üç grup kullanılmaktadır.

- a) Hayati
- b) Aslı
- c) Aslı olmayan

Hayati üniteler: Emercensi iniş takımları kapalı halde inişten sonra ihtiyaç duyulacak, emergensi aydınlatma, yangın söndürücülerini çalıştırma anahtarı gibi cihazlardır. Bu cihazlar direk olarak bataryaya bağlıdır.

Aslı üniteler: Uçuş esnasındaki emergensi durumlarında emniyetli uçuşu sürdürmek için gerekli olan cihazlardır. Bunlar, jeneratör veya bataryalardan her zaman güç temin edebilecek şekilde doğru akım ve alternatif akım busbar sistemlerine bağlanmışlardır.

Aslı olmayan üniteler: Emercensi uçuşlarda yük azaltmak amacıyla sistemden izole edilebilecek, doğru akım ve alternatif akım bas sistemlerine bağlanan ve jeneratör tarafından beslenen sistemlerdir.

7.19 YÜK AZALTMA

Yük azaltma, jeneratörlerin ihtiyaç duyulan tüm gücü sağlayamamaları durumunda güç kaynağı sistemindeki yüklerin toplam miktarını azaltmaktadır. Bazı uçaklarda bu işlem otomatik olarak gerçekleştirilebilirken diğer uçaklarda pilotun ampermetreler yardımıyla elektrik yüklerini kontrol etmesi ve toplam yükün jeneratör veya alternatör kapasitelerinin üstüne çıkmamasını sağlar. Jeneratör arızası durumlarında bazı aslı olmayan yükler devre dışı bırakılarak geriye kalan jeneratör veya bataryaların aşırı yüklenmesine engel olunur. Bunun sonucu olarak busbar sisteminin ihtiyaç duyacağı akım azalır ve aslı yüklerin beslenmesi sağlanabilir.

7.20 JENERATÖR VEYA ALTERNATÖR ARIZALARI

Alternatör veya jeneratör arızalarında **jeneratör veya alternatör ikaz ışığı** yanacak ve ampermetre sıfır yada deşarj durumunu gösterecektir. Jeneratör veya alternatör arızaları durumunda yapılması gereken hareketler aşağıdakiler gibi olacaktır;

- a) Gereksiz tüm elektriksel yükleri kapatın. Yük azaltması durumunda devre dışı bırakılacak cihazların kullanımı ile ilgili detaylar uçak kullanım kitapçıklarında verilecektir.
- b) Jeneratör veya alternatörü elektriksel olarak ana anahtarı kullanarak kapalı duruma sokun. Bu, alandaki akımı kesecek ve çıkış voltagı sıfıra düşecektir.
- c) Çoğu durumda jeneratör arızası ters akım önleyiciyi jeneratörden bas sisteme olan çıkışını izole edecek şekilde devreye sokacaktır.

Şekil 7.9'da kategorize edilmiş güç harcayıcı sistemlerin busbarlara bölünmesi prensibi basit bir şekilde gösterilmektedir. Bu, ayrık busbar sisteminin bir örneğidir.

Bu örnekte motor tarafından çalıştırılan paralel jeneratörlerden olan güç çıkışları 28 voltluq doğru akım, inverterlerden olan güç çıkışları 115 voltluq ve 400 Hzlik alternatif akım ve bataryalardan olan çıkışın 24voltluq doğru akım olduğu tek bir güç dağıtım sistemi bulunmaktadır.

Şekil 7.9'da her jeneratörün, aslı olmayan güç harcayıcı ünitelerin bağlı olduğu ayrı bir busbarı olduğu görülmektedir.

Her iki busbar aslı ünitelere güç sağlayan bir busbara bağlı durumdadır. Bu şekilde her iki jeneratörün de çalışmasıyla doğru akıma ihtiyaç duyan tüm güç tüketici üniteler beslenmiş olmaktadır.

Aslı üniteler busbarı da aynı zamanda bataryaya bağlanarak bataryanın her zaman şarj edilmiş durumda olmasını temin etmektedir.



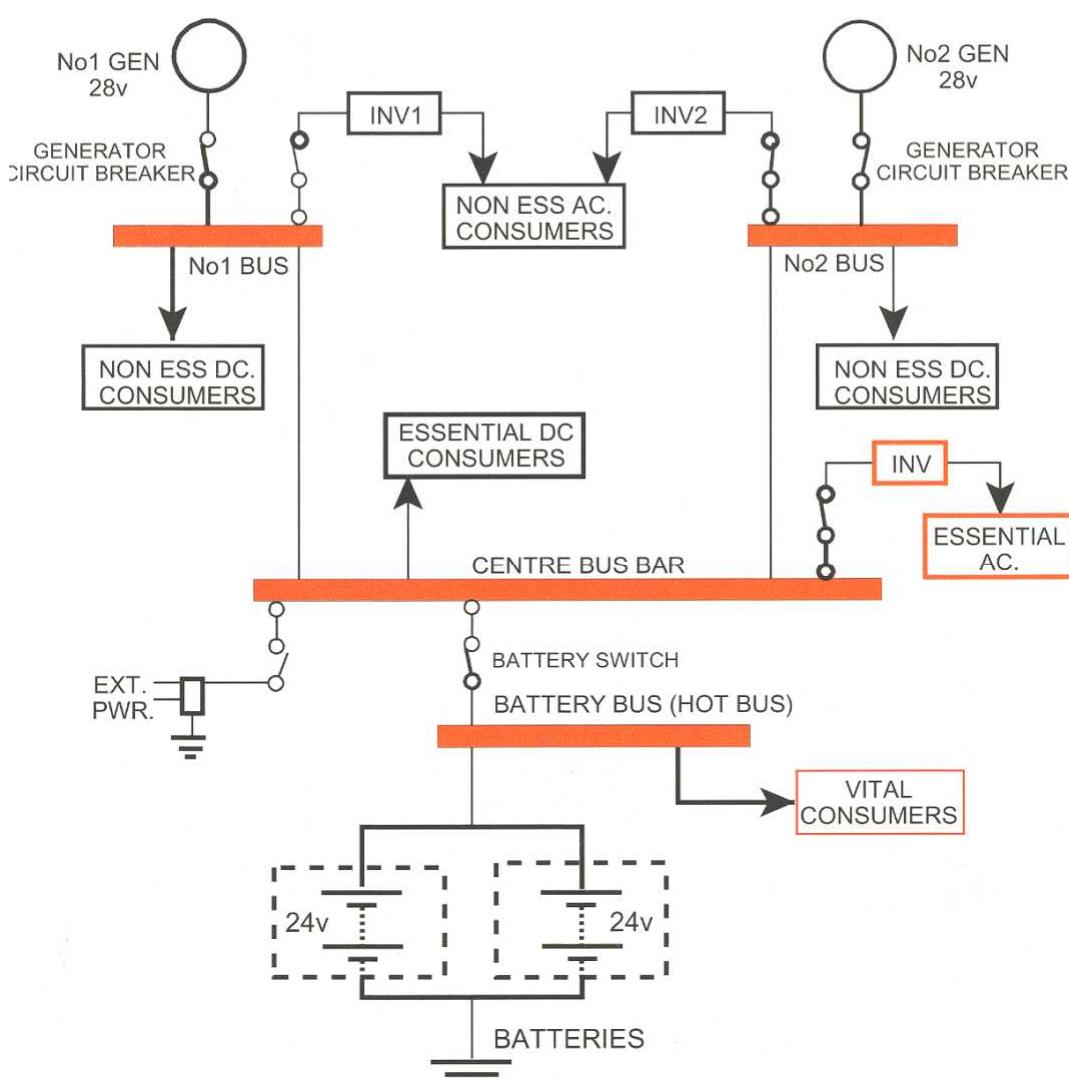
Batarya busbarı devamlı olarak bataryaya bağlı olduğundan “**sıcak bas**” yada “**sıcak batarya bası**” olarak da adlandırılır.

Bir jeneratörün arızalandığı durumda otomatik olarak bağlı olduğu busbardan izole olur ve busbardaki tüm yükler çalışan jeneratör tarafından karşılanır.

Ancak her iki jeneratörün de arızalanması durumunda aslı olmayan üniteler artık beslenemez durumdadır. Buna karşın bataryalar aslı ünitelere güç sağlar ve önceden güç harcama ünitesi ihtiyacı ve batarya şarj durumuna göre hesaplanmış süre boyunca (30 dakika kadar) çalışmaları sağlanmış olur. Şekil 7.9'da belirtilen sistem durumunda inverterlere olan doğru akım, alternatif akım kullanan güç harcayıcı ünitelerin önem derecesine uygun olan busbardan sağlanmaktadır.

Buna bağlı olarak aslı alternatif akım tüketiciler 1 Nolu inverter tarafından çalıştırılır ve bu sayede aslı ünite busbarı tarafından doğru akım ile beslenir.

2 ve 3 Nolu inverterler ise aslı olmayan ünitelere alternatif akım sağlar ve böylece 1 ve 2 nolu busbarlar tarafından doğru akım ile beslenmiş olurlar.



Şekil: 7.13

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No	ED.72.UEA.GUB 02
		Revizyon Tarihi	24.04.2008
		Sayfa No	10/17

D.C. ELECTRICS**AIRCRAFT ELECTRICAL POWER SYSTEMS****SELF ASSESSMENT QUESTIONS - GENERATOR CUT-OUT**

1. In an electrical circuit the reverse current cut-out relay will open:
 - a) when battery voltage exceeds generator voltage.
 - b) when circuit voltage is less than generator voltage.
 - c) when the main output C/B is reset.
 - d) when the batteries are flat.

2. A generator cut-out is provided:
 - a) to prevent the battery over heating.
 - b) to prevent the battery from being overcharged.
 - c) to allow the generator to be isolated in a crash.
 - d) to prevent discharge of the battery through the generator.

3. A generator cut-out will open when:
 - a) circuit loads equal the battery voltage.
 - b) the air temperature reaches 45°C.
 - c) circuit loads equal the generator voltage.
 - d) generator voltage falls below battery voltage.

4. A generator cut-out is fitted to prevent:
 - a) the battery discharging through the generator windings.
 - b) the generator overcharging the battery.
 - c) fire in the event of overloading the system.
 - d) out of phasing.

5. In the event of the cut-out points sticking in the closed position, the most probable results, when the engine stopped would be:
 - a) gain of engine power.
 - b) a burnt out generator.
 - c) loss of residual magnetism.
 - d) no apparent reaction.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 11/17
---	--	---	---

D.C. ELECTRICS**AIRCRAFT ELECTRICAL POWER SYSTEMS**

6. To prevent circulating currents when more than one generator is being connected to the same bus bar:
- a) reverse current relays are fitted.
 - b) the generators are connected in series.
 - c) rectifiers are fitted.
 - d) differential cut-outs are used.
7. A generator cut-out is fitted:
- a) in series with the generator output.
 - b) in the diode circuit.
 - c) in parallel with the generator output.
 - d) in the field circuit.
8. On a 28 volt system with a 24 volt battery the cut-out contacts close at approximately:
- a) 36 volts.
 - b) 24 volts.
 - c) 28 volts.
 - d) 26 volts.
9. A component whose job is similar to a generator cut out is:
- a) a rectifier.
 - b) a converter.
 - c) an inverter.
 - d) a reverse current relay.
10. If the cut-out is open, the battery is feeding the loads which are:
- a) in series with the battery.
 - b) in parallel with the battery.
 - c) in sequence with the cut-out.
 - d) cross coupled.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 12/17
---	--	---	---

D.C. ELECTRICS**AIRCRAFT ELECTRICAL POWER SYSTEMS****GENERATOR CIRCUIT 1**

1. In a two engine aircraft with two generators, there would be:
 - a) one ammeter for each generator and one voltmeter switchable to indicate either generator voltage or battery voltage.
 - b) one voltmeter for each generator, and one ammeter switchable to indicate either generator current or battery current.
 - c) one ammeter showing the total output and one switchable voltmeter .
 - d) one ammeter and one voltmeter each showing the average current and voltage output.
2. A generator converts mechanical energy to electrical by:
 - a) electro magnetic spring action.
 - b) electro magnetic induction.
 - c) electrostatic induction.
 - d) electro dynamic induction.
3. In an aircraft electrical system which incorporates a voltmeter, the voltmeter indicates:
 - a) the flow in the electrical system before the battery cut-out contacts close.
 - b) the rate of flow at all times.
 - c) the pressure in the electrical system before and after the cut-out contacts close.
 - d) the flow in the electrical system after the battery cut-out contacts close.
4. If the generator warning light comes on in flight it indicates that:
 - a) the generator is feeding the battery bus bar.
 - b) the generator is not feeding the battery bus bar.
 - c) the battery has failed.
 - d) a rectifier is faulty.
5. A generator failure is usually indicated by:
 - a) the ammeter reading decreasing or showing a discharge and a red warning lamp lighting.
 - b) the voltmeter reading increasing, the ammeter reading showing discharge and a red lamp lighting.
 - c) the current consuming devices failing to operate.
 - d) the motor speed increasing.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 13/17
---	--	---	---

D.C. ELECTRICS**AIRCRAFT ELECTRICAL POWER SYSTEMS**

6. A generator warning light will be illuminated:
 - a) when the battery voltage exceeds that of the generator and the cut-out has opened.
 - b) at night only.
 - c) when the generator is supplying current to a fully charged battery, and no electrical loads are switched on.
 - d) when the battery charge current is lower than required to maintain its fully charged state.
7. If a generator fails in flight:
 - a) the voltmeter will read maximum.
 - b) the ammeter reading will decrease.
 - c) load sharing circuits will operate.
 - d) the watt metre will show a increase.
8. If one generator fails you should:
 - a) switch off the good generator.
 - b) stop and feather the engine concerned.
 - c) switch off the failed generator and continue normal use of the electrical system.
 - d) switch off the failed generator, and cut down on the electrical services being used.
9. A generator is brought 'on the line' when it is:
 - a) connected in series with other generators.
 - b) switched into the electrical circuit in parallel with the other generators.
 - c) connected with the ground batteries for starting.
 - d) connected to a phase reducer.
10. In a twin engine aircraft, fitted with two generators, if one should fail:
 - a) the failed generator must be isolated.
 - b) cut down the air supply to reduce fire risks.
 - c) the failed generator must be stopped.
 - d) both generators must be switched off.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 14/17
---	--	---	---

D.C. ELECTRICS**AIRCRAFT ELECTRICAL POWER SYSTEMS****GENERATOR CIRCUIT 2**

1. A generator is brought 'on line' via the battery cut-out by an increase in:
 - a) the battery voltage.
 - b) the radio by pass switch.
 - c) the generator voltage.
 - d) the generator field voltage.
2. Generator failure is indicated by:
 - a) load sharing circuits connecting.
 - b) a decrease or discharge in ammeter readings and generator warning light on.
 - c) an increase in voltmeter readings, a discharge in ammeter reading and generator warning light on.
 - d) failure of electrically driven instruments.
3. In a twin engine aircraft, with a generator fitted to both engines, the starboard generator fails. Will:
 - a) the starboard engine cut.
 - b) the port engine cut.
 - c) both engines run normally.
 - d) the engine with the failed generator will automatically feather.
4. Loads on a bus bar are:
 - a) in series with the generator so that the voltage can be reduced.
 - b) in parallel so the voltage can be varied.
 - c) in parallel so the current can be reduced.
 - d) determined by the cross sectional area of the lead cable.
5. When the battery master switch is switched off in flight:
 - a) the generators are disconnected from the bus bar.
 - b) the battery is isolated from the bus bar.
 - c) the battery is discharged through the bonding circuit diodes.
 - d) the battery may overheat.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 15/17
---	--	---	---

D.C. ELECTRICS**AIRCRAFT ELECTRICAL POWER SYSTEMS**

6. A generator is taken 'off' line by:
- a) the battery switch.
 - b) operation of the field switch.
 - c) opening of the cut-out.
 - d) removing of all loads.
7. If the ammeter reads plus 5 amp after engine shut down:
- a) some switches have been left 'on'.
 - b) the battery is charging.
 - c) the generator field switch is 'on'.
 - d) the ammeter is defective.
8. If the ammeter shows 'no' charge, yet the battery remains charged. Would you look for:
- a) loose battery connections.
 - b) defective voltage regulator.
 - c) defective C/B.
 - d) defective ammeter.
9. A field switch in the generator circuit is:
- a) kept in the 'on' position.
 - b) connected in the armature circuit.
 - c) to 'shut off' the generator field.
 - d) to disconnect the battery.
10. During flight a malfunction of the generator cut-out would be indicated by:
- a) overheating of the battery.
 - b) the ammeter.
 - c) lights going out.
 - d) the current limiter.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 16/17
---	--	---	---

D.C. ELECTRICS**AIRCRAFT ELECTRICAL POWER SYSTEMS****DISTRIBUTION**

1. A short circuit in a 'single pole' electrical circuit would be caused:
 - a) by a broken conductor between the source of supply and an item of equipment.
 - b) by an open circuit between loads in parallel.
 - c) when wiring between the source of supply and an item of equipment goes down to earth.
 - d) by an open circuit between an item of equipment and earth.
2. In a '2 pole' electrical circuit, a short of the conductors would result in:
 - a) an item of equipment operating automatically without switches.
 - b) the component not working.
 - c) an increase in voltage.
 - d) an item of equipment burning out because of a large current flow.
3. The indicating range of an ammeter can be increased by fitting:
 - a) A shunt fitted in parallel with the instrument.
 - b) A shunt fitted in parallel with the load
 - c) A shunt fitted in series with the instrument
 - d) A multiplier fitted in parallel with the instrument
4. An electrical system which uses the aircraft structure as a return path for current, is known as:
 - a) a diode pole circuit.
 - b) an earth return circuit.
 - c) a single phase circuit.
 - d) a dipole circuit.
5. On a single pole circuit, if the positive conductor is shorted to the aircraft structure:
 - a) the electrical component will operate.
 - b) the fuse will blow.
 - c) the circuit will be under loaded.
 - d) the load will only operate at half speed.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 17/17
---	--	---	---

D.C. ELECTRICS**AIRCRAFT ELECTRICAL POWER SYSTEMS**

6. In a double pole circuit:
- a) the systems polarity will change.
 - b) the current is supplied by one wire and the current is returned through the aircraft bonding system.
 - c) the current passes out through one wire and is returned through a second wire.
 - d) the current passes out through one wire and is returned via the aircraft's immune circuit.
7. In a earth return circuit if the conductor is open circuited:
- a) the fuse will blow.
 - b) the bus bars will overheat.
 - c) the load will not operate.
 - d) the generator will burn out.
8. A 'hot bus' is :
- a) the bus bar always connected to the battery
 - b) the bus bar that supplies the galley power
 - c) the bus bar that supplies the essential loads
 - d) the bus bar that supplies the nom-essential loads
9. The earth return system of aircraft wiring is that:
- a) one lead from the battery and one lead from the component is connected to the aircraft structure.
 - b) one lead from the battery is earthed and both leads of the components are earthed.
 - c) the negative sides of the system are connected direct to the positive side of the battery.
 - d) rectifiers are cross connected.
10. A dipole circuit is one where:
- a) diode valves are used.
 - b) three conductors are used.
 - c) the aircraft structure is used for the earth return.
 - d) two conductor wires are used.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/15
---	--	---	--

BÖLÜM 8

DOĞRU AKIM

BAĞLAMA VE PERDELEME

İÇİNDEKİLER

8.1 BAĞLAMA

8.2 STATİK DEŞARJ SİSTEMİ VE STATİK FİTİLLER

8.3 STATİĞİN YER TEMASINDA DEŞARJ OLMASI

8.4 PERDELEME

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/15
---	--	---	--

8.1 BAĞLAMA

Uçuş halindeki bir uçak atmosferden aldığı statik elektrik ile yüklenir. Bağlama bu yüklenmenin uçağın herhangi bir kısmında çok fazlalaşarak kırılcım ve yanım riski üretecek kadar çoğalmasına engel olur. Uçağın yapısındaki her metal ve uçağın her parçası birbirlerine esnek tel şeritlerle bağlanmıştır. Her şerit temiz durumda olmalı direnç yaratacak elektrolitik paslanmadan korunması için, anotlaşma, boyası, yağ ve oksitler gibi izole edici kaplamalardan arındırılmış olmalıdır.

Bu işleme **bağlama** denir ve elektronlar için uçağın bir bölgesinden diğerine doğru kolay bir yol oluşmasına olanak tanır.

Bağlama aynı zamanda tek kutuplu devrelerde toprak dönüş sisteminin bir parçası olarak da hareket edebilir ve statik deşarjdan dolayı oluşan radyo etkileşimlerine engel olur.

8.2 STATİK DEŞARJ SİSTEMİ VEYA STATİK FİTİLLER

Statik **deşarj sistemi** veya **statik fitiller** uçak yapısı üzerindeki statik birimin azaltılması maksadıyla yerleştirilir. Orijinal olarak pamuktan yapılmışlardır ve bir sigara kalınlığındadır.

Uçaktaki kontrol yüzeylerinin firar kenarlarına, kanat uçlarına ve stabilizelere yerleştirilmişlerdir. Statik elektrik bunlardan atmosfere yayılırlar.

Fitillerin serbest ucu yayılmış durumdadır ve fırça deşarj hareketi oluşturmaktadır. Modern fitiller minyatür birer anten görünümünde, küçük tel fırça yada düz metal filılabilirler.

8.3 STATİĞİN YER TEMASINDA DEŞARJ OLMASI

İniş yapıldıktan sonra uçağın üzerinde kırılcım riski yaratacak herhangi bir statik elektrik yükü kalmamasının temini için ana bağlantının uçak yere donduğunda yerle anlık temas etmesi gereklidir.

Bu burun, kuyruk yada ana iniş takımlarının yüksek oranda karbon içeren tekerleklerinin uygun hale getirilmesi ile sağlanır.

Tekerlek ana bağlantıya tekerlek jant aksamı ile bağlıdır ve tekerlek yere temas ettiği anda tüm yük toprağa verilir.

8.4 PERDELEME

Perdeleme elektrik enerjisini emilmesi ile radyo karışıklarının engellenmesi için tasarlanmıştır.

Bazı elektriksel ekipmanların çalışmasıyla oluşan statik elektrik radyo devrelerinde karışmalara sebep olmaktadır.

Bu karışmalar, karışmanın kaynağına karışım süpresörleri monte edilmesi ve kabloların, kesintisi olmayan bir metal plakaya oturtulmasıyla engellenir.

Perdeleme, ateşleme sistemleri, doğru akım jeneratörleri ve motorları, 200 rpm'nin üzerinde çalışan ayrik halka makineleri ve bir devreyi 10 Hzten daha büyük bir frekansta kesen tüm elektriksel ekipmanlarda gereklidir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 3/15
---	--	---	--

DC ELECTRICS**SPECIMEN QUESTIONS****SELF ASSESSMENT QUESTIONS - BONDING-SCREENING****ELECTRICS**

- 1 Why are static wick dischargers fitted to aircraft:
- a) to smooth the generator output.
 - b) to prevent tyres bursting on landing.
 - c) to minimise radio interference.
 - d) to act as an earth return in a single pole electrical system.
- 2 Bonding is used to protect the aircraft against fire from arcing of static electricity by:
- a) providing an earth return.
 - b) shortening the negative strips.
 - c) maintaining different electrical potential throughout the structure.
 - d) ensuring the same electrical potential of all metal components.
- 3 Static electricity constitutes a fire hazard because:
- a) metal components become very hot and ignite inflammable gases and materials.
 - b) sparks occur due to differences of potential and could ignite inflammable gases and materials.
 - c) of colour charged electrons.
 - d) aircraft tyres become heavily charged and may burst on landing.
- 4 Static electrical charges and currents in an aircraft structure are evened out by:
- a) hardening
 - b) screening
 - c) bonding
 - d) anodising
- 5 The electrical components of aircraft systems are screened to:
- a) bond the circuit to reduce risk of fire.
 - b) prevent them discharging.
 - c) prevent short circuits in radio equipment.
 - d) prevent them interfering with the function of radio equipment.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 4/15
---	--	---	--

DC ELECTRICS**SPECIMEN QUESTIONS**

6 Bonding is a method of:

- a) heat screening.
- b) providing a positive reaction.
- c) ensuring that the different parts of the aircraft are maintained at a different potential.
- d) ensuring that the different parts of the aircraft are maintained at the same potential.

7 When refuelling an aircraft:

- a) the refuelling nozzle must be bonded to the fuel tank.
- b) the bonding plug must be connected to the earth terminal.
- c) the continuity between nozzle and hose must be infinity.
- d) only use plastic nozzles.

8 The purpose of electrical bonding on an aircraft is:

- a) to prevent compass malfunctioning and accumulation of local static charges.
- b) to reduce the anodising effect.
- c) to isolate all components electrically and therefore make static potential constant.
- d) to provide a low resistance path for earth return circuits and safely dissipate local static charges and lightning strikes.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 5/15
---	--	---	--

DC ELECTRICS**SPECIMEN QUESTIONS****DC ELECTRICS GENERAL NO. 1**

- 1 Spare fuses are carried:
- a) at the operators's discretion.
 - b) for generators only.
 - c) by law with a stated minimum number required.
 - d) by the first officer.
- 2 When selecting a fuse for a circuit the governing factor is:
- a) the voltage of the circuit.
 - b) the fuse length and diameter.
 - c) the resistance of the circuit.
 - d) the power requirement of the circuit.
- 3 Differential cut-outs close when a differential voltage exists between the:
- a) generator bus and battery bus-bar.
 - b) generator bus-bar and earth.
 - c) batteries.
 - d) battery bus-bar and earth.
- 4 Circulating current is the term used to describe:
- a) back EMF.
 - b) current necessary to excite the generator.
 - c) current passing between two paralleled generators of differing voltage.
 - d) current passing between AC and DC systems.
- 5 A megohm is:
- a) 10 000 ohms
 - b) 1000 ohms
 - c) 1 000 000 ohms
 - d) 1 000 000 000 ohms
- 6 Load shedding is:
- a) transferring the loads between generators.
 - b) reducing the load voltage.
 - c) overall reduction of electrical load on the system.
 - d) overall reduction of generator voltages.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 6/15
---	--	---	--

DC ELECTRICS**SPECIMEN QUESTIONS**

7 the formula for calculating power is

- a) $\frac{V^2}{R}$ or $I^2 \times R$ or $I \times V$
- b) $\frac{V^2}{R}$ or $I \times R$ or $I \times V$
- c) $\frac{V}{R^2}$ or $I^2 \times R$ or $I^2 \times V$
- d) $\frac{V}{R^2}$ or $I \times R^2$ or $I \times V$

8 When a generator is on line and its associated ammeter reads 10 amps, this is an indication of:

- a) BTB's being energised.
- b) battery charge rate.
- c) battery discharge rate.
- d) generator load.

9 Assuming a 5 amp circuit has failed during flight and investigation has shown that the fuse is open circuit, the action to be taken is to:

- a) to switch the circuit off immediately.
- b) switch off replace the fuse with another of the correct rating for the circuit and repeat this action as often as necessary.
- c) leave the switch on, replace the failed fuse with one of increased rating.
- d) switch off; replace the failed fuse with one of the correct rating once only.

10 If the voltage in a circuit is doubled the current will:

- a) double
- b) increase only if the battery is in circuit.
- c) remain the same.
- d) decrease.

11 A simple electrical circuit has a current flow of 4 amperes and its resistance is 5 ohms. How much power (watts) is used:

- a) 20 watts
- b) 45 watts
- c) 80 watts
- d) 100 watts

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 7/15
---	--	---	--

DC ELECTRICS**SPECIMEN QUESTIONS**

- 12 A lead acid battery voltage should be checked:
- a) on open circuit with a voltmeter.
 - b) on load with a voltmeter.
 - c) on no load with a voltmeter.
 - d) only if a fault is suspected.
- 13 Connecting two batteries in series will:
- a) increase the voltage and capacity.
 - b) have no effect.
 - c) decrease the voltage and the capacity.
 - d) increase the voltage, the capacity will remain the same.
- 14 An aircraft has a battery with a capacity of 60 A/H. Assuming that it will provide its nominal capacity and is discharged at the 10 hour rate:
- a) it will pass 60 amperes for 10 hours.
 - b) it will pass 10 amperes for 6 hours.
 - c) it will pass 6 amperes for 10 hours.
 - d) it will pass 60 amperes for 1 hour.
- 15 A NICAD battery shows a high temperature after engine start, this could be an indication of:
- a) thermal runaway.
 - b) it is not connected to the battery bus-bar.
 - c) normal temperature during charging.
 - d) depends upon the outside air temperature.
- 16 When generators are connected in parallel their output voltage must be:
- a) divided by the circuit resistance.
 - b) the same.
 - c) added together.
 - d) controlled by one generator.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/15
---	--	---	--

DC ELECTRICS**SPECIMEN QUESTIONS****DC ELECTRICS GENERAL NO. 2**

- 1 In a direct current generating system the voltage regulator controls the system voltage within prescribed limits:
- a) regardless of varying engine RPM and electrical load by inserting a variable resistance in the generator field winding.
 - b) by means of a relay which closes contacts in the output circuit when a prescribed voltage is reached.
 - c) of the generator rotor speed.
 - d) by a variable resistance which limits the voltage given by the battery.
- 2 A generator or battery cut-out is fitted:
- a) to isolate the battery on touch down.
 - b) to prevent the battery from being overcharged.
 - c) to allow the generator to be isolated in a crash.
 - d) to prevent the battery feeding back into the generator when its voltage is above the generator voltage.
- 3 A generator or battery cut-out contacts will close:
- a) with an increase in battery voltage.
 - b) with an increase in generator voltage.
 - c) at flight idle only.
 - d) with an increase in generator current.
- 4 Failure of an aircraft generator is indicated by:
- a) a red warning light lighting and the ammeter showing zero or discharge.
 - b) a red warning light going out and the ammeter showing a discharge.
 - c) a current limiter tripping.
 - d) a circuit fuse blowing.
- 5 On a twin engined aircraft with a generator fitted to each engine, if the starboard generator fails, will:
- a) the fuel crossfeed cocks close.
 - b) the starboard engine cut (stop).
 - c) the port engine will cut.
 - d) both engines will run normally.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 9/15
---	--	---	--

DC ELECTRICS**SPECIMEN QUESTIONS**

- 6 On an earth return aircraft wiring circuit:
- a) the negative pole is connected to the aircraft structure.
 - b) the positive pole is connected to the aircraft structure.
 - c) the negative pole is connected to the positive pole.
 - d) two fuses are needed.
- 7 In a dipole aircraft wiring circuit if the conductors are bridged:
- a) an item of electrical equipment would be burned out.
 - b) no immediate action is necessary.
 - c) the item of electrical equipment would operate normally.
 - d) the fuse or circuit breaker in that circuit will blow.
- 8 A circuit breaker that has tripped due to overload:
- a) cannot be reset unless the circuit has returned to normal.
 - b) will not be able to be reset in the air.
 - c) will reset itself when the circuit returns to normal.
 - d) must be replaced.
- 9 When changing a blown fuse:
- a) it is changed with one of a lower rating.
 - b) the press to reset button is operated.
 - c) leave circuit switched on.
 - d) it is changed with one of the correct rating.
- 10 Is this a:
- a) faulty switch.
 - b) double pole switch.
 - c) quadruple switch.
 - d) single pole switch.
- 11 As the speed of an electric motor increases the back EMF will:
- a) remain the same.
 - b) fluctuate.
 - c) increase.
 - d) decrease.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 10/15
---	--	---	---

DC ELECTRICS**SPECIMEN QUESTIONS**

12 The output of a shunt wound generator:

- a) will rise gradually as load is applied.
- b) will remain constant as load is applied.
- c) will vary with generator speed.
- d) will fall gradually as load is applied.

13 Load shedding is:

- a) increasing circuit resistance.
- b) transferring the loads between generators.
- c) reducing the load voltage.
- d) overall reductions of the loads on the system.

14 An inertia switch on an aircraft will operate:

- a) when selected by the pilot or flight engineer.
- b) automatically in flight.
- c) during an emergency or crash landing.
- d) in flight only.

15 The purpose of electrical bonding on aircraft is:

- a) to directly earth the positive lead.
- b) to prevent compass malfunctioning and to gather local static charges.
- c) to isolate all components electrically and therefore make the static potential constant.
- d) to provide a low resistance path for earth return circuits and safely dissipate local static charges and lightning strikes.

16 Electrical components of aircraft systems are screened to:

- a) bond the circuit to reduce risk of fire.
- b) prevent them interfering with the function of radio equipment.
- c) prevent short circuits interfering with aircraft equipment.
- d) prevent engine malfunctions.



Doküman No	ED.72.UEA.GUB 02
Revizyon Tarihi	24.04.2008
Sayfa No	11/15

DC ELECTRICS MORE

SPECIMEN QUESTIONS

ANSWERS TO SELF ASSESSMENT QUESTIONS

THEORY (1.1-11)

UNITS 1 (1.1-13)

UNITS 2(1.1-15)

	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
1			*			1			*		1	*		
2	*					2	*				2		*	
3	*					3		*			3		*	
4		*				4	*				4		*	
5	*					5			*		5		*	
6	*					6		*			6		*	
7		*				7		*			7		*	
8		*				8			*		8		*	
9		*				9	*				9			*
10		*				10			*		10			*

BATTERIES 1

BATTERIES 2

BATTERIES 3

	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
1		*				1	*				1		*	
2			*			2			*		2	*		
3	*					3			*		3			*
4		*				4		*			4			*
5			*			5			*		5		*	
6		*				6		*			6	*		
7		*				7		*			7	*		
8			*			8		*			8			*
9		*				9		*			9		*	
10			*			10			*		10	*		



DC ELECTRICS

SPECIMEN QUESTIONS

ANSWERS TO SELF ASSESSMENT QUESTIONS

THEORY (1.1-11)

UNITS 1 (1.1-13)

UNITS 2(1.1-15)

	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
1			*			1			*		1	*		
2	*					2	*				2		*	
3	*					3		*			3		*	
4		*				4	*				4		*	
5	*					5			*		5		*	
6		*				6		*			6		*	
7		*				7		*			7		*	
8		*				8			*		8		*	
9		*				9	*				9			*
10		*				10			*		10			*

BATTERIES 1

BATTERIES 2

BATTERIES 3

	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
1		*				1	*				1			*
2			*			2		*			2	*		
3	*					3			*		3			*
4		*				4		*			4			*
5			*			5			*		5		*	
6		*				6			*		6	*		
7		*				7		*			7	*		
8			*			8			*		8			*
9	*					9	*				9			*
10		*				10			*		10	*		



DC ELECTRICS

SPECIMEN QUESTIONS

ANSWERS TO SELF ASSESSMENT QUESTIONS

THEORY (1.1-11)

UNITS 1 (1.1-13)

UNITS 2(1.1-15)

	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
1			*			1			*		1	*		
2	*					2	*				2		*	
3	*					3		*			3		*	
4		*				4	*				4		*	
5	*					5			*		5		*	
6		*				6		*			6		*	
7		*				7		*			7		*	
8		*				8			*		8		*	
9		*				9	*				9			*
10		*				10			*		10			*

BATTERIES 1

BATTERIES 2

BATTERIES 3

	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
1		*				1	*				1			*
2			*			2		*			2	*		
3	*					3			*		3			*
4		*				4		*			4			*
5			*			5			*		5		*	
6		*				6			*		6	*		
7		*				7		*			7	*		
8			*			8			*		8			*
9	*					9	*				9			*
10		*				10			*		10	*		



THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI

Doküman No	ED.72.UEA.GUB 02
Revizyon Tarihi	24.04.2008
Sayfa No	14/15

DC ELECTRICS

SPECIMEN QUESTIONS

MOTORS & ACTUATORS

BONDING

	A	B	C	D		A	B	C	D
1			*			1			*
2		*				2			*
3	*					3		*	
4		*				4			*
5		*				5			*
6	*					6			*
7	*					7	*		
8			*			8			*
9	*					9			
10	*					10			



DC ELECTRICS

SPECIMEN QUESTIONS

DISTRIBUTION

CIRCUIT BKRS

FUSES

	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
1			*			1	*				1			*
2		*				2			*		2		*	
3	*					3		*			3			*
4		*				4	*				4		*	
5		*				5	*				5		*	
6			*			6		*			6			*
7			*			7	*				7			*
8	*					8			*		8	*		
9	*					9	*				9			*
10			*			10	*				10		*	

GENERAL 1 & GENERAL 2

	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
1			*			13			*		7			*
2			*			14		*			8	*		
3	*					15	*				9			*
4		*				16		*			10		*	
5		*				17					11		*	
6		*				18					12			*
7	*					1	*				13			*
8			*			2			*		14		*	
9			*			3		*			15			*
10	*					4	*				16		*	
11			*			5			*		17			
12		*				6	*				18			

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/13
---	--	---	--

BÖLÜM 1

ALTERNATİF AKIM

İÇİNDEKİLER

1.1 GİRİŞ

1.2 ALTERNATİF AKIM YAPI

1.3 TERİMLER

1.4 ALTERNATİF AKIM DEVRELERİİNDE AKIM VE VOLTAJ İLİŞKİSİ

1.5 ALTERNATİF AKİMLARDA DİRENÇ

1.6 ALTERNATİF AKİMLARDA İNDÜKTANS

1.7 İNDÜKTİF TEPKİ

1.8 AKIM DEVRELERİİNDE KAPASİTANS

1.9 KAPASİTİF TEPKİ

1.10 İMPEDANS

1.11 REZONANS DEVRELERİ

1.12 ALTERNATİF AKIM DEVRELERİİNDE GÜC

1.13 SADECE DİRENÇ OLAN DEVRELERDE GÜC

1.14 SADECE İNDÜKTANS OLAN DEVRELERDE GÜC

1.15 SADECE KAPASİTANS OLAN DEVRELERDE GÜC

1.16 PRATİK ALTERNATİF AKIM DEVRELERİİNDE GÜC

1.17 GÜC FAKTÖRÜ

1.18 GÜC FAKTÖRÜNÜN ÖZETİ



1.1 GİRİŞ

Doğru akım (DC) kaynaklarına kıyasla aşağıdaki avantajlarından dolayı çoğu büyük modern uçaklarda alternatif akım (AC) kullanılmaktadır.

- Alternatif akım jeneratörleri üretim açısından doğru akım makinelerine göre çok daha yaygın ve basittir.
- Alternatif akım makinelerinin aynı ayardaki doğru akım makinelerine göre güç – ağırlık oranları daha iyidir.
- Kaynak voltajı transformatörler kullanılarak daha düşük yada daha yüksek bir değere hemen hemen %100 verimle çıkartılabilir.
- Her türlü istenen doğru akım voltajı transformatör redresör üniteleri ile basit ve verimli bir şekilde elde edilebilir.
- Doğru akım motorlarına göre daha basit, daha yaygın ve daha verimli olan üç fazlı alternatif akım motorları, sabit frekans kaynağı ile çalıştırılabilir.
- Alternatif akım makineleri doğru akım makinelerinde görülen akım ters dönmesi problemine maruz kalmazlar ve dolayısıyla daha güvenilirdirler.
- Yüksek volajlı alternatif akım sistemleri aynı ayardaki düşük volajlı doğru akım sistemlerine göre daha az kablo ağırlığı gerektirirler.

1.2 ALTERNATİF AKIMLARIN YAPISI

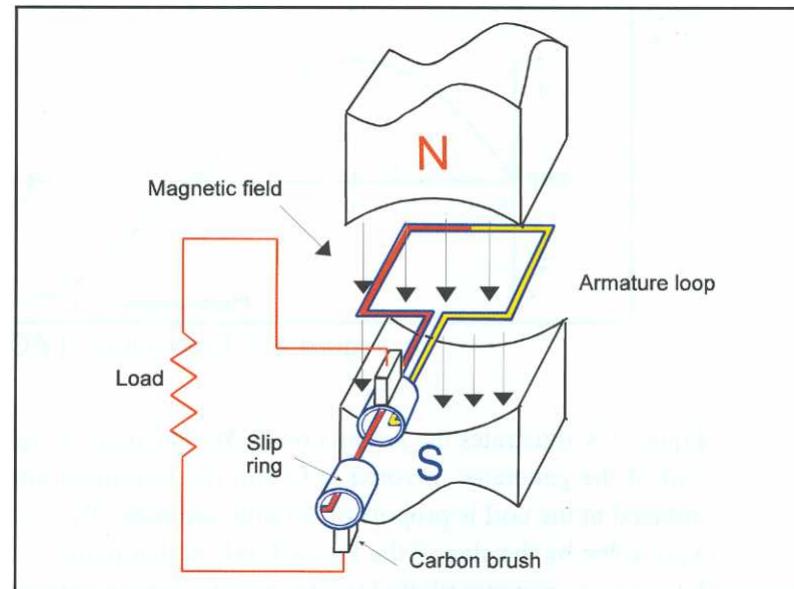
Devredeki elektronların bir orta noktaya göre öne ve arkaya hareket ettikleri durumda oluşan akıma alternatif akım (AC) denir. Şekil 1.1'deki alternatif akım jeneratöründe, bir manyetik alan içerisinde dönen armatür denen sarmal tel bir tel devamlı olarak değişen bir manyetik akı yaratmakta ve dönme hareketi sürdürüğe voltaj da oluşmaya devam edecektir.

Şekil: 1.1

Voltajın büyüklüğü dönüş hızına ve manyetik alanın şiddetine bağlıdır (manyetik akının değişim hızı).

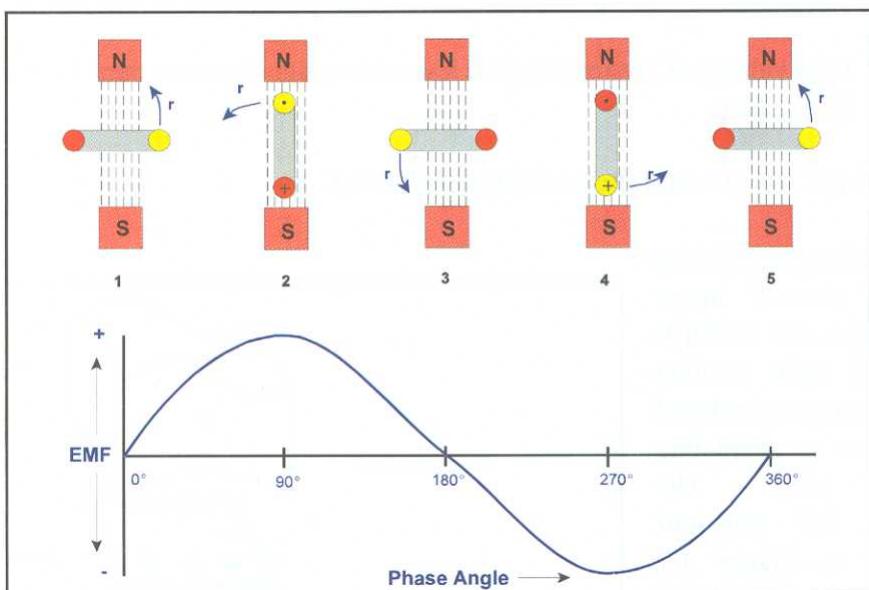
Bir armatür kapalı bir devrede ayrık halkalar ve karbon fırçalar ile bir dirence bağlandığında oluşan voltajla doğru orantılı olacak bir akım oluşur. Eğer bu armatür şekil 1.2'deki gibi devamlı olarak dönmeye devam ederse akı da devamlı olarak değişir. 1,3 ve 5 konumlarında sarmalın iki yanı manyetik alana paralel hareket eder ve böylece manyetik akıda bir değişiklik olmadığından voltaj da oluşmaz. 2 ve 4 konumlarında armatürün iki yanı alana dik olarak hareket etmekte ve akıdaki değişim maksimum olduğundan oluşan voltaj da en üst seviyedir. Bu iki konum arasında oluşan voltaj maksimum seviye ile sıfır arasında olacaktır.

Armatürün iki yanının manyetik alan içindeki dönüş yönü terse döndüğünden, oluşan voltajın polaritesi de sıfır noktasından geçtiğinden sonra değişecektir. Polarite değişikçe de bağlı olan devredeki akım da değişecek, akım belii bir orta noktadan bir ileri bir geri hareket edecektir. Armatürün her iki yanındaki akımının yönü Fleming'in sağ el kuralı ile belirlenebilir.





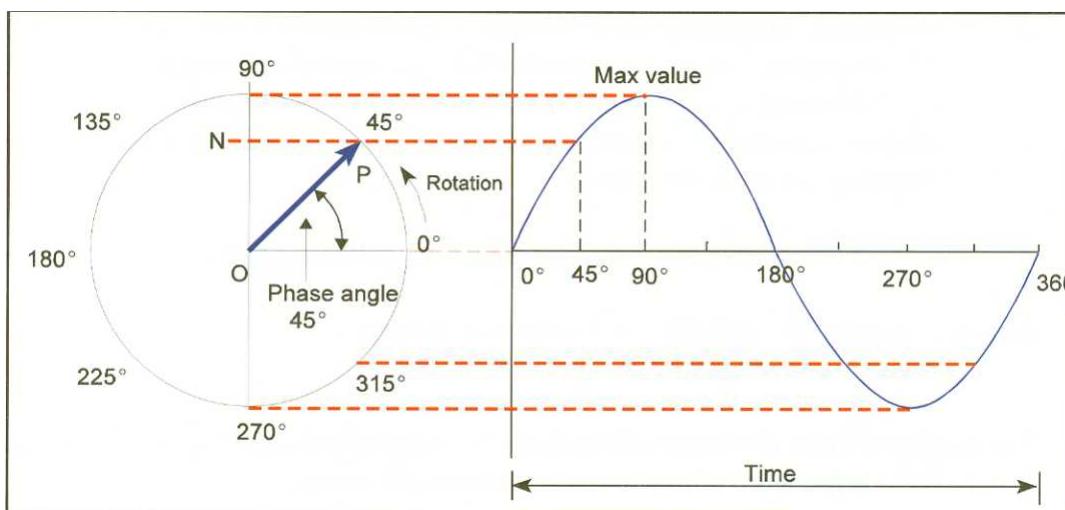
Şekil 1.2 jeneratör armatürünün bir tam dönüşü boyunca oluşan voltajın artış ve azalısını göstermektedir.



Şekil: 1.2

Şekil: 1.3 alternatif akımın oluşumunu göstermektedir. Mavi OP oku O noktası etrafında saat yönünün tersinde dönen jeneratör armatürünün bir yarısını temsil etmektedir. Telde oluşan EMF, ON ordinatı ile doğru orantılıdır ve maksimum değerinin o noktadaki faz açısının sinüsü ile çarpılması ile hesaplanabilir.

OP'nin dönüşünü temsil eden bir zaman eksenini boyunca bu ordinatların art arda işaretlenmesi ile alternatif akımı yada voltajı temsil eden bir sinüs dalgası elde edilebilir.



Şekil: 1.3

1.3 TERİMLER

Şekil 1.4'de gösterilen alternatif akımı tanımlamak için aşağıda bazıları açıklanan birçok terimle açıklanabilir.

a) Döngü: Bir döngü tüm değerlerin olduğu bir seridir.

b) Faz: Bir sinüs dalgasına faz adı verilen bir açısal notasyon verilebilir. Bir döngü 0° ile 360° fazlar arasını temsil etmektedir.

c) Frekans: Bir saniyede üretilen döngü sayısı kaynağın frekansıdır. Frekans, Hertz ile ölçülür. Saniyede bir döngü bir Hertz'e eşittir. Sabit frekanslı alternatif akım sistemleri genellikle 400Hz frekansa sahiptirler. Frekans verilen bir zamanda kuzey ve güney kutupların armatürden geçme sayısına bağlıdır.

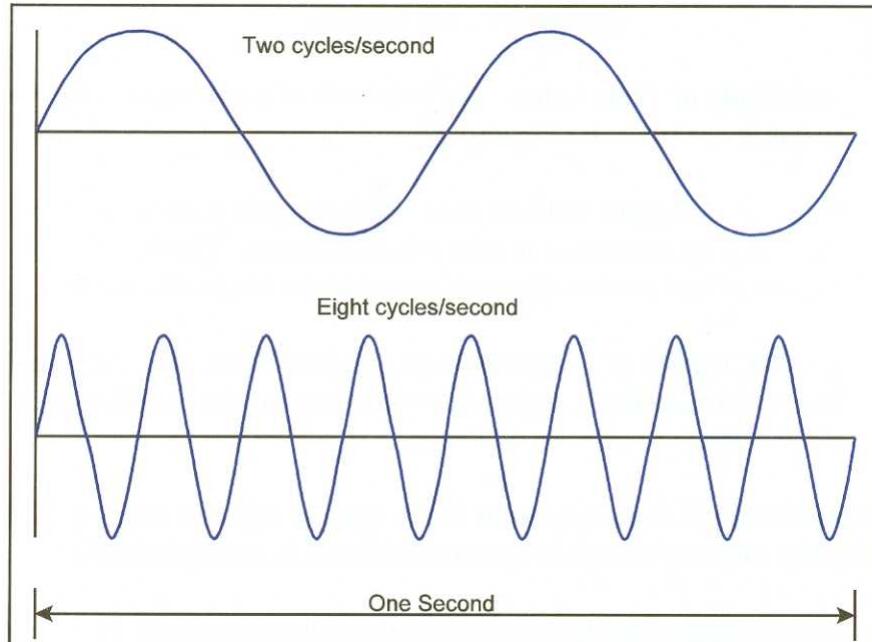


Bir jeneratör çıkışının frekansının hesaplanabilmesi için aşağıdaki formül kullanılabilir:

$$\frac{\text{Kutup sayısı}}{\text{frekans (hertz)}} \times \frac{\text{RPM}}{60 \text{ (sec)}} =$$

kutup sayısı, jeneratör manyetik alanını oluşturan toplam Kuzey ve Güney kutup sayısıdır ve RPM ise dakikadaki dönüş sayısıdır.
Örneğin, 6000 dakika devre sahip 8 kutuplu bir jeneratörün çıkış frekansı;

$$8/2 \times 6000/60 = 400 \text{ Hertz}$$



Şekil: 1.4

- a) **Periyot:** Bir döngünün oluşması için geçen zamana periyot denir. Bu frekansın bire bölünmüş halidir.

$$\text{Periyot (T)} = 1/f \text{ (saniye)}$$

- b) **Büyüklük veya Tepe Değer:** Bir sinüs dalgasının büyülüüğü bir dönüste erişebileceği en yüksek değeridir. (Şekil 1.5)
c) **Ortalama Karekök Değeri:** Bir alternatif akımın ortalama değeri doğru akımla kıyaslanarak bulunur. Bu kıyaslama her iki akımın özdeş koşullarda ürettiği ışıya dayanır.

1 amperlik bir doğru akım büyülüüğü 1 amper olan bir alternatif akıma göre geçtiği teli daha sıcak hale getirir. Direnci aynı sıcaklığı getirebilmek için alternatif akımın büyülüğünün etkin değerinin 1 ampere eşit olacağı şekilde 1 amperden daha fazla olması gereklidir.

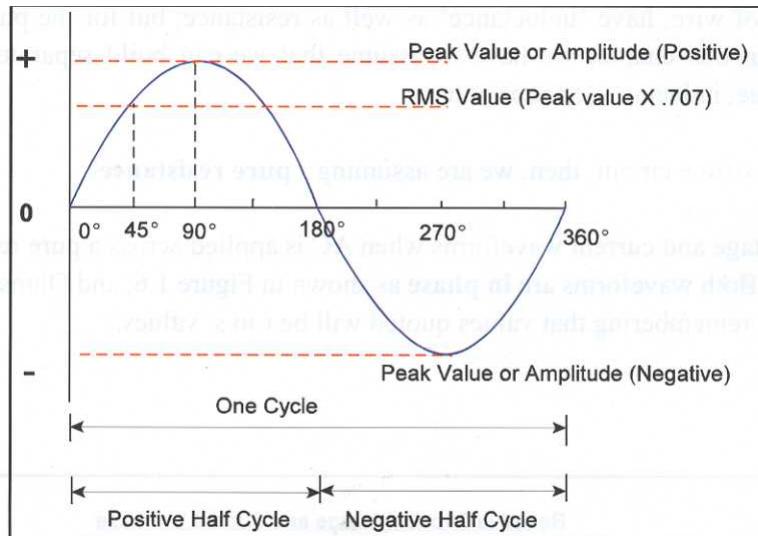
Şekil: 1.5

Etkin değere ortalama karekök değeri denir. Bu değer bir yarım döngü esnasındaki anlık voltaj ve akım değerlerinin alınması ile bulunur.

Bu değerlerin karesi alınır ve ortalama değeri alınır. Bu ortalamanın karekökü ortalama değerlerin karekökünü verir.

Bir başka metot ise, voltaj sıfırdan 90° deki

en yüksek değerine kadar yükseldiğinden ortalama değerin 45° de olması gereklidir. Bu değerler bir sinüs dalgasını takip ettiğinden 45° deki değer de tepe değerin 45° nin sinüsü (0.707) ile çarpılması ile bulunur. Buna bağlı olarak bir alternatif akımın (yada voltajın) ortalama karekök değeri onun büyülüğine yada tepe değerine bağlıdır. Bir sinüs dalgası için, ilişkili aşağıdaki formülde olduğu şekilde gösterilebilir.



$$\text{Ortalama Karekök Değer} = \text{TEPE DEĞER} / \sqrt{2} \quad \text{veya}$$

$$\text{Ortalama Karekök Değer} = 0.707 \times \text{TEPE DEĞER}$$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 5/13
---	--	---	--

Çoğu alternatif akım değeri ortalama karekök değeri ile verilir. Genel anlamda ampermetre ve voltmetreler de ortalama karekök değeri ile kalibre edilir.

1.4 ALTERNATİF AKIM DEVRELERİNE AKIM VE VOLTAJ İLİŞKİSİ

Bir alternatif akım devresinde akım ve voltaj aynı frekansa sahiptir ve döngü şekli benzerdir dalgalardır. Voltaj dalgası sinüs dalgası ise akım dalgası da sinüs dalgasıdır.

Bir doğru akım devresinde akım, uygulanan voltaj ve devre direnci ile OHM kanunda formüle edildiği şekliyle doğrudan etkilendir. Akım voltaj ile doğru orantılı, direnç ile ters orantılıdır.

Akım ve voltajın aynı anda tepe değerlerine ulaşacağı akımın yalnız voltaj ve direncden etkilendiği çok az sayıda alternatif akım devresi vardır. Bu tip devreler **aynı fazda** ve devre de **dirençli** olarak adlandırılır.

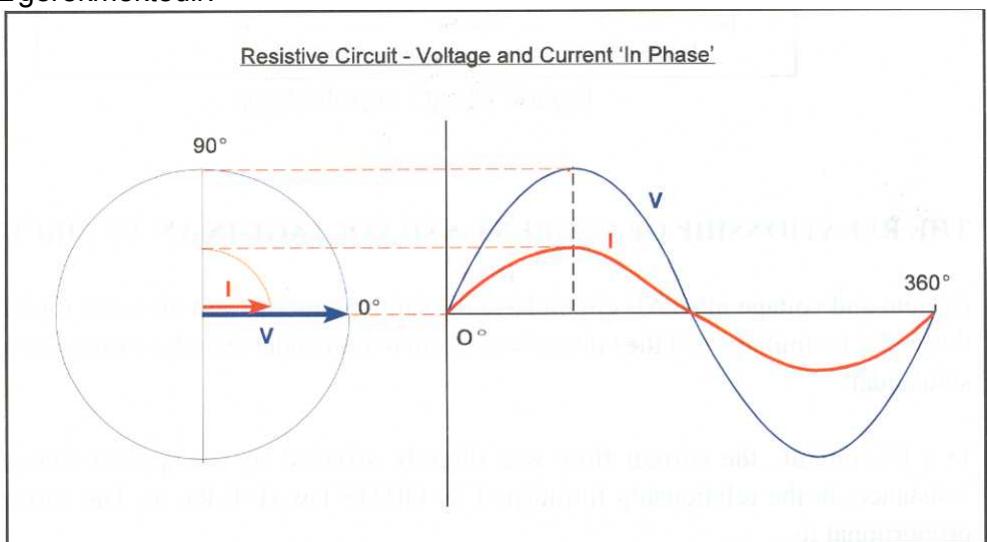
Çoğu devrede devamlı olarak değişen voltaj ve akımdan değerlerinden dolayı akım, akım ve voltajın aynı fazda olmayacağı şekilde indüktansın manyetik ve kapasitansın elektrostatik etkilerinden etkilendir. Buna göre, aynı frekansta olmalarına rağmen, voltaj ve akım aynı anda sıfır değerine ulaşmazlar. Dalga üzerinde birbirlerine denk gelen noktalar arasındaki farka **faz farkı** yada **faz açısı** denir. İndüktif ve kapasitif devreler daha sonraki konularda açıklanacaktır.

1.5 ALTERNATİF AKİMLARDA DİRENÇ

Bir alternatif akım düşünüldüğünde bir saf direncden bahsetmek olası değildir. Tüm dirençler, bir tel parçası bile, direncinin yanında bir indüktansa da sahiptirler. Ancak bu bölümde alternatif akım teorisini açıklarken sadece direnç, sadece indüktans ve sadece kapasitansın olduğu ayrı ayrı devreler yapılabileceğini varsayılmamız gerekmektedir.

Dirençli devrelerde sadece direnç olduğunu varsaya-cağız.

Sadece direnç olan devrelere alternatif akım uygulandığında oluşan voltaj ve akım dalga şekilleri birer sinüs dalgasıdır. Şekil: 1.6'da gösterildiği gibi her iki dalga aynı fazdadır ve doğru akımda olduğu gibi Ohm kanunu geçerlidir. Hatırlanacağı gibi kullanılacak değerler ortalama karekök değerleri olacaktır.



Şekil: 1.6

1.6 ALTERNATİF AKİMLARDA İNDÜKTANS

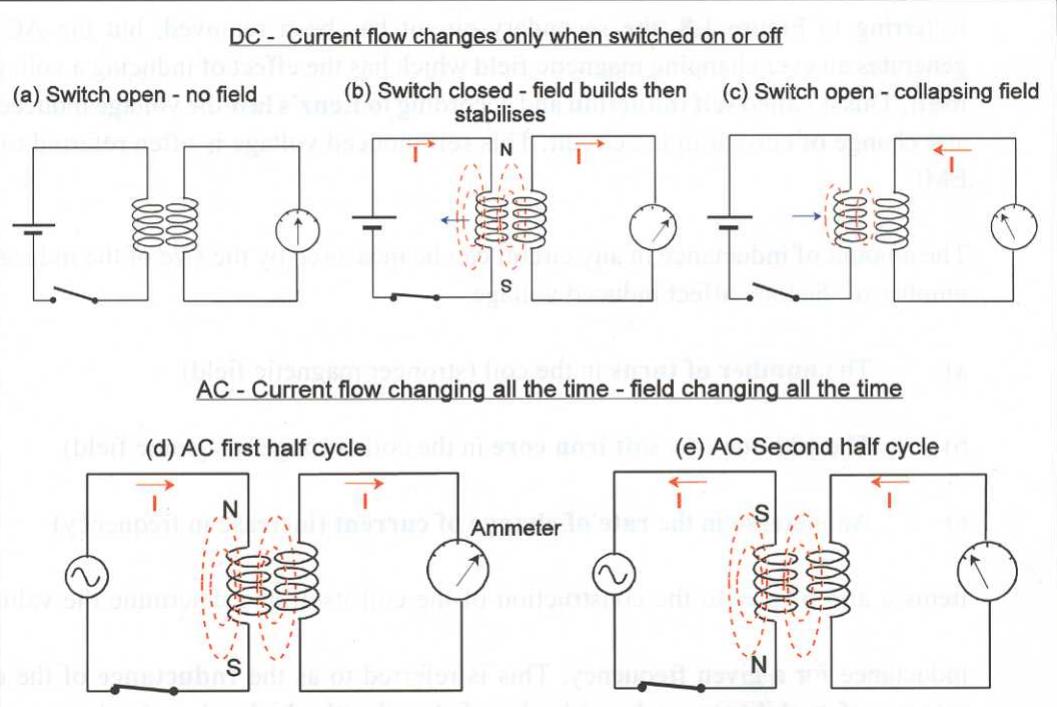
Bölüm 1.2'de de anlatıldığı gibi basit bir jeneratörde bir iletkenin içinden geçen manyetik alan, iletken manyetik alanın içinde döndürüldüğünde değişikçe, iletkende bir voltaj **indüklenmiş** olur. Değişik tipte bir jeneratör ise sabit bir iletken ve dönen bir manyetik alan kullanır. Her ikisi de iletkenin yada alanın fiziksel hareketine dayanmaktadır.

Bir bobinin yarattığı manyetik akı fiziksel hareket olmadan, içinden geçen akım değişikçe değişir, bu şekilde bobine göre olan manyetik alan değişir. Şekil 1.7'de voltajların bu şekilde nasıl induklenebildiği gösterilmektedir.

Şekil: 1.7a'da içinde bir bobin olan, bir anahtarla kontrol edilen bir doğru akım devresi görülmektedir. Bu ana devredir ve bir akım olmadan bir manyetik alan oluşmaz. Ana devrenin yanında bobinin ve ampermertenin olduğu bir **ikincil devre** bulunmaktadır. Ana devrede hiç bir akım olmayacağından hiçbir aktivite görülmeyecektir.

**Şekil: 1.7**

Şekil: 1.7b'de anahtar kapanmış ve bobinden akım geçmesi sonucunda akım şiddetinin artmasıyla artan bir manyetik alan oluşacaktır. Bu manyetik alan artarken ikincil devredeki bobin ile kesişecektir ve ampermetredeki gösterge ile görülebilecek bir voltaj ve akım indüklenmesini sağlayacaktır. Akım en yüksek



değerinde sabit durumdayken manyetik alanda da bir değişim olmayacağı ve bu nedenle bir voltaj indüklenmeyecektir. Bu yüzden devredeki ampermetre anahtar kapandığı anda sert bir şekilde hareket edecek ve manyetik alan sabit duruma geldiğinde sıfıra dönecektir.

Şekil 17.c'de anahtarın açılmasından dolayı manyetik alanın akımın kesilmesinden dolayı bir anda düşecek ve ikincil devrede bir voltaj oluşmayacaktır. Ampermetredeki gösterge sert bir şekilde diğer yöne doğru hareket edecektir.

Şekil 17.d ve e devamlı değişen bir alternatif akımının olduğu ve bu sayede de devamlı değişen bir manyetik alanın ve şiddeti alternatif akımın şiddetine bağlı olarak devamlı olarak indüklenen bir voltajın olduğu bir devreyi göstermektedir. Bu, ampermetre iğnesinin devamlı sağa ve sola hareketiyle görülebilir. En yüksek voltaj, akımın değişiminin en fazla olduğu anda, akımın yönü değiştirken, olur. Bu olaya **karşılıklı indüklenme** denir ve transformatörlerin temel çalışma prensibidir. Indüklenen voltajın büyüklüğü kaynak frekansına bağlı olan manyetik alandaki değişimin miktarına bağlıdır.

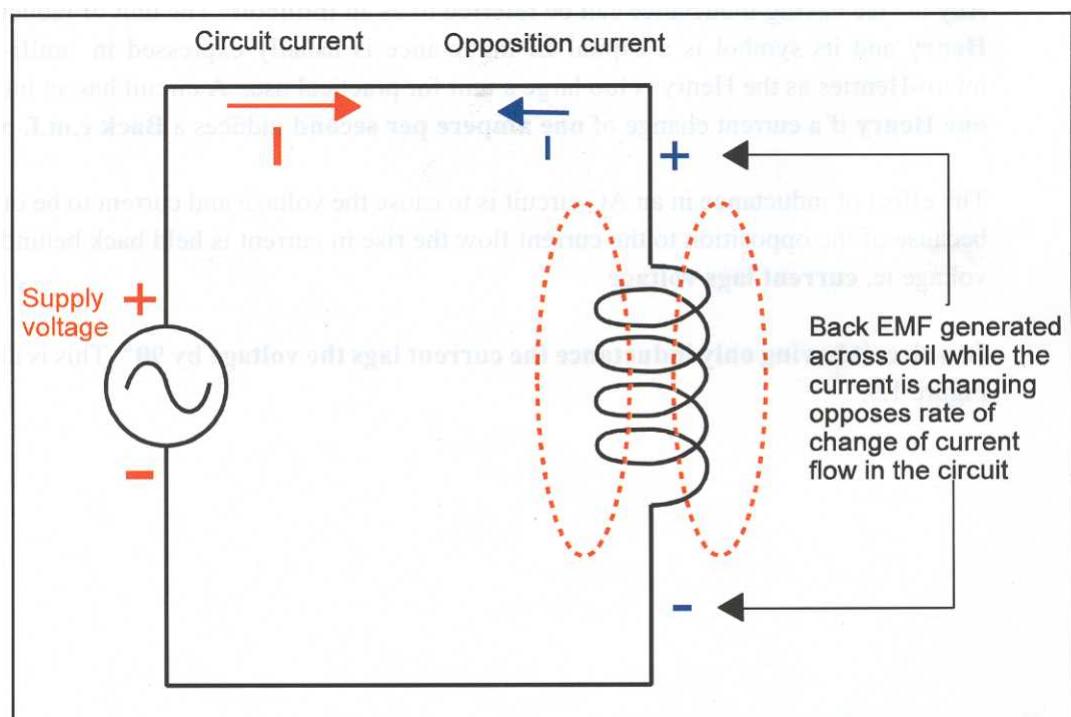
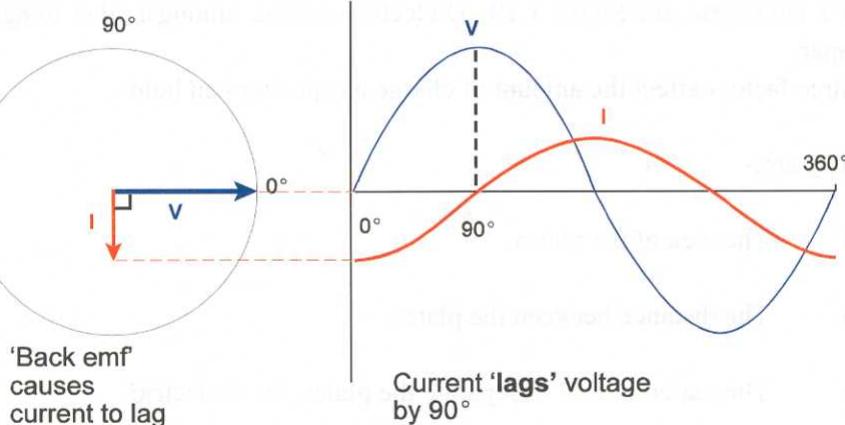
Şekil 1.8'e dikkat edildiğinde ikincil devrenin kaldırıldığı görülür ancak alternatif akım kaynağı hala devamlı olarak değişen bir manyetik alan yaratmaktadır ki bunun sonucunda da bobinin kendisinde bir voltaj indüklenmektedir. Bu olaya Lenz kanunun belirttiği, devrede indüklenen voltaj akım değişimine karşı koyacak şekildedir, kuralına uygun bir şekilde **kendi kendini indükleme** denir. Bu şekilde oluşan voltaja genellikle ters EMF denir.

Herhangi bir devredeki induktans indüklenen voltajın büyüklüğü ile ölçülebilir. Indüklenen voltajı birkaç faktör etkiler.

- Bobindeki döngü sayısı (daha kuvvetli manyetik alan)
- Bobine yumuşak demir eklenmesi (daha kuvvetli manyetik alan)
- Akım değişim hızında artış (frekansın artması)

**Şekil: 1.8**

(a) ve (b) maddeleri bobinin yapımı ile ilgilidir ve belirli bir frekans için kendi kendini indükleme miktarını belirler. Buna bobinin **indüktansı** denir ve ters EMF yaratma potansiyelinin bir ölçüsüdür. Aynı frekanstaki kaynak için yüksek indüktansı olan bobin düşük indüktansı olan bobine göre daha fazla ters EMF yaratacaktır. Bir indüktansı olan herhangi bir cihaza **indüktör** denir.

**Pure Inductive Circuit - Voltage and Current 'Out of Phase'**

İndüktans **Henry** cinsinde ölçülür ve simbolü **L** dir. İndüktans, pratik kullanım için Henry çok büyük bir değer olduğundan mili-Henry yada micro-Henry olarak ifade edilir.

Saniyede bir amper değişim sonucu 1 voltluk bir ters EMF oluşan devrenin indüktansı bir Henry dir.

İndüktansın bir alternatif akım devresi üzerindeki etkisi voltaj ve akım arasında faz farkı oluşturmasıdır. Akıma karşı olan engellemeden dolayı akım voltajın gerisinde kalır.

Sadece indüktansın olduğu bir devrede akım voltajın 90° gerisinde kalır. **Şekil 1.9.**

Şekil: 1.9

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/13
---	--	---	--

1.7 İNDÜKTİF TEPKİ

Devrede akıma olan karşı koymaya **indüktif tepki** adı verilir.

Direnç yerine tepki denmesinin sebebi, indüktansın etkilerinin hem kaynak frekansına hem de indüktansın değerine bağlı olmasıdır.

İndüktif tepki **Ohm** cinsinden ölçülür ve X_L simbolü ile ölçülür.

İndüktif tepkinin ölçülebilmesi için aşağıdaki formül kullanılır:

$$X_L = 2\pi f L$$

Burada, sabit, f frekans ve L de indüktansı göstermektedir.

Bu formülden de anlaşılacağı gibi frekans arttıkça indüktif tepkinin de değeri artar ve buna bağlı olarak devredeki akım azalır. Daha önemlisi, devre frekansı azaldıkça, indüktif tepki ve devredeki akım düşer.

1.8 ALTERNATİF AKIM DEVRELERİİNDE KAPASİTANS

Kapasitans, bir devrenin elektrik yükü depolayabilme kapasitesidir. Devreye kapasitans ilave edecek cihazlara kapasitor adı verilir. Kapasitör, arasına dielektrik konmuş iki paralel plakadan oluşur. (Şekil 1.10). Dielektrikler, hava, mika veya mumlu kağıttan veya diğer malzemelerden oluşabilir.

Bir kapasitörün tutabileceği yük miktarı üç faktöre bağlıdır.

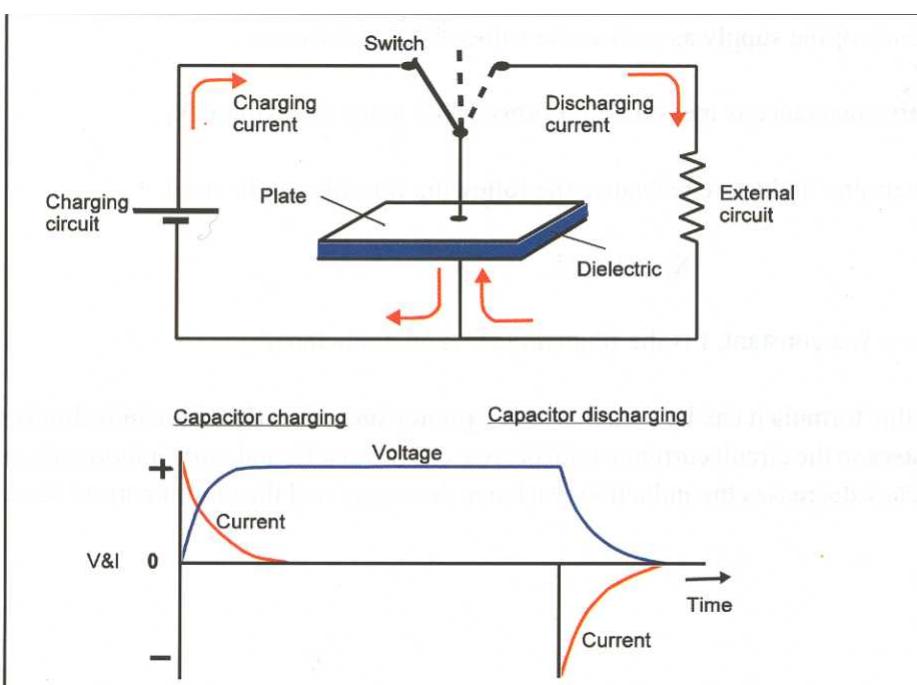
- a) Plakaların alanları,
- b) Plakalar arasındaki mesafe,
- c) Plakaları ayırmak için kullanılan malzeme, dielektrik.

Bir kapasitör, tıpkı bir hidrolik akümülatörün basınçlı sıvayı muhafaza etmesi gibi, yükü muhafaza eder. Ancak önce yüklenmesi gerekmektedir.

Şekil: 1.10'daki gibi bir baryataya bağlandığında, elektronlar pozitif terminale bağlanmış plakadan çıkararak negatif terminale bağlanmış plakaya hareket eder.

Standart akım yönü pozitiften negatif'e doğrudur. Bu olay plakalar doymuş hale gelip akımın daha fazla olamayacağı zamana kadar devam eder.

Şekil: 1.10



Plakalar arası olan potansiyel

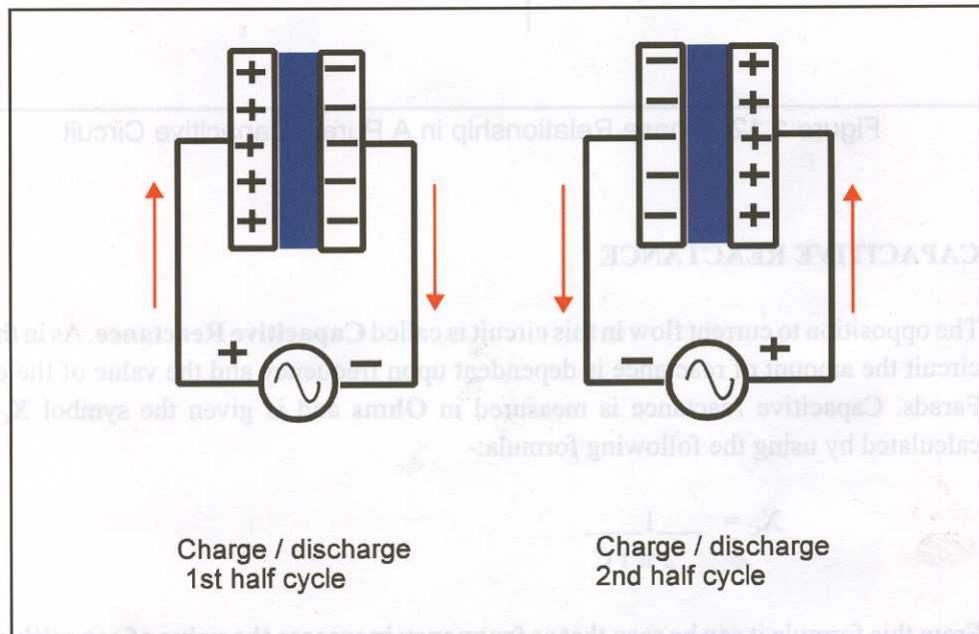
fark en üst seviyededir ve kapasitör tam olarak yüklü durumda voltajı batarya voltajı ile eşit seviyededir. Anahtar orta noktaya getirildiğinde, şarj edici devre kapasitörden ayrıılır ve kapasitör yükünü akümülatördekine benzer şekilde korur. (Pratikte kapasitörün zamanla deşarj olmasına yol açacak bir kaçak olacaktır).

Anahtar, kapasitörün bir harici devreye bağlanmasıını sağlayacak konuma getirildiğinde kapasitör, plakalar arasındaki potansiyel fark sıfıra inene kadar deşarj olacaktır. Kapasitör şarj olduğu yönün tersi yönde deşarj olacaktır buna bağlı olarak da elektronlar dielektrik üzerinden plakalar üzerinde hareket etmezler.



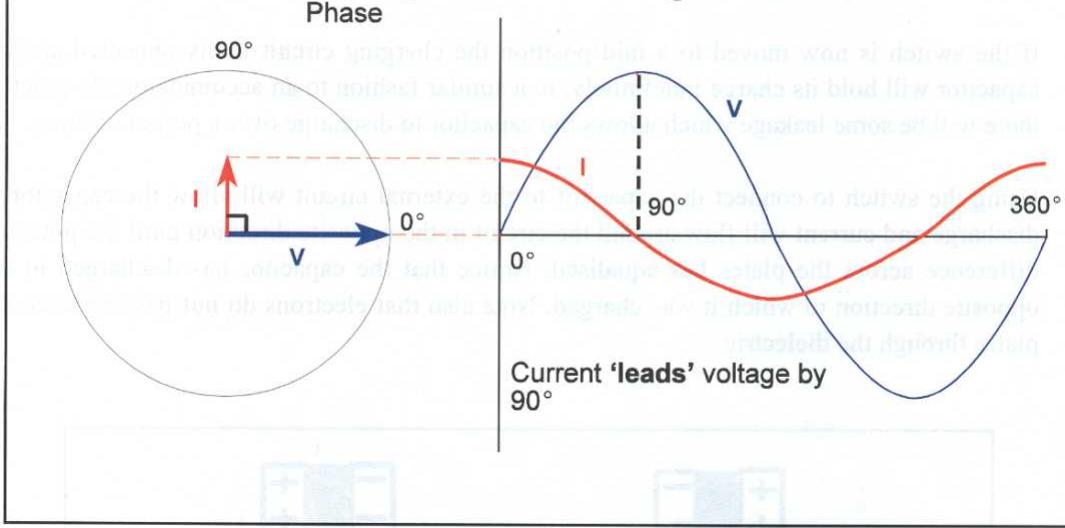
Şekil: 1.11

Kapasitör, şekil: 1.11'de görüldüğü gibi bir alternatif akıma bağlandığında, akım ve voltaj sürekli yönünü ve polaritesini değiştireceğinden, sürekli olarak şarj ve deşarj olacaktır. Voltaj düştükçe kapasitör deşarj olarak akımı devreye ters yönde geri verir ve voltajı düşer. Bu olay voltaj ve akım arasında bir faz farkı oluşmasına neden olur. Saf kapasitif bir devrede şekil: 1.12'de de görülebileceği gibi akım voltajın 90^0 ilerisinde olacaktır.



Şekil 1.12

Pure Capacitive Circuit - Voltage and Current Out of Phase



Kapasitans Farad cinsinden ölçülür ve kapasitöre **C** simboli verilmiştir. Bir amperlik bir akımın 1 saniyede kapasitör plakaları arasında 1 voltluks bir potansiyel fark yarattığı kapasitöre 1 Farad'lık kapasitör denir.

Değerler pratik kullanım için çok büyük olduğundan micro-Farad veya pico-Farad kullanımı daha yaygındır.



1.9 KAPASİTİF TEPKİ

Bu devrede akıma karşı gelmeye **kapasitif tepki** adı verilir. İndüktif devrede olduğu gibi tepkinin miktarı frekansa ve kapasitörün Farad cinsinden değerine bağlıdır. Kapasitif tepki Ohm cinsinden ölçülür ve X_C simbolü ile gösterilir. Aşağıdaki formül kullanılarak da hesaplanabilir.

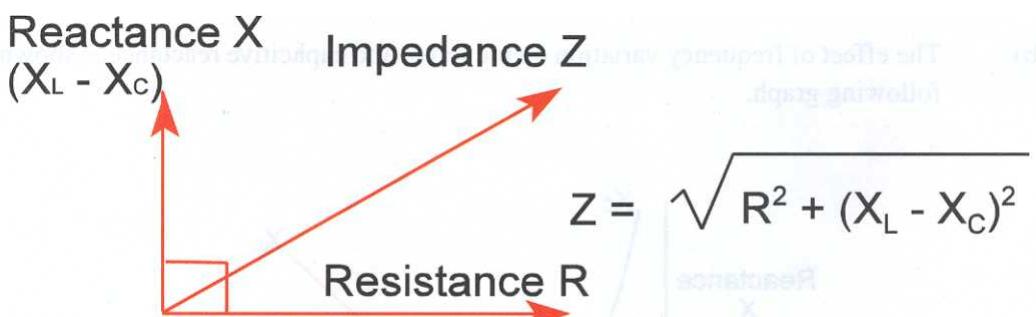
$$X_C = \frac{1}{(2 \cdot \rho \cdot f \cdot C)}$$

formülden de görülebileceği gibi frekans arttıkça kapasitif tepkinin değeri azalmakta ve buna bağlı olarak da devredeki akım artmaktadır. Tersi düşünüldüğünde de frekans azaldıkça kapasitif tepki artacak, devredeki akım azalacaktır.

1.10 İMPEDANS

Bir alternatif akım devresinde akıma toplam karşı gelme direnç, indüktif tepki ve kapasitif tepkinin birleşimi olacaktır. Her devrede voltaj ve akım arasında farklı bir faz farkı ilişkisi olduğundan bu birleşim basit toplam şeklinde olmayacağından.

İndüktif tepkinin, kapasitif tepkinin tam tersi bir etki oluşturduğu düşünülebilir zira bir devrede voltajın 90° gerisinde diğerinde 90° ilerisindedir. Bu durumda bunlar arasında 180° bir fark vardır ve toplam tepki bu ikisinin birbirinden çıkartılmasıyla bulunur. Empedans direnç ile toplam tepkinin vektör toplamı şeklinde olacaktır ve devredeki toplam direnci gösterecek, Ohm ile ölçülecek ve Z simbolü ile gösterilecektir.



Şekil olarak bu, bir Empedans üçgeni içinde vektör olarak gösterilebilir. Buradan da görülebileceği gibi direnç ve tepki birbirlerine 90° faz farkındadır.

Matematiksel olarak bu ikisinin vektör toplamı Pythagoras Teoremi ile ifade edilebilir.

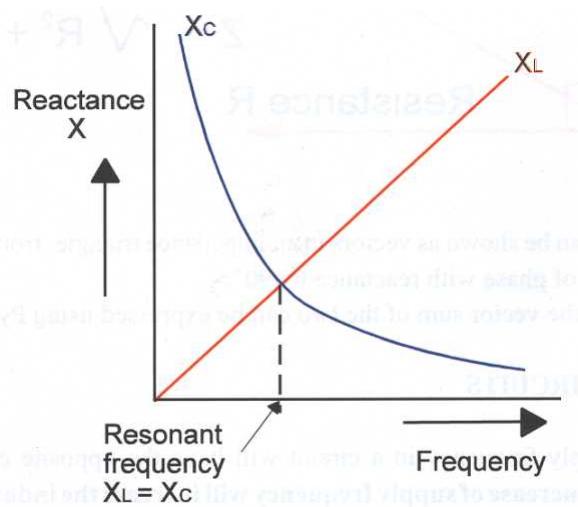
1.11 REZONANS DEVRELERİ

Bir devredeki kaynağın frekansındaki değişimin, kapasitans ve indüktans üzerinde tam ters etkisi vardır. **Kaynağın frekansındaki artış indüktif direnci (X_L) arttıracak ve kapasitif direnci (X_C) azaltacaktır.** X_L 'in artması devredeki akımın azalmasına ve X_C 'deki azalma akımın artmasına sebep olacaktır.

İndüktif tepkinin ve kapasitif tepkinin kaynak frekansına karşı gösterdikleri bu ters tepki, her ikisinin birbirine eşit olacağı bir kaynak frekansı değeri olacağını göstermektedir.

Kapasitif tepki ve indüktif tepkinin birbirlerine eşit olduğu devrelere rezonans devreleri denir.

Bir kapasitör ve indüktans birbirlerine seri olarak bağlandıklarında, rezonans frekansında devredeki akım en yüksek değerine ulaşacaktır. Buna karşın indüktans ve kapasitans birbirlerine paralel bağlandıklarında, rezonans frekansında devredeki akım en düşük seviyede olacaktır.





BÖLÜMÜN ÖZETİ

- Voltaj ve akım arasındaki faz ilişkisi aşağıdaki gibidir:
- C** Kapasitif bir devrede, **I** akım Voltajın önünde, **L** induktif devrede Voltaj **I** akımının önünde.
- Frekanstaki değişimlerin induktif ve kapasitif tepki üzerindeki etkisi aşağıdaki şekildeki gibidir.

1.12 ALTERNATİF AKIM DEVRELERİNDEN GÜC

Bir alternatif akım devresinde absorbe edilen güç, Ohm kanununa göre voltaj ile akımın çarpımıdır. Ancak, tepkili devrelerdeki akım voltaj arasındaki faz farkında oluşan değişimler sonucunda absorbe edilen güç verilen güçle aynı olmayabilir.

Yine dirençli, induktif ve kapasitif devreler ayrı ayrı incelenmeli ve üçünün birleştirildiği bir pratik devre düşünülmelidir.

1.13 SADECE DİRENÇ OLAN DEVRELERDE GÜC

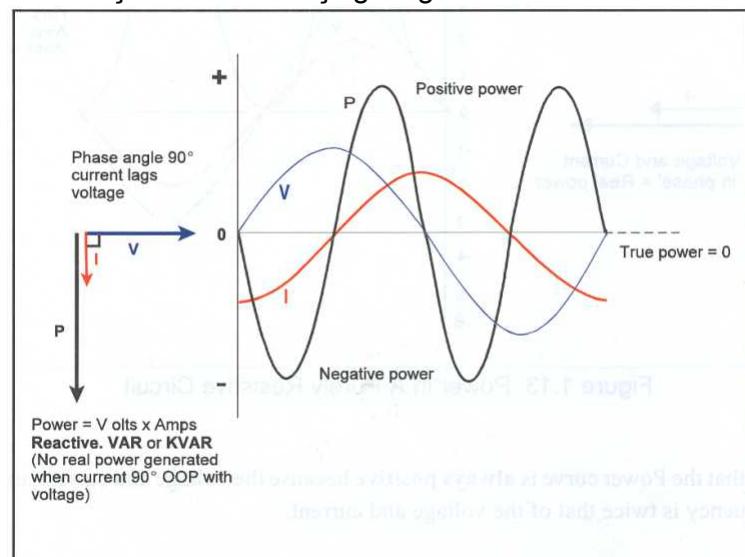
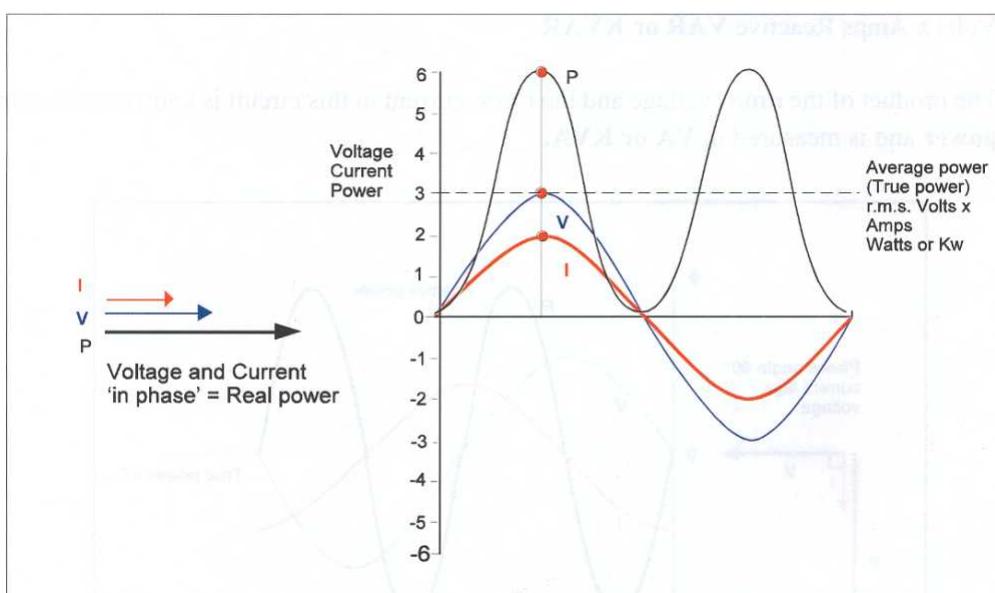
Sadece dirençli bir devredeki güç, tam bir döngü için anlık güç değerlerinin ortalamasıdır. Anlık güç, anlık akım ve voltaj değerlerinin çarpılması ile bulunacaktır. Bu işlem tam bir döngü için uygulanırsa şekil: 1.13'de görülen güç eğrisi ortaya çıkacaktır.

Şekil: 1.13

Fark edileceği gibi güç, voltaj ve akımın aynı fazda olmasından dolayı her zaman pozitiftir.

Bu pozitif güç, **Gerçek Güç** olarak bilinir ve değeri akımın ve voltajın ortalama karekök değerlerinin çarpılması ile bulunur. **Watt** yada **Kilowatt** cinsinden ölçülür.

Tam bir döngüdeki ortalama güç, güç eğrisinin ortalama değeridir ve en yüksek ve en düşük değerler arasına çizilebilecek bir çizgi ile gösterilebilir.



1.14 SADECE İNDÜKTANS OLAN DEVREDE GÜC

Şekil: 1.14, akımın voltajın 90° gerisinde olduğu sadece induktansa sahip bir devreyi göstermektedir. Görülebileceği gibi anlık akım ve direnç değerlerinin çarpılmasıyla güç için bir dalga elde edilebilir.

Şekil: 1.14

Bu güç dalgasının ekseni voltaj ve akımını ile aynıdır fakat frekansı iki kat fazladır. Tüm dalgaların eksenleri aynı ise pozitif güç negatif güç eşit olacaktır. Pozitif döngü, manyetik alan üretmek üzere devreye verilen gücü, negatif döngü ise ters EMF üretmek



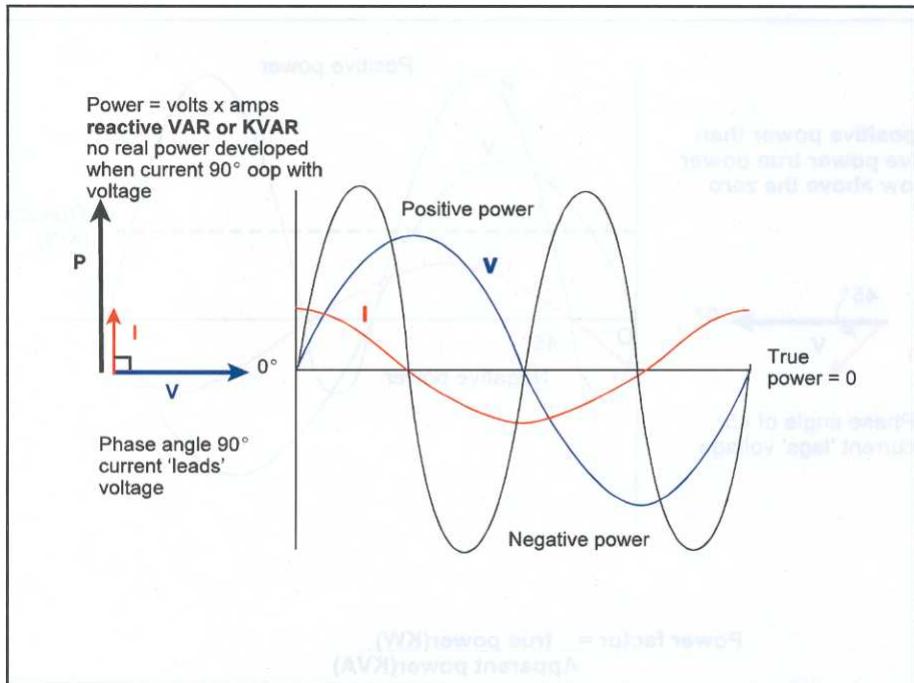
amacıyla devre tarafından geri verilen gücün temsil eder.

Buna göre, sadece indüktansa sahip bir devrede gerçek güç sıfırdır ve sadece indüktif tepkiyi yemek için gerekli olan güç absorbe edilir. Buna **tepkisel güç** denir ve voltaj ile 90° fazlık geride olan akım ile çarpılması sonucu bulunur. Volt \times tepkisel amper **VAR veya KVAR** olarak ölçülür.

1.15 SADECE KAPASİTANS OLAN DEVREDE GÜC

Sadece kapasitans olan devreler sadece indüktans olan devrelerle benzeşirler. Akım ile voltaj arasında yine bir faz farkı vardır fakat bu sefer akım daha öndedir. Pozitif güç ile negatif güç yine aynıdır ve absorbe edilen gerçek güç yine sıfırdır. Absorbe edilen güç sadece kapasitif tepkiyi yemeye yetecek kadardır. Voltaj ve akım 90° faz farkındayken gerekli olan güç sadece tepkisel güçtür. (VAR veya KVAR). Daha önceki gibi ortalama karekök voltaj ile ortalama karekök akımın çarpımı görünen güçtür. (VA veya KVA)

Şekil: 1.15



1.16 PRATİK ALTERNATİF AKIM DEVRELERİNDE GÜC

Pratikte alternatif akım devrelerinin tümünde direnç ve indüktans olacaktır ve bunların her birinin büyülüğu devrenin imaline bağlı olacaktır. Kapasitörün bağlı olduğu durumlarda alternatif akım devresinde kapasitans da olacaktır.

Güçün hesaplanması, dolayısıyla, devredeki direncin indüktans veya kapasitansa oranı ile hesaplanır. (Hatırlanmalıdır ki indüktansın kapasitansa ters etkisi vardır ve bir devrede her ikisi de mevcut ise birinin etkisi diğerinin etkisini, hangisinin daha baskın olduğuna göre devreyi daha indüktif veya kapasitif yapacak şekilde, yok eder. Direnç her zaman mevcut olacaktır.)

Şekil: 1.16 eşit direnç ve indüktansa sahip bir devreyi göstermektedir. Dikkat edileceği gibi faz açısı 45° ve negatif güç ile pozitif güç miktarları eşit değildir.

Güç eğrisini iki eşit alana ayıran çizgi, devrede harcanan ortalama gücü gösterecektir. Hem direnci hem de indüktansı olan devredeki ortalama güç devrede harcanan gerçek gücün göreli olarak gösterir.

Görünen güç (KVA) ortalama karekök voltajı ile akımın çarpımı, tepkisel güç (KVA) ise indüktif tepkiyi yenebilecek büyülükteki güçtür.

1.17 GÜC FAKTÖRÜ

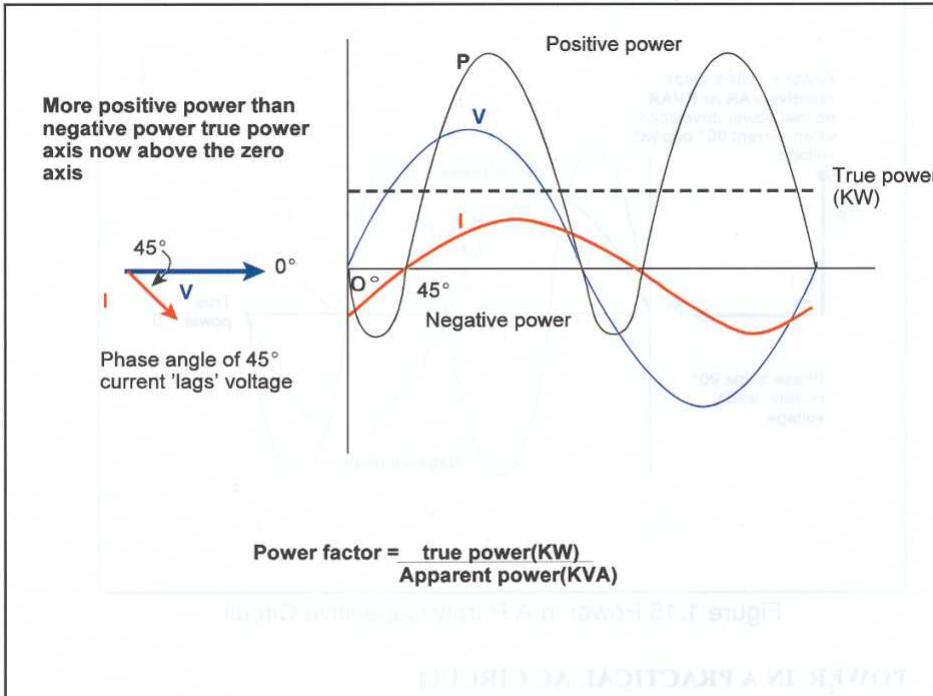
Görünen güç ile gerçek güç arasında çok belirgin bir ilişki vardır. Her ikisinin değeri de direncin indüktansı olan oranına, dolayısıyla faz açısına, değişikçe değişir.

Faz açısı büyükçe görünen güç, gerçek güçle oranla daha büyük olacaktır. Bu ilişkiye güç faktörü denir ve **gerçek güç ile görünen güç arasındaki oranla** hesaplanabilir.

$$\frac{\text{GERÇEK GÜC}}{\text{GÖRÜNEN GÜC}} = \text{GÜC FAKTÖRÜ} \quad (\text{P.F.})$$

Sadece indüktans yada kapasitans olan bir devrede gerçek güç sıfır olacak ve faz açısı 90° olacaktır. Buna bağlı olarak da güç faktörü yukarıdaki formülden anlaşılabilen gibi en düşük değeri olan sıfır değerinde olacaktır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 13/13
---	--	---	---



Şekil: 1.16

Faz açısının azaltılması gerçek gücü, dolayısıyla da güç faktörünü artıracaktır. Sadece direnç olan bir devrede faz açısı sıfır olacak ve gerçek güç görünen güçe eşit olacak ve bunun sonucunda da güç faktörü en yüksek değeri olan 1 değerinde olacaktır.

Güç faktörü **faz açısının kosinüsü** olarak da hesaplanabilir.

Her iyi pilotun bilmesi gereği gibi $\cos 0^\circ = 1$, $\cos 90^\circ = 0$

1.18 GÜC FAKTÖRÜNÜN ÖZETİ

Aşağıda güç faktörü ile ilgili bilgiler özetlenmiştir.

- a) Görünen güç = bir yarımdöngüde ortalama karekök voltaj ve akımın çarpılması.
- b) Görünen güç teorik güç olarak da adlandırılabilir. Vas veya Kvas cinsinden ölçülür.
- c) Gerçek güç = Görünen güç, voltaj ve akımın aynı fazda olduğu durumlarda doğrudur.
- d) Gerçek güç = 0, voltaj ve akımın 90° faz farkında olduğu durumlarda doğrudur.
- e) Gerçek güç, etkin yada devrede harcanan çalışma gücü olarak da adlandırılabilir.
- f) Gerçek güç Watt yada Kilowatt cinsinden ölçülür.
- g) Gerçek güç = voltaj x akım x güç faktörü
- h) Tepkisel güç KVAR cinsinden ölçülür.

$$\text{i)} \frac{\text{GERÇEK GÜÇ}}{\text{GÖRÜNEN GÜÇ}} = \text{GÜC FAKTÖRÜ} \quad (\text{P.F.})$$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/17
---	--	---	--

BÖLÜM 2

ALTERNATÖRLER

İÇİNDEKİLER

- 2.1 UÇAK GÜC KAYNAKLARINA GİRİŞ
- 2.2 JENERATÖRLER/ALTERNATÖRLER
- 2.3 DÖNEN ARMATÜRLÜ ALTERNATÖR
- 2.4 DÖNEN MANYETİK ALANLI ALTERNATÖR
- 2.5 ALTERNATÖR ÇIKIŞ DERECESİ
- 2.6 TEK FAZLI ALTERNATÖR
- 2.7 COK FAZLI DEVRELER
- 2.8 ÜÇ FAZLI ALTERNATÖR BAĞLANTILARI
- 2.9 DÖRT TELLİ YILDIZ BAĞLANTISI
- 2.10 ÜÇGEN BAĞLANTILI ALTERNATÖRLER
- 2.11 PRATİK ALTERNATİF AKIM JENERATÖRLERİ
- 2.12 FIRÇALI ALTERNATÖRLER
- 2.13 FIRÇASIZ ALTERNATÖRLER
- 2.14 VAHŞI FREKANSLI ALTERNATÖRLER
- 2.15 VAHŞI FREKANSLI BİR SİSTEMLDEN SABİT FREKANSLI BİR KAYNAK ELDE EDİLMESİ
- 2.16 SABİT FREKANSLI ALTERNATÖRLER
- 2.17 SABİT HIZDA JENERATÖR ÇALIŞTIRAN SİSTEMLER
- 2.18 KOKPİTTEKİ C.S.D.U HATA İNDİKATÖRLERİ
- 2.19 ÇALIŞTIRICI BAĞLANTI KESME ÜNİTELERİ
- 2.20 DEĞİŞKEN HIZLI SABİT FREKANSLI GÜC SİSTEMLERİ
- 2.21 KENDİ KENDİNİ HAREKETE GEÇİREN JENERATÖRLER
- 2.22 SABİT FREKANSLI ALTERNATÖRLERİN GÜC PAYLAŞIMI YADA PARALELLENMES
- 2.23 GERÇEK GÜC
- 2.24 REAKTİF GÜC
- 2.25 PARALEL BAĞLAMA
- 2.26 PARALEL BAĞLAMADAN ÖNCЕ
- 2.27 PARALELLENMİŞ BİR SİSTEMİN DÜZENİ
- 2.28 GERÇEK YÜK PAYLAŞIMI
- 2.29 REAKTİF YÜK PAYLAŞIMI
- 2.30 GENEL OLARAK YÜK PAYLAŞIMI
- 2.31 ALTERNATÖR SOĞUTMA
- 2.32 JENERATÖR HATA ÖNLEME
- 2.33 DAĞITIM SİSTEMİ BAĞLANTI KESİCİLERİ
- 2.34 AYIRT EDİCİ DEVRELER
- 2.35 AYRIK HATA ÖNLEME
- 2.36 SENKRONİZE EDİCİ ÜNİTELER
- 2.37 JENERATÖR HATASI UYARI IŞIĞI
- 2.38 YÜK ÖLÇME ARAÇLARI
- 2.39 VOLTAJ FREKANS ÖLÇME
- 2.40 JENERATÖR KONTROL ÜNİTESİ
- 2.41 ACİL DURUMDA KAYNAKLAR
- 2.42 SIKIŞTIRILMIŞ HAVA TRİBÜNU
- 2.43 YEDEK GÜC ÜNİTESİ
- 2.44 STATİK İNVERTER
- 2.45 YEDEK SABİT FREKANSLI GÜC KAYNAĞI SİSTEMİ
- 2.46 TİPİK KONTROLLER VE GöSTERGELER

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/17
---	--	---	--

2.1 UÇAK GÜC KAYNAKLARINA GİRİŞ

Yolcu uçaklarının boyutları büyündükçe daha büyük elektrikli cihazları çalışıtmak için gerekli güç ihtiyacı da artmış, bunun sonucu olarak da çoğu ticari uçak alternatif akım dağıtım üniteleri kullanmaktadır.

Sabit frekanslı uçaklar için oluşmuş endüstriyel standart: **115/200V AC, 3 faz, 400 Hz**.

Doğru akıma olan ihtiyaç ise alternatif akımı **28V doğru akıma** transformatör redresör üniteleri (TRU) vasıtasiyla çevrilerek karşılanmaktadır, acil kullanımlar için ise batarya hazır bulundurulmaktadır.

Dağıtım sistemi, doğru akım sistemlerinde bulunan ayrı hiyerarşide sahip akım dağıtma sistemlerindekine benzer, sistemin bir arıza anında en az sayıda elektriksel servisin kullanım dışı kalmasına önem verilecek şekilde çalışır.

Doğru akım sistemlerinde olduğu gibi alternatif akım jeneratörleri de tasarımcılar ihtiyaç duyukları takdirde paralel olarak çalıştırılabilirler.

Bu bölüm farklı tipteki alternatif akım jeneratörlerini, çalışmalarını, korunması ve kontrolünü ve bazı tipik uçak alternatif akım sistemlerini açıklayacaktır.

2.2 JENERATÖRLER/ALTERNATÖRLER

Doğru akım jeneratörlerinde dönen kısım her zaman armatürdür. Alternatif akım jeneratörlerinde ise durum her zaman bu şekilde değildir.

Alternatif akım jeneratörlerinin diğer bir ismi **alternatördür**. İki tipte alternatör vardır:

- a) **Dönen armatür**
- b) **Dönen manyetik alan**

2.3 DÖNEN ARMATÜRLÜ ALTERNATÖR

Dönen armatürlü alternatör yapım olarak doğru akım jeneratörüne benzer. Armatür sabit bir manyetik alanda döner. Bu esnada armatür içinde bir e.m.f. induklanmış olur ve doğru akım makinelerindeki komütatörlerin yaptığı doğru akıma çevirme olmadan alternatif akım olarak kayan halkalardan dışarı çıkar.

Dönen armatür sadece düşük çıkışlı alternatörlerde kullanılır ve genellikle alternatif akım sistemlerini beslemek için kullanılmaz.

2.4 DÖNEN MANYETİK ALANLI ALTERNATÖRLER

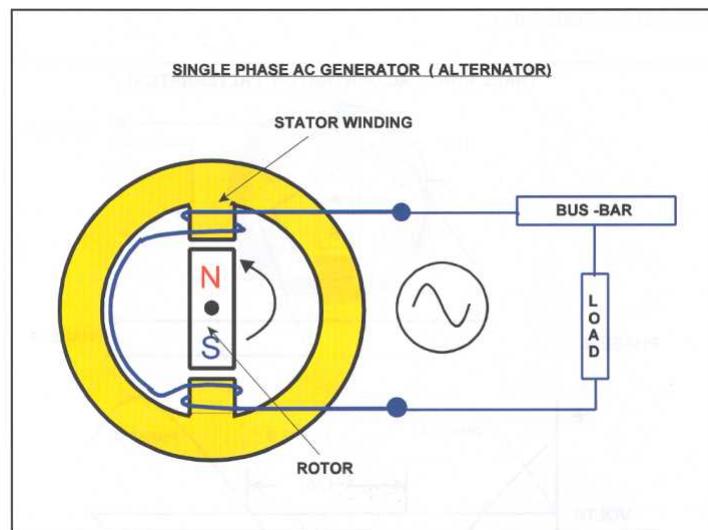
Kullanımda olan çoğu alternatör dönen bir manyetik alan ve sabit bir armatürden oluşacak şekilde dizayn edilmişlerdir. Dönen kısım, rotor, alan sarmallarını taşıır. Bu alan sürekli bir mıknatıs yada ayrı bir kaynaktan alınacak bir doğru akım ile faaliyete geçirilir.

Şekil: 2.1

Alanın rotorda doğru polaritenin korunması için doğru akımla beslenmesi gereklidir.

Dönen alanlı alternatörlerin bir avantajı, alan sarmallarına kayan halkalardan sadece az miktar bir akım verilmesidir.

Cıkış, sabit armatür sarmallarından alınır. Bu sayede fırça dişlerinin yarattığı kavislenme problemi büyük ölçüde azaltılmış olur. Şekil: 2.1 basit bir dönen alanlı alternatörü göstermektedir.





2.5 ALTERNATÖR ÇIKIŞ DERECESİ

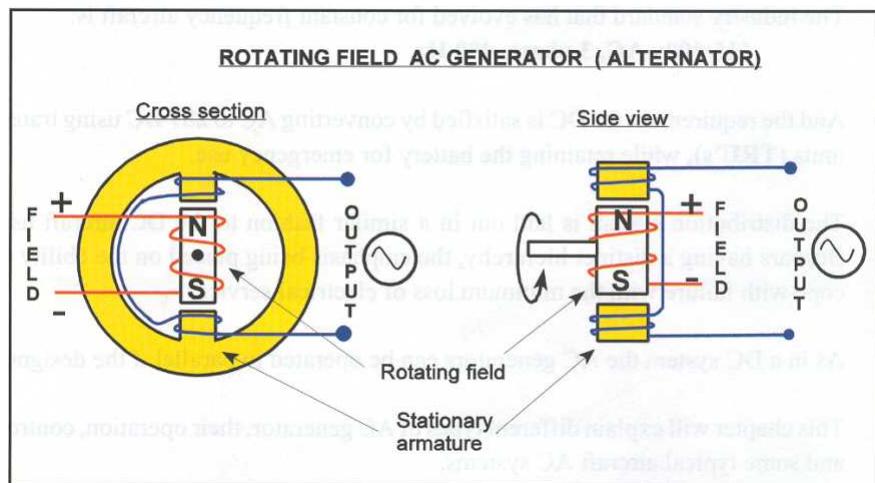
Bir alternatörden elde edilebilecek en yüksek çıkış akımı, armatürün kaldırabileceği ısı kaybı miktarına bağlıdır. Bu güç kaybı iletkenlerin ısınmasına yol açar ve aşırı durumlarda sarmalların iletkenliğinin kaybolmasına yol açabilirler. Alternatörler işte bu armatür akımı ve çıkış voltajlarına göre derecelendirilirler. Buna bağlı olarak her alternatör **VoltAmper (VA)** yada **Kilo VoltAmper (KVA)**, görünen güç, cinsinden derecelendirilirler.

2.6 TEK FAZLI ALTERNATÖR

Tek fazlı bir alternatörde stator sarmalları çıkıştı besleyecek şekilde seri olarak bağlanmışlardır. Stator sarmalları (bobinler) seri-yardımı şeklinde bağlanmışlardır ve böylece bunlarda üretilen induklenmiş voltajlar aynı fazda olurlar. Rotor, ters polaritelere sahip iki kutbu sahiptir. Bu şekil: 2.2'de gösterilmiştir.

Şekil: 2.2

Bu tipte bir makinin çıkışı bir yönde en yüksek değerine ulaşacak, sonra sıfıra düşecek, diğer yönde en yüksek değerine çıkacak ve daha sonra tekrar sıfıra düşecektir.



2.7 ÇOK FAZLI DEVRELER

Çok fazlı alternatörler statora simetrik olarak yerleştirilmiş iki yada daha fazla tek fazlı sarmaldan oluşur. Kaynaktaki faz sayısı ayrı stator sarmallarının sayısı ile belli olur. Bu tip makinelerde üretilen voltaj ve akım aynı frekansa sahip olacak fakat aralarında faz farkı olacaktır.

Voltaj ve akımın birbirlerine denk gelen değerleri eşit derecelerle birbirlerinden ayrılmışlardır. En yaygın çok fazlı alternatör, üç fazlı alternatördür ve bu uçak alternatif akım dağıtım sistemleri için standart olmuştur. Bu şekil 2.3'de gösterilmiştir.

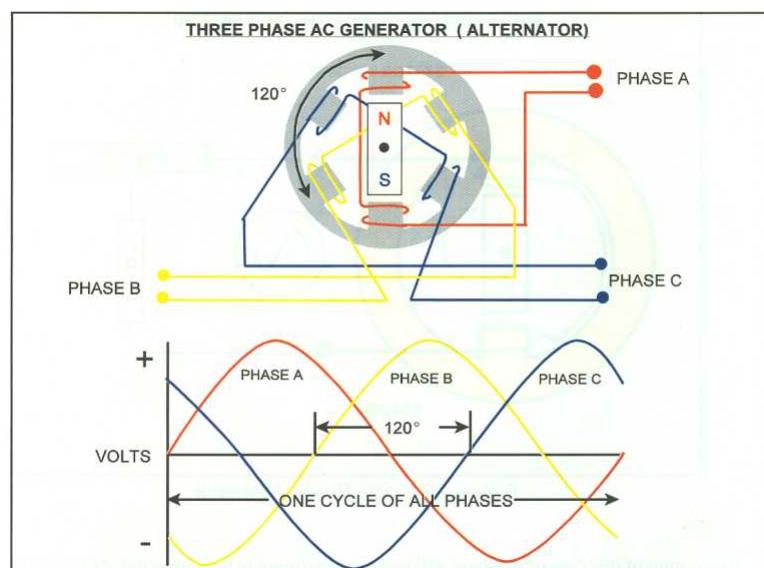
Faz sarmalları mekanik olarak birbirlerine 120° derecede çıkışlarının şekilde gösterildiği gibi elektriksel olarak 120° derecede olacak şekilde A, B, C sıralarında yerleştirilmiştir. Görüleceği gibi, "A" fazı "B" fazından, "B" fazı da "C" fazından daha önce pozitif tepe noktasına ulaşacaktır. Bu ABC faz sırasıdır.

Şekil: 2.3'de gösterilen üç fazlı alternatörün tek fazlı sarmallarında induklenen voltajların en yüksek değerleri birbirlerinden 120° farklı ayrılmışlardır. Bu üç faz birbirlerinden bağımsızdır.

Şekil: 2.3

Üç fazlı sistemin avantajları:

- Güç/ağırlık oranları daha büyütür.
- Paralel olarak çalışmak için daha uygundurlar.





2.8 ÜÇ FAZLI ALTERNATÖR BAĞLANTILARI

Üç fazlı alternatörlerin çıkışları "Yıldız" yada "Üçgen" metodları ile bağlanabilir. Bu bağlantılar şekil: 2.4'de gösterilmiştir.

Şekil: 2.4

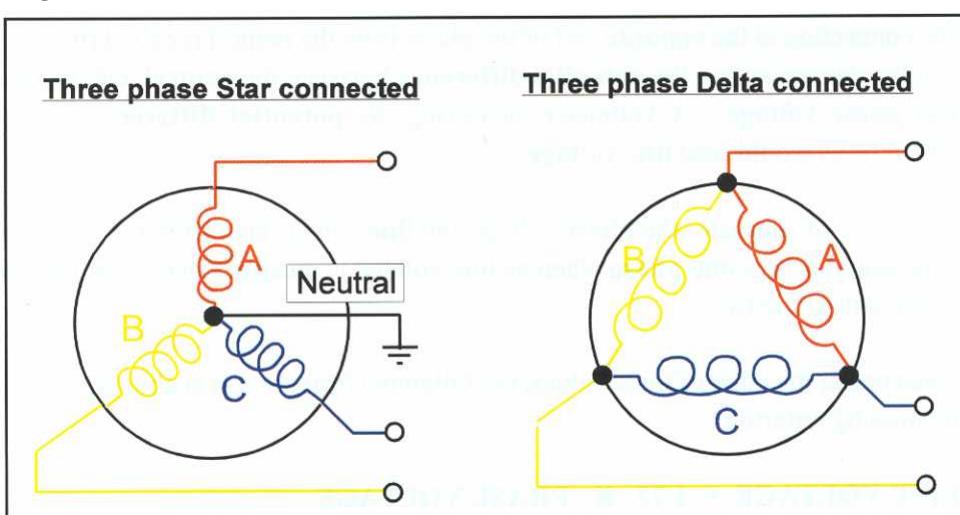
2.9 DÖRT TELLİ YILDIZ BAĞLANTISI

Yıldız bağlı üç fazlı alternatörlerin üç fazı nötr nokta olarak bilinen dördüncü bir bağlantı oluşturacak şekilde bir uca bağlanırlar.

Nötr nokta genellikle topraklanır ve modern uçaklarda toprak dönüsü olarak kullanılır. Nötr hat dengesiz her türlü akımı taşıyacaktır. Buna bağlı olarak da herhangi bir fazda topraklama hatası varsa nötr nokta çok yüksek bir yük taşıyacaktır.

Tipik bir uçak dağıtım sistemine bağlanan alternatör bu tipte olacaktır çünkü her akım dağıtım çubuğundaki farklı yüklerle başa çıkabilir. Üçgen bağlantı bunu yapamaz.

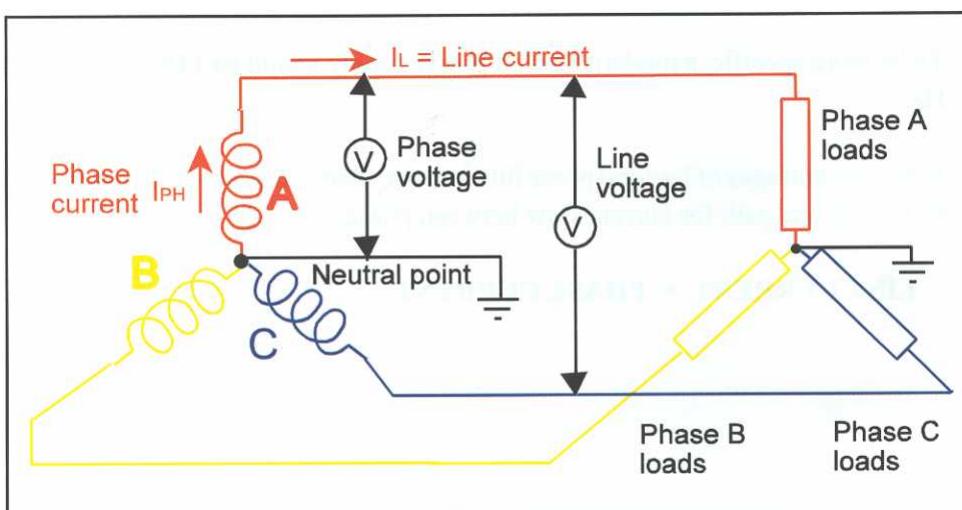
Nötr noktanın karşı tarafındaki bağlantıya hat bağlantısı adı verilir. Nötr ve hat arasındaki potansiyel farkı ölçen bir voltmetre faz voltajını okuyacaktır.



Şekil: 2.5

Bu tip bir alternatörde faz voltajı ve hat voltajı farklıdır çünkü faz voltajı tek bir fazdan ölçülürken, hat voltajı iki fazdan ölçülür ve bu ikisinin vektörel toplamı olacaktır.

Değerlerden birinin verilmesi ile diğer değerin hesaplanması aşağıdaki formül ile mümkündür.



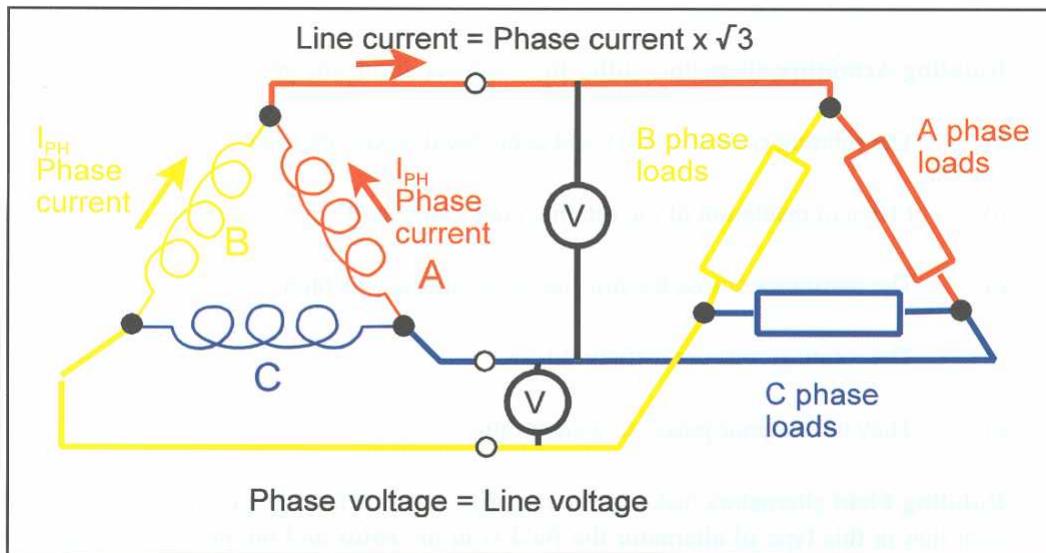
$$\text{HAT VOLTAJı} = 1.73 \times \text{FAZ VOLTAJı}$$

Not: $(1.73 = \sqrt{3})$

Tipik bir uçak besleme sisteminin hat voltajı 200 volt olacak yukarıdaki formül yardımıyla da faz voltajı;

200/1.73 yada 115 volt olarak bulunacaktır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 5/17
---	--	---	--

**Şekil: 2.6**

Daha net konuşmak gerekirse, modern bir uçak güç kaynağı sistemi 115/200 voltluk, 3 faz ve 400 Hz olacak ve yıldız bağlantılı sistemlerde hat ve faz voltajları farklılık göstermesine karşın, sarmalların akım için sadece bir yol oluşturmasından

dolayı **HAT AKIMI = FAZ AKIMI** olacaktır.

2.10 ÜÇGEN BAĞLANTILI ALTERNATÖRLER

Şekil: 2.6'da da görüleceği gibi, bu sistemde fazların üç noktaları kapalı bir ağ oluşturacak şekilde birbirlerine birleştirilmişler ve yükler de benzer şekilde bağlanmışlardır.

Mantık olarak, fazlar arasındaki potansiyel iki hat arasında ölçüldüğünden, **HAT VOLTAJı FAZ VOLTAJIDIR, ANCAK;**

HAT AKIMI = FAZ AKIMI $\times \sqrt{3}$ olacaktır.

Pratik kullanım için böyle bir bağlantı, dağıtım sistemlerinde kullanılmayacaktır çünkü nötr noktaya sahip olmadığından dengesiz yüklerle baş edemezler. Ancak hız sensörleri, takometre jeneratörleri gibi özel amaçlar için kullanılabilirler.

2.11 PRATİK ALTERNATİF AKIM JENERATÖRLERİ

Dönen armatürlü alternatörler çeşitli dezavantajlara sahiptirler.

- Dönen sarmallar ağırdır ve oluşan merkezkaç kuvvetleri büyktür.
- Dönen sarmalların etkili yalıtımı zordur.
- Fırçalar ile kayan halkalar arasındaki direnç fazladır.
- Dönen sarmalların soğutulması zordur.
- Düşük güç / ağırlık oranlarına sahiptirler.

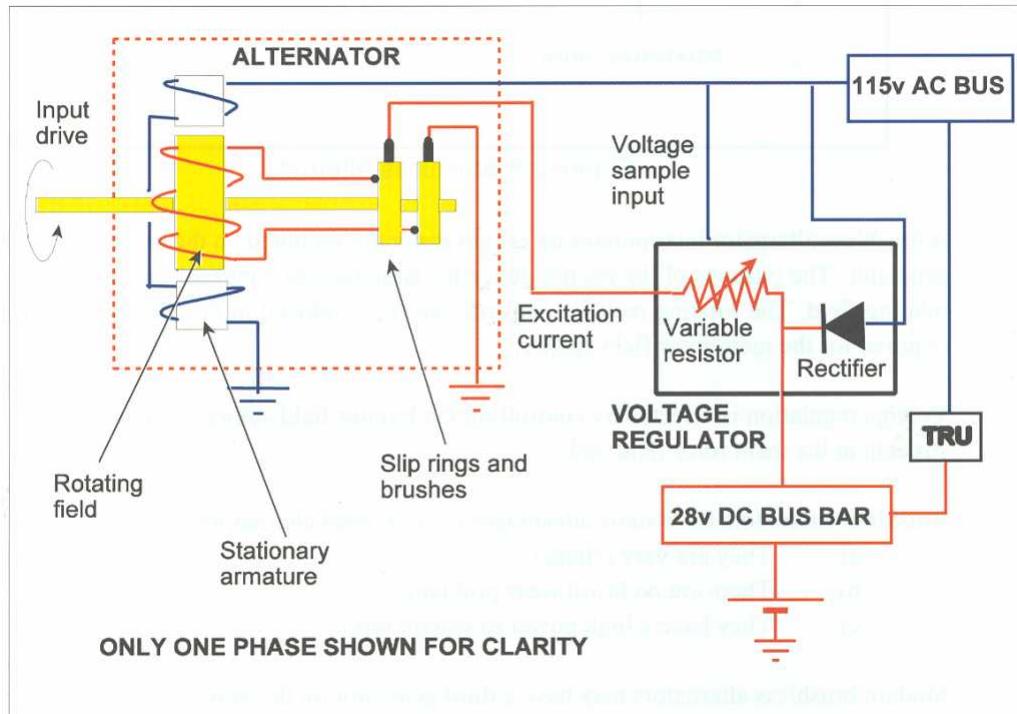
Dönen manyetik alanlı alternatörlerin kullanımı çok daha yaygındır. Önceki bölümlerden de bilindiği gibi alan rotordadır ve faz sarmalları statoru oluşturmaktadır.

Uçaklarda kullanılan iki tip dönen alanlı alternatör bulunmaktadır.

- Fırçalı alternatörler
- Fırçasız alternatörler



2.12 FIRÇALI ALTERNATÖRLER



Şekil: 2.7

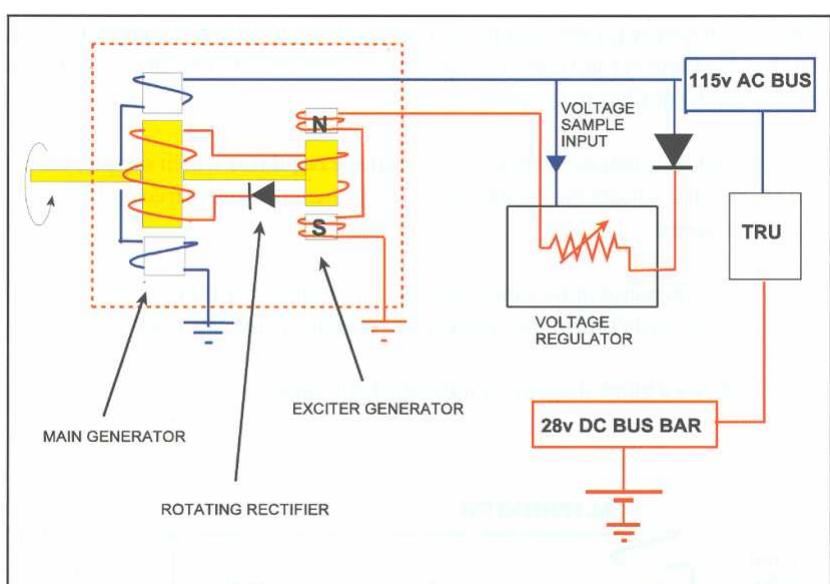
Rotorun hareketini sağlayacak akım kaynağı ilk olarak uçak doğru akım dağıtım çubuğu (batarya) tarafından sağlanacak, daha sonra ise doğru akıma dönüştürülmüş alternatif akımla sağlanacaktır. Doğru akım fırça ve kayan halkalardan dönen alana yönlendirilir.

Bu rotor hareketini sağlayacak bu akımın kontrolü, alternatör çıkışını (115V AC) örnekleyerek rotor hareketini sağlayacak akımı alternatör hızından bağımsız olarak ayarlayan voltaj regülatörü ile yapılır. Şekil: 2.7 fırçalı alternatörün bir şemasını göstermektedir.

2.13 FIRÇASIZ ALTERNATÖRLER

Şekil: 2.8

Fırçasız bir alternatör ana jeneratör ile aynı şaft üzerinde yerleştirilmiş bir harekete geçirici jeneratörü birleştirir. Harekete geçirici jeneratörün amacı ana jeneratör dönen alan için akım sağlamaktır. Dönen redresör, hareketi geçiricini armatüründeki alternatif akımı ana rotor alan kaynağı için gerekli olan doğru akıma dönüştürür. Voltaj regülatörü, harekete geçirici alan kuvvetinin ve buna bağlı olarak da ana rotor alan bobinindeki akım kuvvetinin kontrol edilmesinden etkilendir.



Fırçasız alternatörler fırçalılara göre bazı avantajlara sahiptirler.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 7/17
---	--	---	--

- a) Çok güvenilirdirler.
- b) Fırça aşınma problemleri yaşamazlar.
- c) Yüksek güç/ağırlık oranlarına sahiptirler.

Modern fırçasız alternatörlerde aynı şaft üzerinde harekete geçirici jeneratör için harekete geçirici akımı üreten Sürekli Mıknatıs Jeneratörü (PMG) adı verilen üçüncü bir jeneratör bağlıdır. Alternatör çıkıştı genellikle 200(hat) / 115(faz) volt ve 400 Hz şeklindedir. İki temel tipte fırçasız alternatör vardır.

- a) Dıştan harekete geçirilen (Harekete geçirici içinde geriye kalan manyetizma yoktur).
- b) Kendi kendini harekete geçirilen (harekete geçirici içinde geriye kalan manyetizma bulunur).

2.14 VAHŞİ FREKANSLI ALTERNATÖRLER

Eğer alternatör doğrudan motor dişli kutusu tarafından çalıştırılıyorsa hızı ve buna bağlı olarak ürettiği çıkış motor hızıyla direk olarak değişir. Bu tip bir jeneratörden alınacak çıkışın **vahşi frekansı** vardır.

İki tane vahşi frekanslı alternatörün paralel bağlanması olanaksızdır.

Vahşi frekanslı alternatörler genellikle, dirençleri frekans değişimlerinden etkilenmeyen ısıtma yastıklarının (heater mats) olduğu elektrikli de-ice sistemlerinde kullanılır.

2.15 VAHŞİ FREKANSLI BİR SİSTEMDEN SABİT FREKANSLI BİR KAYNAK ELDE EDİLMESİ

Vahşi frekanslı bir sistemin sabit frekanslı bir çıkış elde edebilmek için inverter kullanılır. Vahşi frekanslı alternatif akım dönen yada sabit bir invertere güç verecek şekilde doğru akıma dönüştürülür ve bu inverter de doğru akımı sabit frekanslı alternatif akıma dönüştürür.

2.16 SABİT FREKANSLI ALTERNATÖRLER

Bir alternatör sabit frekansta çalıştırılabilirse, çıkış frekansı da sabit olacaktır. Bunun için motoru sabit hızda çalıştırmak pratik bir çözüm olamayacağından, motor hızından bağımsız olarak alternatörü sabit hızda tutacak bir cihaza ihtiyaç vardır.

2.17 SABİT HIZDA JENERATÖR ÇALIŞTIRICI SİSTEMLER

Sabit Hızda Çalıştırma Ünitesi (C.S.D.U) çıkışı, sonuç olarak alternatörü çalıştıran hidrolik motoru çalıştıran ve motor tarafından çalıştırılan bir hidrolik pompadan oluşur.

Mekanizmanın, içinde çalıştığı ortamı oluşturan ve aynı zamanda yağlanmayı ve soğutmayı sağlayan yağ, motor yağ sisteminden tamamen ayrı bir depoda bulundurulur.

Hidrolik pompadan ve dolayısıyla hidrolik motorun hızından elde edilen çıktı pompasının içindeki bir çalkantı levhasının açısına bağlıdır. Bu açı **hız.govarnörü** denilen bir cihazla kontrol edilir. Bu hız.govarnörü de alternatörün çıkış frekansını sezen ve sabit hızda çalışma ünitesinin alternatöre uyguladığı tork çıkışının azaltılıp artırılmasından sorumlu olan **yük kontrolörü** tarafından kontrol edilir.

Çoğu C.S.D.U alternatör çıkış frekansının 400 Hz'in %5'i (380-420 Hz) bir değerde muhafaza edilebilmesi kabiliyetine sahiptir.

Alternatördeki mekanik bir hata durumunda C.S.D.U. **Quill Drive** adı verilen ve büyük bir hasar olmasından önce kırılacak zayıf bir bağlantının eşleniği durumunda olan bir alet tarafından korunur.

C.S.D.U. **hızlı çalışma, doğrudan çalışma, düşük çalışma** şekillerinden biri ile çalışır.

- a) Hızlı çalışma = motor hızı, jeneratör hızından düşük,
- b) Doğrudan çalışma = motor hızı jeneratör hızı ile aynı,
- c) Düşük çalışma = motor hızı jeneratör hızından daha fazla.

Bazı sabit hızlı jeneratörler CSDU ve jeneratörlerine **Entegre Edilmiş Çalıştırma Ünitesi (IDU)** adı verilen tek bir üitede birleştirilmiş şekilde sahiptirler.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/17
---	--	---	--

2.18 KOKPİTTEKİ C.S.D.U HATA İNDİKATÖRLERİ

Kokpitte, Sabit Hızda Çalıştırma Ünitesi ve onunla ilgili hatalarla bağlantılı birçok gösterge bulunmaktadır. Ana iki tanesi:

- a) **Düşük Yağ Basıncı Uyarı Işığı.** Bunlar yağ basıncı daha önceden belirlenmiş bir minimum değerin altına düştüğünde yanacaktır.
- b) **Yüksek Yağ Basıncı Uyarı Işığı.** CSDU yağ çıkış sıcaklığını takip eder.

2.19 ÇALIŞTIRICI BAĞLANTı KESME ÜNİTESİ

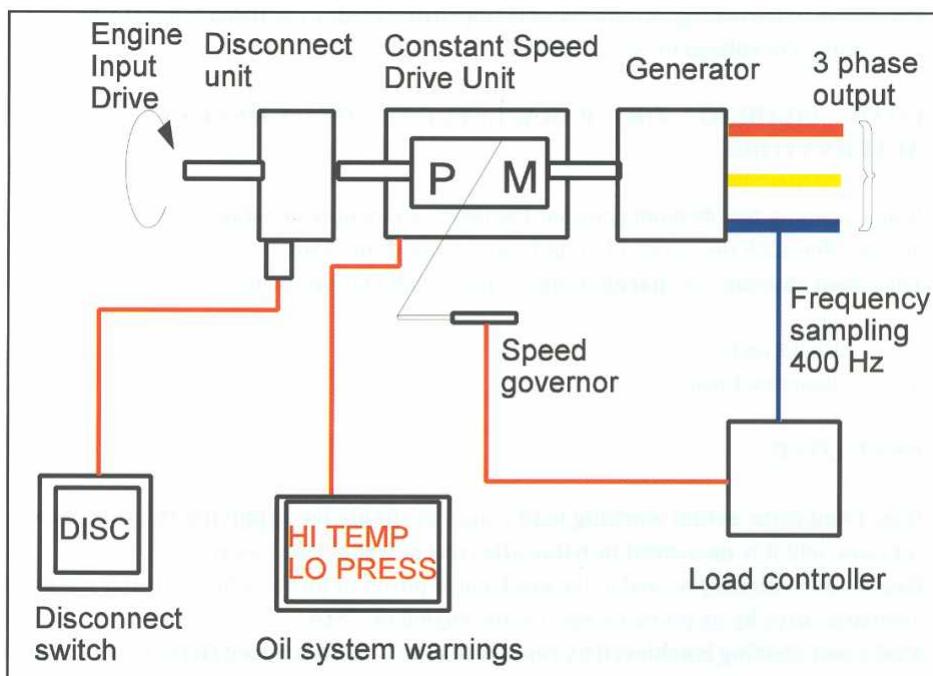
Düşük bir ihtimal olmasına karşın C.S.D.U. yada alternatörün arıza yapması durumunda motordan sabit hızda çalışma ünitesine olan çalışma girişinin bağlantısı kesilebilir. Bu, hem çalışma ünitesinin hem de alternatörün sabit duruma gelerek arızanın motorun performansını etkilemesine engel olmuş olur.

Bağlantı kesme işlemi motorun çalıştığı herhangi bir anda yapılabilir ancak tekrar bağlantının yapılması sadece yerde motor kapaklıken manüel olarak yapılabilir.

Şekil: 2.9 CSDU ve çalıştırıcı bağlantı kesici ünitesini göstermektedir. Bağlantı kesici ünite "Drive Disconnect" (Çalıştırıcı bağlantısı kesme) anahtarının pilot tarafından seçilmesi ile olur. Bu, motordan gelen çalıştırıcı girişi ile sabit hız ünitesi mekanik olarak birbirinden ayıran bir selenoidi çalıştırır. İstisna olarak bazı uçaklarda belirli bazı arıza durumlarında bağlantıyı otomatik olarak kesen Jeneratör Kontrol Ünitesi (GCU) bulunmaktadır.

Modern ünitelerde CSDU ve jeneratör tek bir ünitede bulunabilir. Bunlara **Birleştirilmiş Çalıştırıcı Üniteler (IDU)** yada **Birleştirilmiş Çalıştırıcı Jeneratörler (IDG)** denir.

Bazı IDG'ler **Sürekli Mıknatıs Jeneratörleri (PMG)** olarak bilinirler. Bu jeneratör aynı şaft üzerinde üç ayrı jeneratöre sahiptir. **Ana Jeneratörü** kontrol eden **harekete geçirici jeneratör** ve onun ilk harekete geçişini sağlayan **sürekli mıknatıs jeneratörü**. Bu tip bir jeneratör değişken olmayacak bir şekilde Jeneratör Kontrol Ünitesi ile kontrol edilir.



Şekil: 2.9

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 9/17
---	--	---	--

2.20 DEĞİŞKEN HIZLI SABİT FREKANSLI GÜC SİSTEMLERİ (VSCF)

Değişken hızlı sabit frekanslı sistemler motor tarafından çalıştırılan vahşi frekanslı jeneratörleri kullanır ve değişken frekans elektronik olarak sabit 400 Hz kaynağı dönüştürülür. Bu dönüştürme, öncelikle değişken frekanslı kaynağın ful dalgalı bir redresöre aktaran ve filtre eden ve daha sonra 3 fazlı 400Hz Alternatif akım kaynağına dönüştüren invertere aktaran jeneratör dönüştürme kontrol ünitesi ile sağlanır. Bu, hidromekanik CSDU ve tüm alakalı kontrol mekanizmalarına olan ihtiyacı ortadan kaldırır. Bu sayede elektronik devrenin jeneratör ile birlikte motor kompartimanına yerleştirilme gereksinimini ortadan kaldırıldığı için montajda güvenilirlik ve esneklik artar. Bu sistemler şu anda Boeing 737 ve birçok askeri uçahta monte edilmiş durumdadırlar. VSCF aynı zamanda yer mühendisleri için hatalı montaj uyarısı veren bir test sistemini de oluşturur.

2.21 KENDİ KENDİNİ HAREKETE GEÇİREN JENERATÖRLER

Kendi kendini harekete geçiren jeneratörlerin hareketi geçirici jeneratörleri içinde bir sürekli manyetizma bulunmaktadır. İlk dönme sırasında bu **sabit sürekli mıknatılardan** çıkan manyetik akılar bir alternatif akım voltajı yaratarak rotorda bir akım oluşmasına neden olur. Rotor çıkıştı daha sonra direk olarak dönen redresöre verilir ve o da ana jeneratörün dönen alan bobinlerinin doğru akımla beslenmesini sağlar.

Ana jeneratör statorunun çıkıştı harekete geçirici alana düzenlenmiş bir kaynak vermek için hapsedilir ve bunun sonucunda voltajın kontrol edilebilirliği sağlanmış olur.

2.22 SABİT FREKANSLI ALTERNATÖRLERİN GÜC PAYLAŞIMI YADA PARALELLENMESİ

İki veya daha fazla sabit frekanslı alternatörün paralel olarak çalıştırılması durumunda her ikisinin eşit yük paylaşımının sağlanması için kontrol edilmeleri gerekmektedir.

Bu “güç paylaşımı” yada “paralellenme” iki parametrenin düzenlenmesini gerektirir:

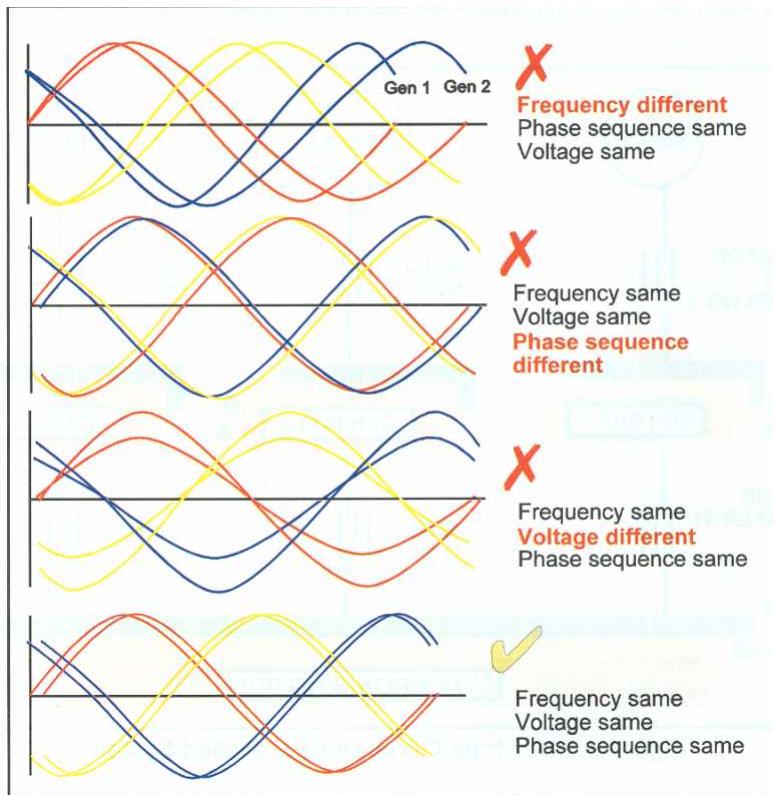
- a) Gerçek güç
- b) Reaktif güç

2.23 GERÇEK GÜC

Gerçek güç çeşitli elektriksel servislerin sağlanması için mevcut gerçek çalışma yükü çıkışıdır ve Kilowatt cinsinden ölçülür.

Gerçek güç alternatör hareket ettiricisine sağlanan mekanik güç veya tork ile doğrudan bağlantılıdır.

Gerçek yük paylaşımı sabit hızda çalışma ünitesinin kontrol edilmesi ve torkun, iki veya daha fazla CSDU torkunun eşit olması durumunda her bir jeneratör tarafından alınan yükün eşit olmasını sağlayacak şekilde, çıkış şaftında ayarlanması ile sağlanır.



Şekil: 2.10

2.24 REAKTİF GÜC

Wattsız güç de denen Reaktif güç, KVAR cinsinden ifade edilen indüktif ve kapasitif akım ve voltajların vektörel toplamıdır.

Reaktif yük paylaşımı paralel bağlanmış her bir jeneratörün voltaj çıkışının (Harekete Geçirici Alan Akımı) kontrol edilmesi ile sağlanır. Voltajları aynı ise her bir jeneratördeki reaktif güç de eşit olacaktır.

2.25 PARALEL BAĞLAMA

İki veya daha fazla jeneratörün paralel bağlanması durumunda gerçek ve reaktif yüklerin kontrol edilmesi için biri gerçek yükü, diğer reaktif yükü hissedip kontrol eden iki ayrı yük paylaşım devresi vardır.

Belirtilmelidir ki jeneratör bir veya daha fazlasına paralel olarak bağlanmadıkça yük paylaşım devrelerine bağlanamayacaktır. Motor başlatırken sadece bir alternatörün çalışması gibi, sabit frekanslı alternatörler bireysel üniteler çalışmalar da, gerçek yük ve reaktif yük paylaşım devreleri bağlantılı değildir.

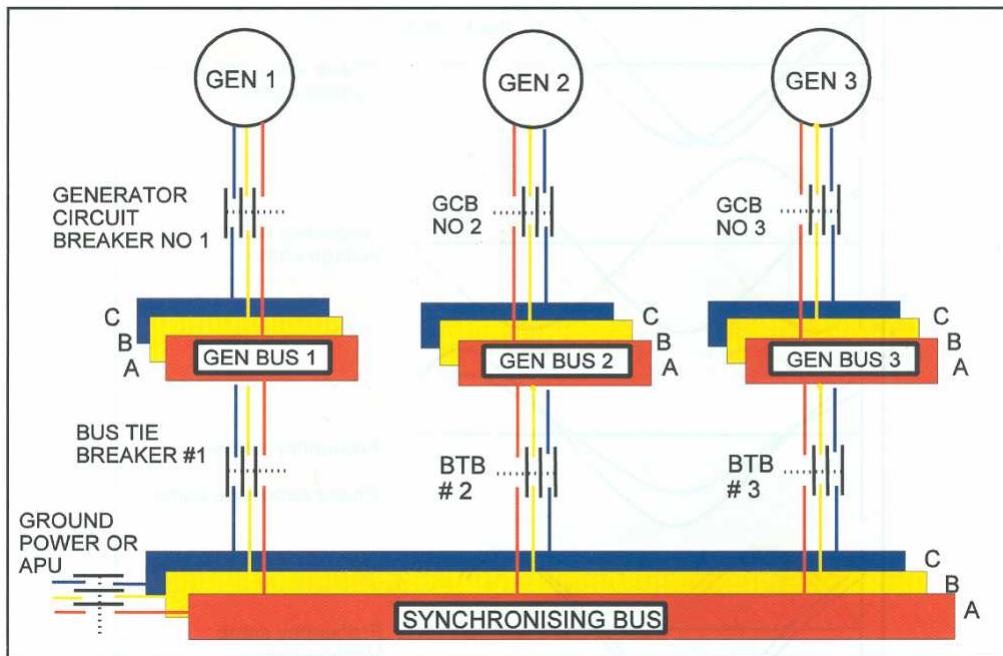
2.26 PARALEL BAĞLAMADAN ÖNCE

AC jeneratörleri veya alternatörleri paralel çalıştırıldıklarında frekanslarını kilitleyen **senkronize makinerdir**. Dolayısıyla dolayısıyla en fazla yüke sahip alternatörün frekansı olacaktır.

Ancak iki alternatör paralel olarak bağlanmadan önce farklı frekanstalar ise bağlanma sonrası bir jeneratör hızlanmaya diğeri ise yavaşlamaya çalışacağından hasar olabilir. Bu yüzden paralel bağlantı yapılmadan önce ikisi aynı frekansta olmalıdır.

Aynı frekansta olmalarının yanında aynı faz sırasına da sahip olmalıdır. Bir başka deyişle herhangi bir zamanda bir jeneratördeki A, B, ve C fazları diğer jeneratördeki ile aynı olmalıdır.

Paralel olarak bağlanacak iki jeneratörün Voltajları da eşit olmalıdır.



Şekil: 2.11

2.27 PARALELLENMİŞ BİR SİTEMİN DÜZENİ

Şekil: 2.11 üç jeneratörlü bir sistemin şekilsel düzenini göstermektedir. Dikkat edileceği gibi çıkışın her fazı için ayrı bir akım dağıtım çubuğu vardır. Örneğin, 1 Nolu jeneratör dağıtım çubuğu (Gen Bus 1) A, B ve C fazları için A, B ve C dağıtım çubuklarından oluşmaktadır. Jeneratör kendi dağıtım çubuguuna otomatik olarak çalışan yada uçuş kabininden kontrol edilen **Jeneratör Devre Kesici** denilen 3 fazlı devre kesici ile bağlıdır. Uçağın tüm elektrik yükleri üç jeneratör dağıtım çubukları arasında dağıtılmıştır. Jeneratörleri paralel olarak çalıştırılmak için kendi dağıtım çubuklarından bir senkronize edici dağıtım çubuguuna Bas Bağlantı Kesici (BTB) ile bağlanılmışlardır. Bas Bağlantı kesici otomatik olarak çalışan yada uçuş kabininden manüel olarak kontrol edilen bir başka 3 fazlı devre kesicidir.

Bu senkronize edici dağıtım çubuğu hiç elektrik yükü taşımaz. Yalnızca motor tarafından çalıştırılan jeneratörlerin paralel olarak bağlanması için vardırlar. motor jeneratörleri çalışmadığında ve GCB'ler açık olduğunda yer gücü yada APU jeneratöründen elde edilen güç senkronize edici basa ve oradan da BTB üzerinden yük dağıtım çubuklarına bağlanabilir.

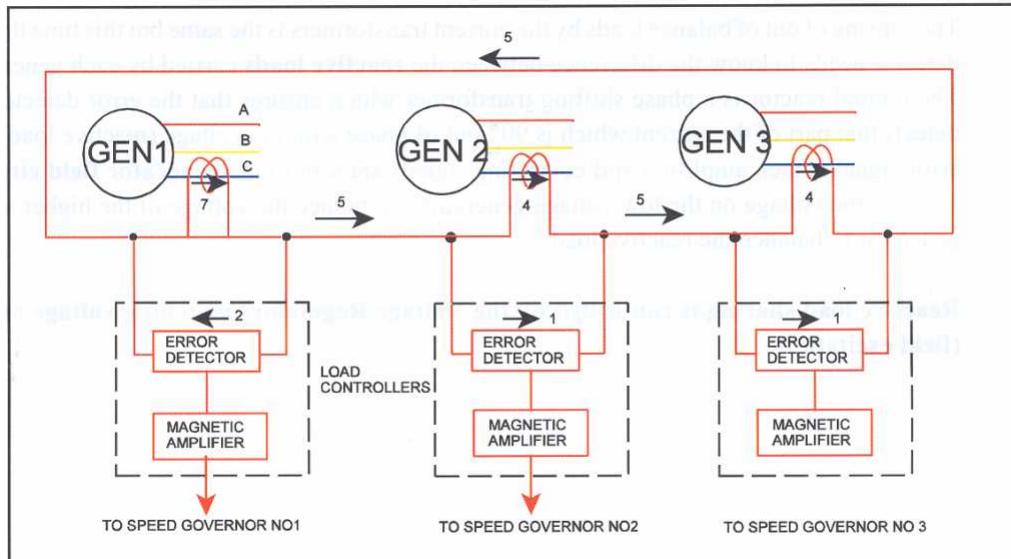
2.28 GERÇEK YÜK PAYLAŞIMI

Yük kontrolörü alternatif akım jeneratörünün temel frekansını kontrol eder (400Hz)

Paralelleme yapıldıktan sonra, yük kontrolörleri bir takım olarak çalışarak, gerçek yükü eşit olarak paylaşmak için her alternatörün eşit yük almasını sağlayacak şekilde düşük hızlı alternatör hareket ettiricisindeki tork girişini arttırdıktan sonra yüksek hızlı alternatör hareket ettiricisinin tork girişini azaltır.

Akim dönüştürücülerini paralellenmiş her alternatörün çıkışındaki **gerçek yük** dağılımını hisseder. Bu dönüştürücülerden akım geçtikçe içlerinde bir akım oluşur ve **Yük Paylaşım Döngüsünde** bu akım akar. Bu döngüde birbirine seri olarak bağlanmış her bir akım dönüştürücü, kendisine paralel olarak bağlanmış bir **Hata Detektör**üne sahiptir.

Şekil: 2.12'de başlangıç olarak eşit dağılmış yük durumunun oluşturduğu varsayılırsa, her bir akım dönüştürücüsünün çıkış akımının da 5 amper olduğu ve hata detektörlerinden akım geçmediği varsayılabılır.



Şekil: 2.12

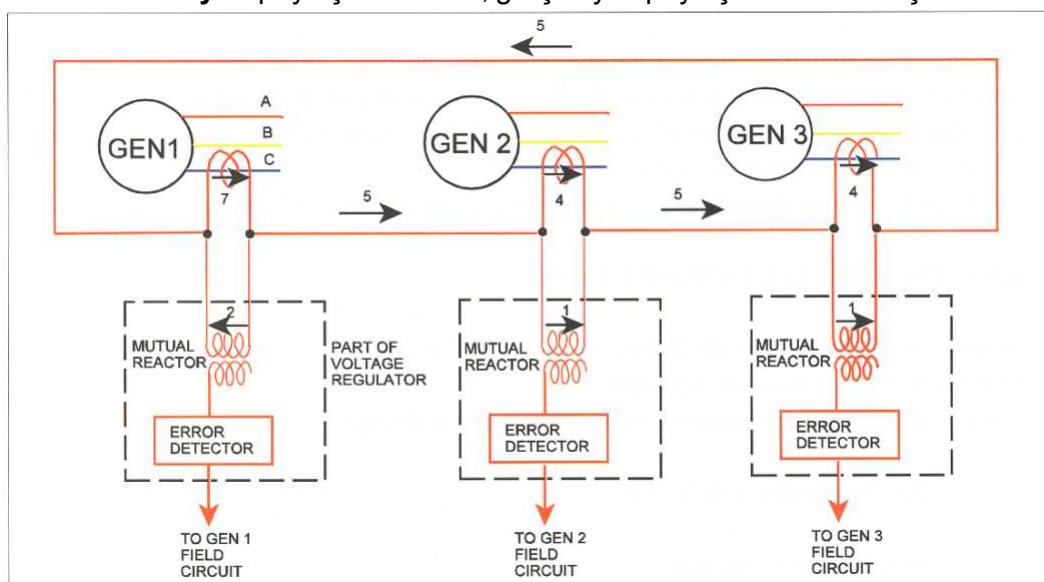
Şimdi 1 No'lu al-ternatörün hareket ettiricisinin tork çıkışının arttığını düşünelim. Orantılı bir şekilde düşecek diğer alternatör yüklerine göre bu alternatöre paylaştırılan yük daha fazla olacaktır. 1 No'lu alternatörün akım dönüştürücüsün-deki çıkış akımı, söz gelimi, 6 ampere çıkacak ve bu durumda 2 ve 3 No'lu alternatörlerdeki çıkış akımı 4 ampere düşecek ve böylece devredeki ortalama akım hala 5 amper olacaktır.

Kirchoff'un birinci kanununa göre her bir akım dönüştürücüsü ve ortalama akımlar arasındaki fark ters yönlü bir şekilde hata detektörlerine itilecektir. Bu sinyal, genişletilip hız governörlerine iletiliği zaman 1 Nolu jeneratörün CSDU'suna torku azaltması, 2 ve 3 Nolu jeneratörlerin CSDU suna ise torku artırma talimatı verecek ve bu işlem gerçek yük tekrar dengelenecek şekilde her bir dönüştürücüdeki akım eşit oluncaya kadar devam eder.

Gerçek yük paylaşımı CSDU hızlarının (torkun) karşılaştırılması ile kontrol edilir.

2.29 REAKTİF GÜC PAYLAŞIMI

Aşağıda gösterilen **reaktif yük paylaşım devresi**, gerçek yük paylaşım devresine çok benzemektedir



Şekil: 2.13

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 13/17
---	--	---	---

Benzer bir şekilde çalışır ancak ta-mamen ayrı bir devredir.

Dengede olmayan yüklerin akım dönüştürücülerce hissedilmesi aynıdır ancak bu kez hata denetleyici her jeneratör tarafından taşınan **reaktif yükler** arasındaki farkı bilmelidir. Çift taraflı reaktör, hata detektörünün sadece voltaj ile 90° faz farkı olan akımları (reaktif yük) hissetmesini sağlayacak, faz kaydırıcı bir dönüştürücüdür. Hata sinyali bu durumda büyür ve reaktif yükleri dengelemek üzere düşük voltajlı jeneratördeki voltajı artıracak ve yüksek voltajlı jeneratördeki voltajı azaltacak şekilde, jeneratör alan devresine hata sinyalleri yolları.

Reaktif yük paylaşımı voltaj çıkışlarını karşılaştırılan Voltaj Regülatörleri ile kontrol edilir (alan uyarılması).

2.30 GENEL OLARAK YÜK PAYLAŞIMI

Genel olarak iki yada üç jeneratör birbirlerine paralel olarak çalıştırılırlar ancak çoğu modern çift motorlu uçakta jeneratörler birbirlerinden izole bir şekilde çalışırlar (Ayrık Bas Sistemi)

Üç yada dört jeneratörlü yük paylaşım devreleri yukarıda gösterildiği gibi çalışır ancak gerekli jeneratör sayısına bağlı olarak genişletilirler.

Paralel sistemlerdeki jeneratörlerden biri paralel olarak bağlanmamış ise yük paylaşım devrelerine de bağlı olmayacağından emin olmalıdır.

**HATIRLATMA: Gerçek yük paylaşımı - hız, tork (CSDU)
Reaktif yük paylaşımı - uyardırma, alan akımı (Voltaj Regülatörü)**

2.31 ALTERNATÖR SOĞUTMA

Alternatör stator sarmallarından geçen akım sebebiyle burada oluşan ısı, bir tür soğutma sistemine olan ihtiyacı gösterir. Vahşi frekanslı jeneratörler yada ayrı Sabit Hızda Çalıştırma Ünitelerine (CSDU) sahip sabit frekanslı jeneratörler genellikle uçuş esnasında sıkıştırılmış hava soğutması ve yerdeyken de bir çeşit oluşturulmuş hava akımı kullanırlar.

IDG veya IDU üniteleri ise stotorlarını soğutmak için sonradan yağ soğutma sistemi ile soğutulan **yağ**ı kullanırlar.

2.32 JENERATÖR HATA ÖNLEME

Sabit frekanslı alternatörler paralel bağlandıklarında, diğer bir Kontrol ve Koruma cihazına olan ihtiyaç ortaya çıkar.

Aşağıda bu cihazların detaylı olmayan bir listesi verilmiştir.

- a) Dağıtım Sistemi Bağlantı Kesicileri
- b) Ayırt edici devreler
- c) Ayrık hata önleme devreleri
- d) Senkronize etme üniteleri
- e) Hata uyarı sistemleri
- f) Yük ölçme araçları
- g) Voltaj ve frekans göstergeleri
- h) Jeneratör kontrol üniteleri

2.33 DAĞITIM SİSTEMİ BAĞLANTI KESİCİLERİ (BTB)

Dağıtım sistemi bağlantı kesici iki dağıtım çubuğuunu birbirine bağlar. Paralellenmiş bir sistemde alternatörü senkronize edici dağıtım çubوغuna bağlar. Senkronize edici dağıtım çubuğu dağıtım çubuğu bağlantı kesicinin kapalı olduğu durumda iki veya daha fazla alternatörün birbirlerine paralel olarak bağlanmasına izin verir. Dağıtım sistemi bağlantı kesicilerin kontrolü uçak tipine bağlı olarak otomatik yada manuel olabilir. Dağıtım sistemi bağlantı kesicisi kapanıp alternatörleri birbirlerine paralel hale getirmeden önce bir **senkronize edici üniteden** doğru sinyallerin alınması (Voltaj, frekans ve faz sırası takip edilerek) gereklidir. Paralellenmiş bir sistemde normal olarak dağıtım sistemi bağlantı kesicileri kapalı durumdadır ve bir hata durumunda açık duruma geçerler. Ayrık dağıtım sistemlerinde (paralellenmeyecek) normalde dağıtım sistemi bağlantı kesicisi açık durumdadır ve bir hata durumunda kapalı duruma geçer.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 14/17
---	--	---	---

Dağıtım sistemi bağlantı kesicilerinin konumunun görsel belirtisi elektrik kontrol panellerindeki yada elektronik gösterge panellerindeki göstergeler ile sağlanır.

2.34 AYIRT EDİCİ DEVRELER

Alternatörler paralel olarak bağlandığında, herhangi bir hata durumunda sadece hatalı olan sistemin, bağlı olduğu dağıtım sisteminden ayrılmasını sağlayacak ayırt edici devrelere ihtiyaç vardır. Bu, GCB ve BTB'lerin seçici anahtarları sayesinde berhasilır.

2.35 AYRIK HATA ÖNLEME

Güç kaynağı devrelerinde bir kontrol ve önleme cihazları kullanılmalıdır. Bunlar sistem performansını takip eder ve bağlı olan devre kesicileri, BTB, GCB, uygun olarak çalıştırırlar. Bu, her bir dağıtım sistemindeki her jeneratöre yerleştirilen akım dönüştürücülerile sistemi takip eden **dağıtım sistemi kontrol ünitesi (BPCU)** ile sağlanır. Bu ünite arızalı jeneratörü yada dağıtım çubuğunu devreden izole eder ve maksimum kullanımı sağlayacak şekilde elektrik sisteminin konfigürasyonunu tekrar ayarlar. Koruma aşağıdakiler için kullanılır:

- a) Düşük/Yüksek Voltaj
- b) Düşük/Yüksek Frekans
- c) Düşük/Yüksek Uyarma
- d) Diğer Akım Hataları (dağıtım çubukları arasında veya dağıtım çubuklarından toprağa kısa devre, faz çıktılarının dengesini bozan açık devre hataları)

2.36 SENKRONİZE EDİCİ ÜNİTELER

Bir alternatör, başka bir alternatörün bağlı olduğu bir dağıtım sistemine bağlanmadan önce **voltajı, frekansı ve faz sırası** çok dar limitler içinde olmalıdır. **Senkronize edici ünite**, bu değerlerin limitler dahilinde olmasını sağlar. Kullanımda olan iki metot vardır:

- a) Otomatik kontrol
- b) Manuel (Koyu lamba) metodu

Otomatik kontrol yeni gelen jeneratörün voltaj, frekans ve faz sırasının istenen limitlerde olmasına kadar BTB ve GCB'lerin kapanmasına ve jeneratörlerin paralel hale gelmesine müsaade etmez. Modern IDG sistemlerinde bu, dağıtım çubuğu kontrol ünitesi yada jeneratör kontrol ünitesindeki devreler ile sağlanır.

Manuel (Koyu Lamba) metodu çok daha eski bir metot olmasına karşın halen az sayıda uçağta kullanılmaktadır. İki kaynak arasında faz farkı olması durumu alternatör kontrol panellerindeki **senkronize edici lambalar** ile görülür. Lambalar "koyu" olduğunda **senkronizasyon** işaret edilmiş olur ve bu durumda BTB veya GCB manuel bir anahtarlar ile kapatılabilir.

2.37 JENERATÖR HATASI UYARI İŞİĞİ

Bağlı olduğu GCB'de bir hata olduğunda **jeneratör hatası uyarı ışığı** yanacaktır. Aynı anda **merkezi uyarı sistemi** de çalışacak ve bazı uçaklarda **sesli uyarı** verilecektir.

Elektronik sistem işletim göstergesi olan uçaklarda hata ve hatanın şematik görüntüsü de gösterilecektir.

2.38 YÜK ÖLÇME ARAÇLARI

Paralel alternatör sistemlerinde **Gerçek Güç (KW)** yada **Reaktif Güç (KVAR)** çıkışlarını belirleyebilmek için KW/KVAR ölçme araçları kullanılır. Her iki parametreyi göstermek için sadece bir ölçme aracı kullanılabilir. Anahtar ile yapılacak seçim ile hangisinin kullanılacağı belirlenir. Normal olarak **KW** çıkışını gösterilecek şekilde anahtar seçilir.

Gerçek Güç; alternatör çıkışının, dağıtım sisteminde iş yapmayı sağlayan parçasıdır.

Reaktif Güç ise alternatör çıkışının, elektromanyetik ve elektrostatik etkiler üretmesi için kullanılan parçasıdır. Bu, Wattsız güç olarak da ifade edilen induktif ve kapasitif akım ve voltajların vektörel toplamıdır.

Modern elektronik gösterge ünitelerindeki yük ölçerler sadece alınan maksimum gücün bir yüzdesini gösterirler.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 15/17
---	--	---	---

2.39 VOLTAJ VE FREKANS ÖLÇERLER

Her jeneratör için aynı zamanda voltaj ve frekans göstergeleri de bulunmaktadır. Genellikle birçok alternatörden oluşan devrelerde bir voltmetre ve bir frekans ölçer bulunmaktadır. Herhangi bir alternatörün voltaj tada frekansı **çok konumlu bir anahtar** ile seçilebilir. Bu anahtar yalnız motor tarafından çalıştırılan alternatörlerin kaynak frekans ve voltajlarını değil, aynı zamanda yedek güç ünitesi, yer güç ünitesi veya acil durum sıkıştırılmış hava turbininin de kaynak frekans ve voltajlarını gösterecek şekilde seçilebilir.

2.40 JENERATÖR KONTROL ÜNİTESİ (GCU)

Modern jeneratör kontrol sistemlerinde güç kontrol ve korumasında birçok işlevi gerçekleştirecek bir devre sistemini içinde barındıran bir jeneratör kontrol ünitesi (GCU) vardır. Tipik bir GCU jeneratör çıkışını takip edip alan akım şiddetini kontrol ederek voltaj ayarlamasını yapar. Koruma devresi yüksek akım veya yüksek voltajı, frekans, faz sırası ve ayrık akım korumasını takip eder. Her bir jeneratör için bir GCU sağlanır ve hata ayırma kontrolünü BPCU ile bir takım olarak yapabilir.

GCU, Jeneratör Kontrol Rölesi yada Jeneratör Alan Rölesi olarak da bilinen **Harekete Geçirici Kontrol Rölesini** içinde bulundurabilir. Bu rôle, jeneratör alanına akım sağlayan harekete geçirici alanı kontrol eder. Tehlikeli bir hata oluşumunda (aşırı voltaj yada aşırı uyarma) hata koruma devresi harekete geçirici kontrol rölesini açacak ve o da jeneratör çıkış voltajını emniyetli olacak bir düzeye indirecektir. GCU aynı zamanda jeneratörü dağıtım çubuğuundan ayıracak jeneratör akım kesicisini de açacaktır. (Paralel bir sistemde jeneratör dağıtım çubuğuuna güç BTB aracılığıyla diğer jeneratörlerden sağlanacaktır).

2.41 ACİL DURUMDA KAYNAKLAR

Nadir rastlanan, motor tarafından çalıştırılan alternatif akım güç üretim sistemlerinden birinin yada tümünün arızalanması durumunda kullanılacak alternatif kaynaklar bulundurulmalıdır. Alternatif akım üretmek için bazı alternatifler şunlardır:

- a) Sıkıştırılmış hava turbini (R.A.T.)
- b) Yedek güç ünitesi (A.P.U.)
- c) Statik inverter.
- d) Hidrolik motor tarafından çalıştırılan jeneratör.

2.42 SIKIŞTIRILMIŞ HAVA TÜRBİNİ (R.A.T)

Sıkıştırılmış hava turbini uçağın hava akımı içine yerleştirildiğinde acil durum alternatif akım güç kaynağı oluşturur. Çıkış 3 fazlı 400 Hz, 200/115 volt değerinde kontrol edilir. Alternatörün tam arızası durumunda telsiz ve seyrüsefer cihazlarının sadece sınırlı kullanımına imkan verecektir. (Modern uçaklarda hidrolik güç daha fazla kullanıldığından sıkıştırılmış hava turbininin elektrik jeneratörünü çalıştırmasından darsa hidrolik pompayı çalıştırması daha yaygındır).

2.43 YEDEK GÜC ÜNİTESİ

Yedek güç ünitesi genellikle uçak kuyruğuna yerleştirilen küçük bir gaz turbinli motordur. Bu motor sabit hızda çalışır ve yanın, düşük yağ basıncı, yüksek yağ sıcaklığı aşırı hız veya aşırı ısınma durumları için kendini koruma cihazları bulunmaktadır.

Diğer durumların yanında, yer servisleri için 3 fazlı 200/115 Volt alternatörü çalıştırmak için yada bazı uçaklarda havada acil durumda kaynak olarak da kullanılabilir. A.P.U. alternatörleri normalde motor tarafından çalıştırılan alternatörlerle paralel olarak kullanılabilir ve kendilerini besleyen başka hiçbir kaynak bulunmadığında sadece dağıtım çubuğuuna güç sağlar.

2.44 STATİK INVERTER

Statik inverter uçağın alet ve telsizlerinin sınırlı kullanımına imkan verecek 115 volt 400 Hz.'lık kaynak sağlayan yarı iletken cihazlardır.

Uçağın bataryalarından yada ana doğru akım dağıtım sisteminden güç alırlar.

2.45 YERDE SABİT FREKANSLI GÜC KAYNAĞI SİSTEMİ

Modern standart Yer Güç Ünitesi çıkış 3 fazlı 400 Hz 200 / 115 Voltdur.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 16/17
---	--	---	---

Uçağa yerleştirildiğinde uçağın tüm elektrik sistemlerine kaynak olarak kullanılabilir. Yer güç üniteleri, aşağıdakilerin sağlanacağı şekilde otomatik koruma sistemlerine sahip olmalıdır:

- a) Yer güç ünitesi sistem kendi alternatörü tarafından zaten besleniyorsa uçak dağıtım sistemine bağlanamamalıdır.
- b) Yer güç ünitesi kaynağın faz sırası doğru değilse bağlanamaz.
- c) Aşırı voltaj durumunda reddedilecek yada kapalı duruma geçecektir.

2.46 TİPİK KONTROLLER VE GÖSTERGELER

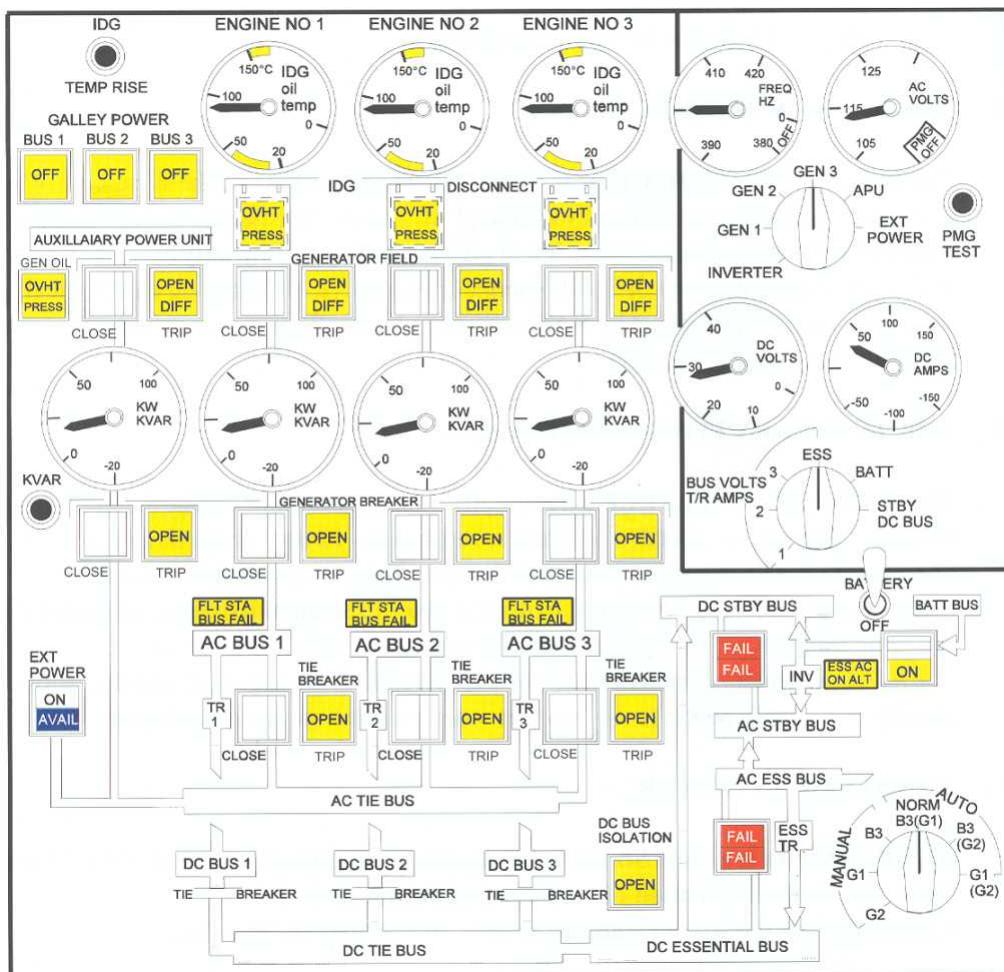
Şekil 2.14 üç motorlu paralel sistemdeki tipik kontrolleri ve göstergeleri göstermektedir. Bu tipte bir panel "ışıklı anahtar" kullanmaktadır. Bunlar, gösterge ve anahtarın birleşimidir. Tek basmayla çalışan yada tek basmayla açık ikinci basmayla kapalı duruma geçen şekillerde çalışabilirler. Gösterge anahtarın konumunu yada sistemin durumunu göstermektedir.

Her motor sabit frekanslı bir jeneratörü çalıştırır (Entegre edilmiş çalıştırıcı jeneratör veya IDG). Yağ sıcaklık göstergeleri aşırı ısınma ve düşük basınç uyarı ışıkları ile birlikte bağlantı kesici anahtar üzerinde gösterilir. Bağlantı kesici anahtar istemsiz çalıştırılmaya karşı korunmuştur.

APU da bir jeneratörü çalıştırır ancak bunun sabit hızlı olmasına gerek yoktur çünkü APU sabit hızda çalışmaktadır.

Jeneratör alanı anahtar ışıkları alan harekete geçirici devreyi kontrol eder (harekete geçirici kontrol rölesi). Kapalı ışıklı anahtardaki akım çubuğu jeneratör alanının tamamlandığını belirtmek için yanar ve voltaj ve frekans dönen anahtarda gerekli jeneratör seçilerek ve kontrol panelinin üst sağ tarafından voltmetre ve frekans ölçer değerlerinin okunmasıyla kontrol edilebilir. Seyir ışıklı anahtarı jeneratör voltajını sıfıra düşürecek şekilde alan devresini açar.

Jeneratör devre kesici (GCB) jeneratörü kendi alternatif akım dağıtım çubuğu yada APU'yu Alternatif akım bağlantı çubuğu yada bağlantısını kesen GCB ışıklı anahtarları ile kontrol edilir. Her bir jeneratördeki yük KW yada KVAR gösteren gerçek yada reaktif yük göstergeleri ile takip edilebilir. Ölçüler genellikle KW gösterir ancak KVAR sol taraftaki düğmesine basılı tutulursa KVAR da okunabilir. BTB'ler de, jeneratör dağıtım sistemlerini alternatif akım bağlantı sistemlerine paralel çalışmak üzere bağlanması için benzer şekilde kontrol edilirler. Her üç jeneratör de normalde toplam uçak yükünü paylaşmak üzere paralel olarak bağlanmışlardır.



Şekil: 2.14

Her alternatif akım dağıtım sistemi 200V/115V alternatif akımı ayrı ayrı doğru akım dağıtım sistemlerini beslemek üzere 28V doğru akıma dönüştüren bir TRU ünitesini besler. Bu ayrı doğru akım dağıtım sistemleri de normalde doğru akım dağıtım izolasyon anahtarları tarafından kontrol edilen bağlantı kesiciler aracılığıyla paralellenmişlerdir.

Sistemin doğru akım kısmı da voltaj ve akım yönünden diğer seçiciler ve doğru akım volt ve amper ölçme cihazları yardımıyla kontrol edilebilirler.

Hazır bekleyen dağıtım çubukları da toplam bir kaynak arızası durumunda normal elektrik kaynakları yada batarya ile beslenebilirler. Kırmızı hata ışıkları ana yada hazır durumda bekleyen dağıtım sistemlerinde hiç voltaj olmadığını gösterir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/6
---	--	---	---------------------------------------

BÖLÜM 3

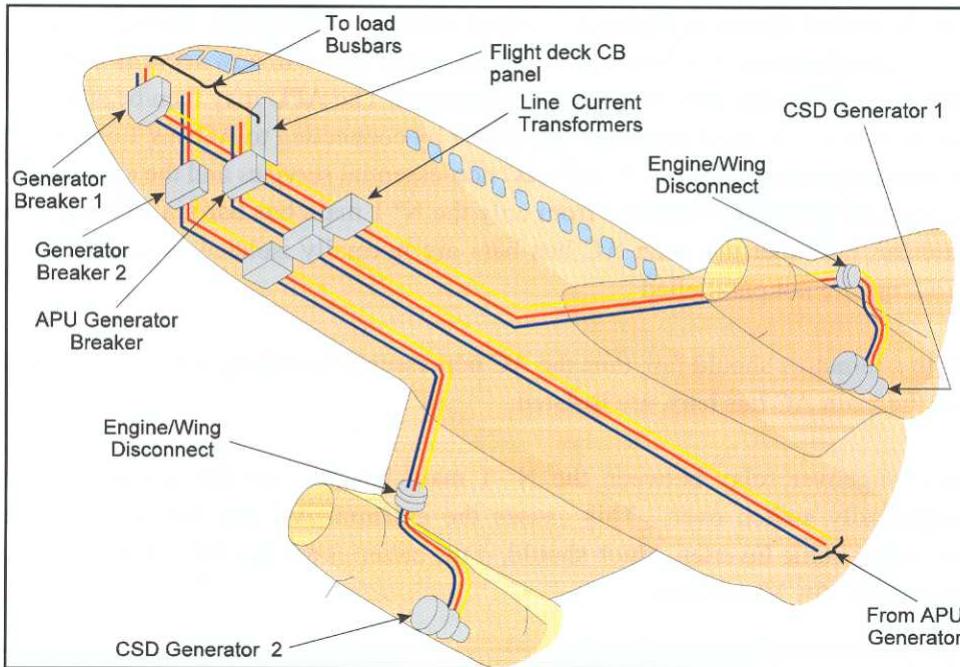
PRATİKTEKİ UÇAK SİSTEMLERİ

İÇİNDEKİLER

3.1 GÜC DAĞILIMI

3.2 AYRIK DAĞITIM SİSTEMİ

3.3 PARALEL DAĞITIM SİSTEMİ



Şekil: 3.1

3.1 GÜC DAĞILIMI

Şekil: 3.1 çift motorlu bir jet uçağının genel elektrik dağılımını en temel şekilde göstermektedir. Jeneratörlerden biri kendisini çalıştırılan motora, diğeri ise APU'ya bağlanmıştır (gösterilmemiştir). Her bir jeneratörden çıkan besleyici kablolar genellikle uçuş kabininin zemininin altında bulunan merkezi dağıtım kompartimanına bağlanacak şekilde gövde ve kanatlardan geçirilmişlerdir. Bu kompartiman daha önce adı geçen bir çok parçayı içinde barındırır: GCB, BTB, GCU veya voltaj regülatörleri, akım transformatörleri, ana dağıtım sistemleri, dağıtım çubuğu koruma devresi, batarya ve batarya şarj cihazı. Dağıtım çubukları ve bunların uzantıları uçuş kabinindeki arka, yan ve tavan devre kesicilerinin arka tarafında bulunabilirler.

Bu tipte bir sistem için şema Şekil: 3.2'de gösterilmiştir.

3.2 AYRIK DAĞITIM SİSTEMİ

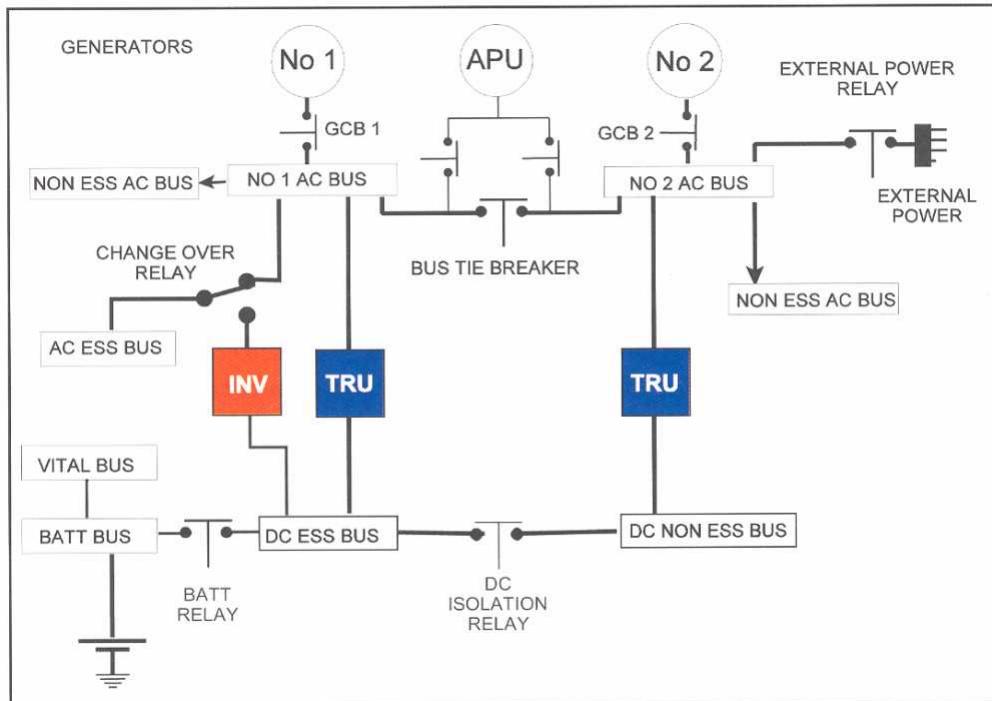
Ayrık dağıtım sistemleri ana güç kaynağı olarak 115/200V 3 fazlı ve sabit frekanslı alternatörler kullanırlar. Paralel olarak çalışacak şekilde tasarılanmamışlardır ve bu yüzden karmaşık paralelleme ve yük paylaşım devrelerine ihtiyaç duymaz. 28V doğru akım kaynağı iki adet Transformatör Redresör Ünitesi (T.R.U.) tarafından iki ayrı alternatif akım dağıtım çubuğundan gelen 115V alternatif akımın 28V doğru akıma çevrilmesiyle sağlanmaktadır. APU'yu çalıştırmak ve gereklili dağıtım çubuklarına sınırlı emercensi güç sağlayabilmek için bir batarya mevcuttur.

Şekil 3.2'de gösterilen devrede alternatörlerden herhangi birinin arızalanması durumunda ana dağıtım çubukları, dağıtım çubuğu bağlantı kesici ile otomatik olarak bağlanacak ve tek bir dağıtım çubuğu gibi görev yapacaklardır. Bu şekilde tüm dağıtım çubuklarına güç kaynağı sağlanmış olacaktır. Bundan sonra uçuşta APU çalıştırılarak jeneratörü alternatif akım çubuk 1 veya çubuk 2 ye bağlanarak tam güç tekrar elde edilebilir. Her alternatör kendi alternatif akım zaruri olmayan servislerine ve bağlı olan T.R.U'lara kaynak teşkil etmesi ile birlikte zaruri alternatif akım yükleri sadece değişim rölesi aracılığıyla 1 nolu ana dağıtım çubuğundan sağlanır. Belirtilmelidir ki, alternatif akım dağıtım çubukları normalde birbirinden izole edilmiş durumdadır, alternatörler paralellenmemiştir.

Her iki alternatöründe arızalanması durumunda normal olarak ana alternatif akım dağıtım çubuğu tarafından beslenen zaruri olmayan alternatif akım servisleri izole edilir.

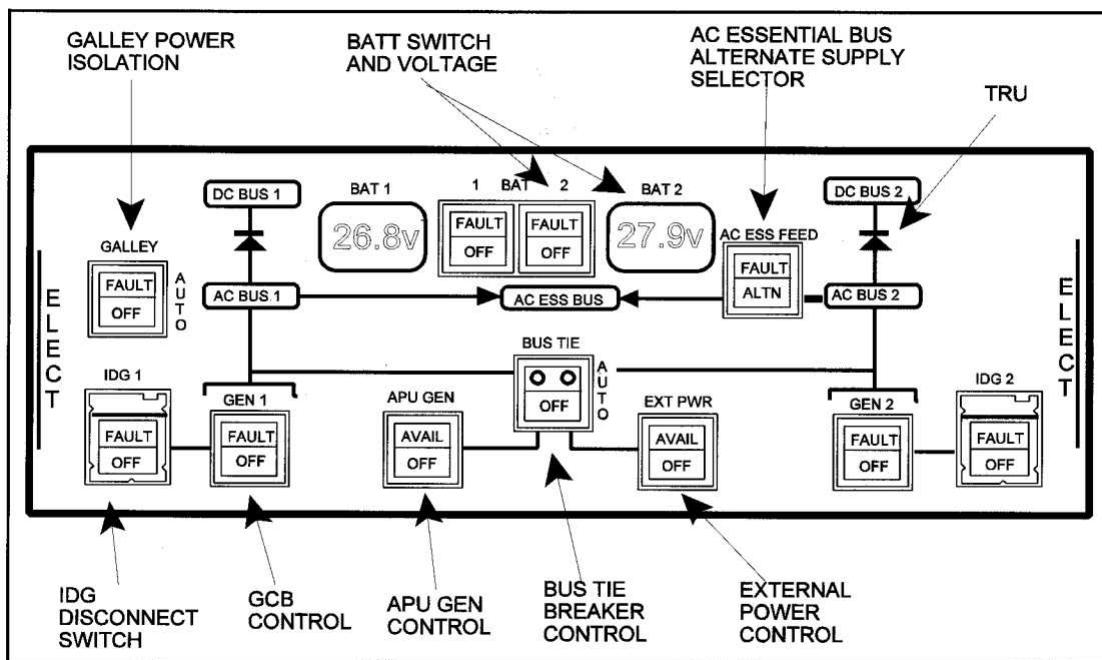
1 nolu ana dağıtım çubuğu ve zaruri alternatif akım dağıtım çubuğu ararsındaki değişim rölesi otomatik olarak değişim konumuna alınır. Bu, zaruri alternatif akım dağıtım çubuğunun emercensi statik dönüştürücüye bağlanması sebep olur ve bu durumda bataryanın tam dolu olması durumunda zaruri alternatif akımı 30 dakika besleyebilir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 3/6
---	--	---	---------------------------------------



Şekil: 3.2

Normal şartlarda şekil 3.2'de görülen doğru akım kaynağı iki bağımsız T.R.U. ve baryadan elde edilir.



Şekil: 3.3

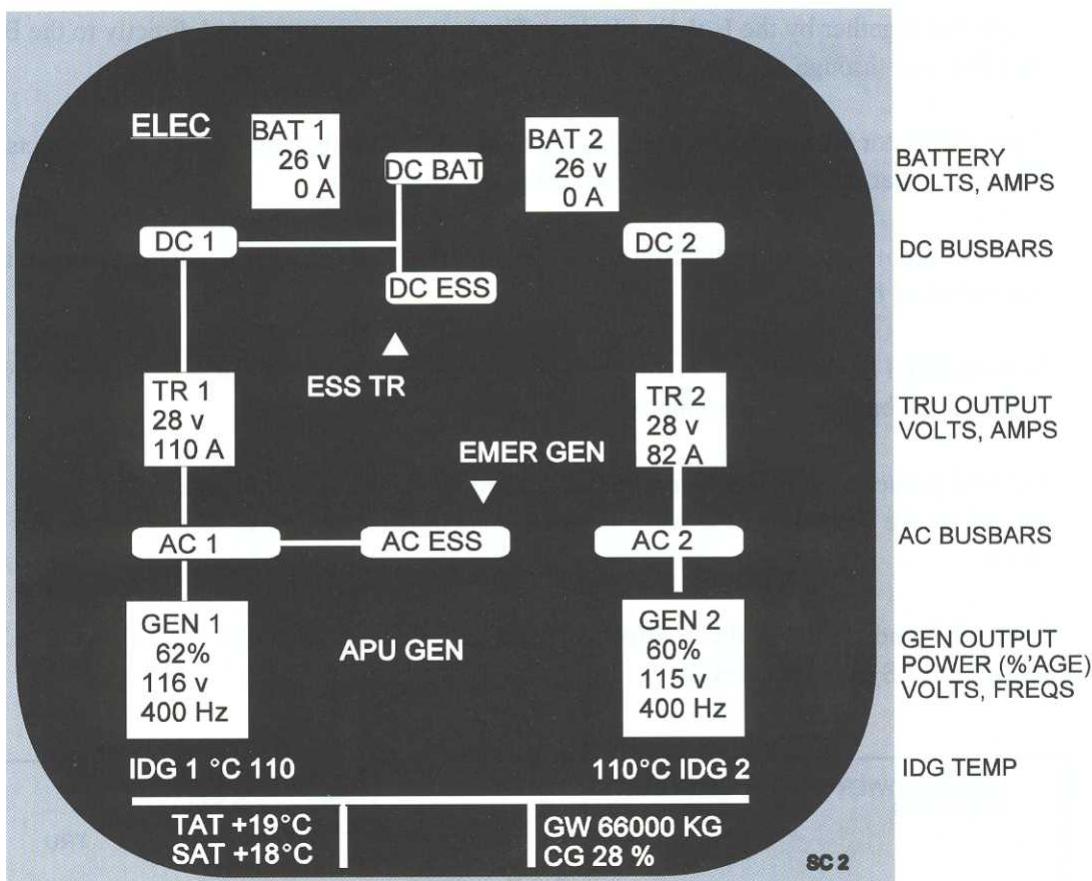
1 nolu T.R.U zaruri doğru akım yüklerini ve 2 nolu T.R.U da zaruri olmayan doğru akım yüklerini besler. Normal çalışma sırasında zaruri ve zaruri olmayan doğru akım yüklerini besleyen iki bağlantı çubuğu izolasyon rölesi ile birbirlerine bağlanmışlardır. Bataryalar ise batarya dağıtım çubuğu ile bağlanmışlardır ve batarya rölesinden de zaruri doğru akım dağıtım çubuğu beslerler. Bir alternatörün arızalanması durumunda her iki T.R.U hala artık kapalı durumda olan dağıtım çubuğu bağlantı kesici bvağlıları ile beslenir ve tüm doğru akım tüketicilerini besler.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 4/6
---	--	---	---------------------------------------

Her iki alternatörün arızalanması durumunda doğru akım izolasyon rölesi açılacak ve zaruri ve zaruri olmayan dağıtım çubuklarını ayırrı.

Zaruri olmayan yüklerde artık güç sağlanamayacaktır, fakat doğru akım ve alternatif akım zaruri yükleri batarya dağıtım çubuğu ile beslenecektir, (alternatif akım yükleri statik dönüştürücü ile).

Harici güç yada A.P.U.'dan gelen kaynak, yerdeki uçağın tüm elektrik servislerini beslemek amaçlı kullanılabilir ancak, uçuşa A.P.U. jeneratörü sadece bir dağıtım çubugunu beslemeye yeterli olabilir. Şekil 3.3 ve 3.4 tipik bir ayrık sistem olan Airbus A320 uçağının kontrol panelini ve ECAM göstergesini göstermektedir.



Şekil: 3.4

3.3 PARALEL DAĞITIM SİSTEMİ

Şekil: 3.5 paralellenmiş dört jeneratörlü bir sistemi göstermektedir. Bu sistem alternatörün çok farklı kombinasyonlarda kullanımına izin vermektedir. Sistemin çalışması alternatör alanının uyarılması ile başlar ve bu da çıkışını G.C.B. faaliyete geçmeden önce gerekli limitler içerisine getirir.

G.C.B kapandığında kendisine bağlı olan alternatörü Yük Dağıtım Çubuğu'na bağlar. G.C.B. bir kez kapandıktan sonra tüm devre faaliyeti boyunca kapalı durumda kalacaktır.

Normal çalışmada dağıtım çubuğu bağlantı kesicileri G.C.B nin kapanmasıyla alternatörün senkronize edici bağlantı çubugu'na etkin olarak bağlanacağı şekilde kapalı durumdadırlar. Bu durumda diğer çift alternatör (1 & 2 veya 3 & 4) açık duruma geldiğinde ve sadece GCB sinin kapalı duruma geçmesine izin verecek şekilde voltaj, frekans ve faz sırası sağlandığında, senkronize edici bağlantı çubuğu ile paralel bağlanacaktır.

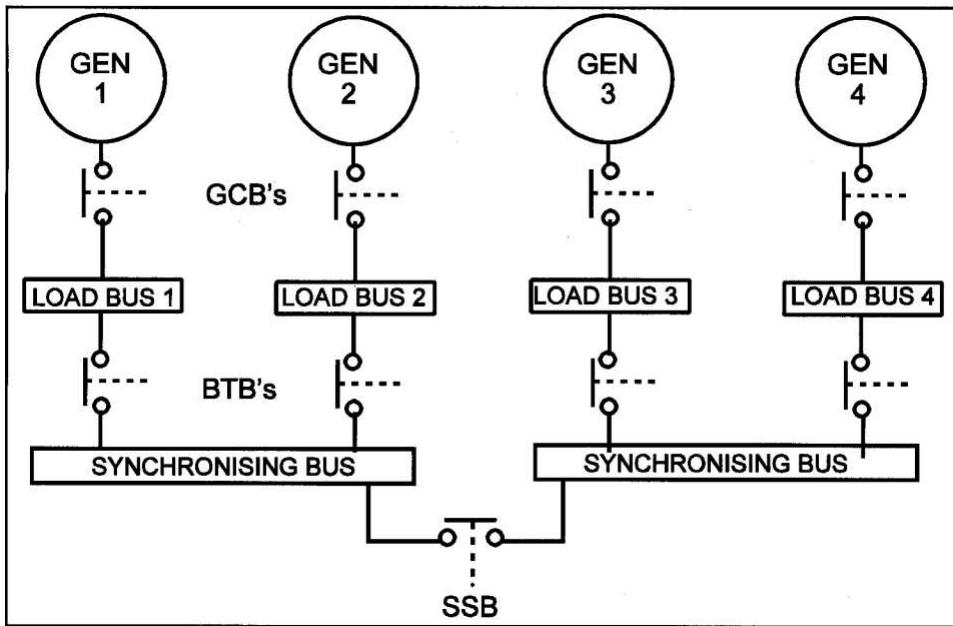
Yukarıda anlatılan sisteme uçuş fazına veya sistem gereksinimlerine bağlı olarak ayrık sistem kesici tarafından izole edilen yada birleştirilen iki adet senkronize edici dağıtım çubuğu bulunmaktadır.

Senkronize edici dağıtım çubuklarını birbirlerinden izole etmek, örneğin; ikili otopilot otomatik iniş sırasında iki otopilotun tamamen ayrık güç kaynakları kullanma ihtiyacını karşılayacak şekilde alternatörlerin paralellenmiş çiftler şeklinde çalışmasına imkan verir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 5/6
---	--	---	---------------------------------------

Şekil: 3.5'de gösterilen sisteme benzer bir sisteme tek bir alternatör arızası olması durumunda, bağlılı G.C.B'nin açılması onun çiftlenmiş alternatörlerinin her ikisini de beslemesine imkan verecektir. Ancak, bu o alternatöre diğer senkronize edici dağıtım çubuğuundaki çift ile çalıştığı durumdan daha büyük bir yük binmesini sağlayacaktır.

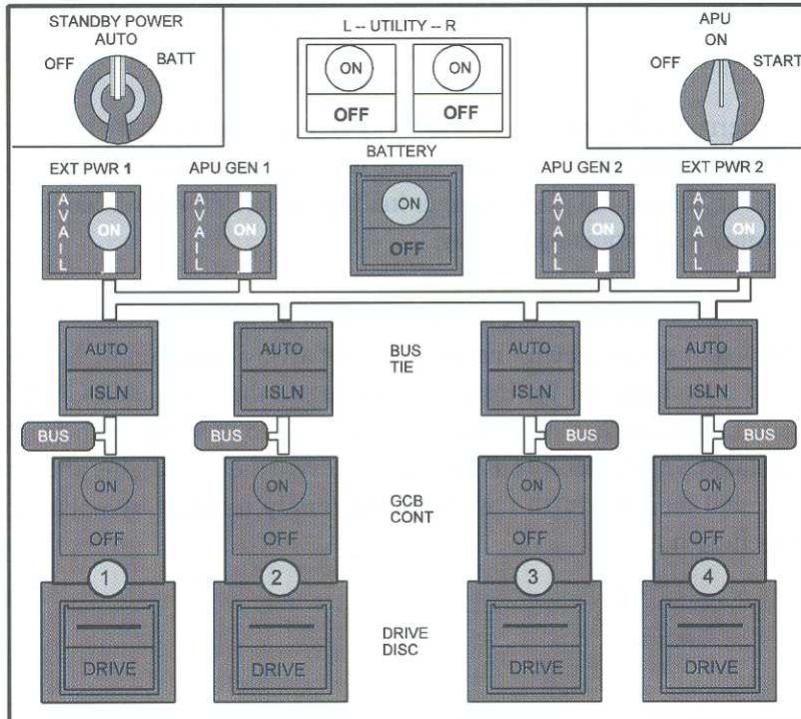
S.S.B.'nin kapanması her üç alternatörün paralel çalışmasını sağlayacak böylece toplam uçak yünün aralarında paylaşılmasını sağlayacaktır. Ancak bu durumda arızalar basit olmayacağıdır. Örneğin; bir dağıtım çubuğuundaki topraklama arızası varsa bağlılı G.C.B.'nin açılması çok az katkı sağlayacaktır. Diğer alternatörler bu durumda toprak arızasını beslemeye çalışacaktır. Arızalı bağlantı çubuğu ile bağlılı B.T.B.'nin çalışır duruma geçmesi diğer alternatörlerin arızadan etkilenmesine engel olur. Daha sonra ise toprak hatası kendisini besleyen alternatörün G.C.B.'sının açılmasıyla tamamen izole edilebilir.



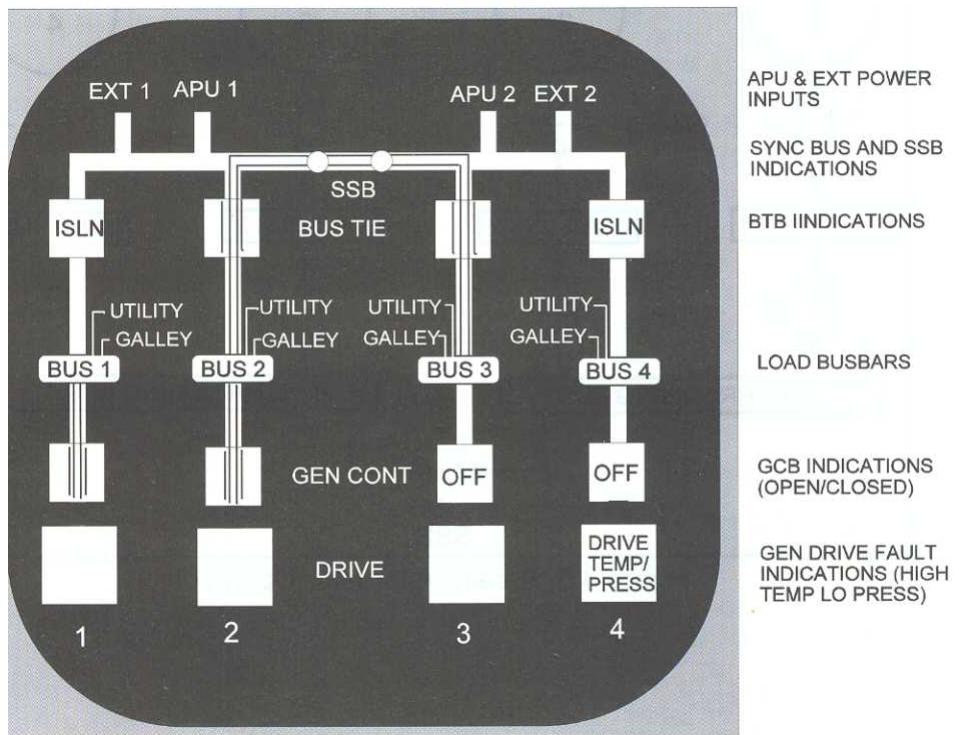
Şekil: 3.5

Bu tipte paralellenmiş sisteme örnek bir uçak Boeing 747-400 dür. Aşağıda gösterilen şekil 3.6 ve 3.7 elektrik sistemi için kontrol paneli ve EICAS göstergesi gösterilmiştir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 6/6
---	--	---	---------------------------------------



Şekil: 3.6



Şekil: 3.7

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/5
---	--	---	---------------------------------------

BÖLÜM 4

TRANSFORMATÖRLER

İÇİNDEKİLER

- 4.1 TRANSFORMATÖRLER**
- 4.2 DÖNÜŞÜM ORANI**
- 4.3 TRANSFORMATÖRDE GÜÇ**
- 4.4 ÜÇ FAZLI TRANSFORMATÖRLER**
- 4.5 OTOMATİK TRANSFORMATÖRLER**
- 4.6 ALTERNATİF AKIMIN DOĞRU AKIMA ÇEVİRİLMESİ**
- 4.7 YARI DALGA REKTİFİKASYONU**
- 4.8 TAM DALGA REKTİFİKASYONU**
- 4.9 ÜÇ FAZLI REDRESÖRLERİ**
- 4.10 TRANSFORMATÖR REDRESÖR ÜNİTESİ (TRU)**
- 4.11 İNVERTERLER**



4.1 TRANSFORMATÖRLER

Alternatif akım kaynaklarının doğru akım kaynaklarına karşı olan en önemli avantajlarından biri transformatörler yardımıyla alternatif akımın değişken voltajının çok yüksek verimle arttırılıp azaltılabilmesindeki kolaylıktır.

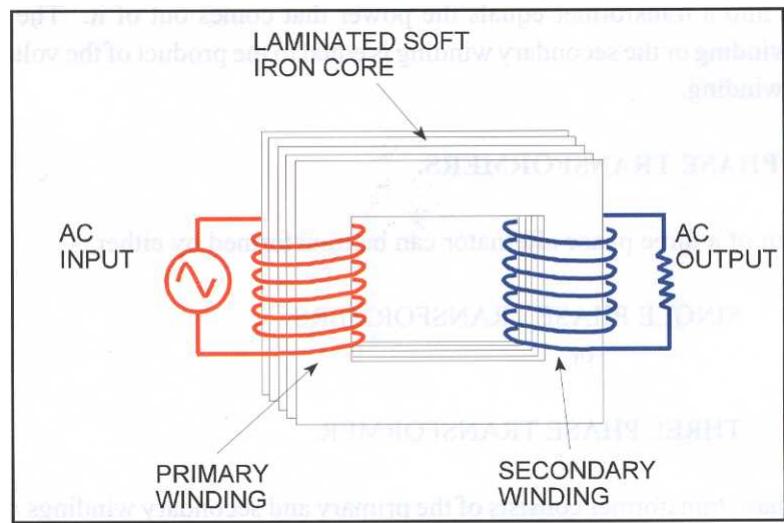
Basit bir transformatör, katmanlardan oluşan yumuşak demirden yapılmış ortak bir çubuğu etrafındaki elektriksel olarak ayrı iki ayrı bobinden oluşur. Bu tamamen kapalı manyetik bir devre oluşturur. **Şekil:4.1.**

Birincil sarmal alternatif akım kaynağına bağlanmış, çıkış ise ikincil sarmaldan alınmaktadır.

Birincil sarmaldaki alternatif akım ve voltaj ikincil sarmal ile bağlantı oluşturan bir değişken manyetik akı yaratır.

İkincil sarmaldaki bu değişken manyetik akı burada çıkış voltajı olarak kullanılabilen ve karşılıklı etkileşimle oluşan bir elektromotif kuvvet oluşturur. Bu voltaj giriş voltajı ile 180° faz farkında olacaktır. İkincil sarmalın üç noktalarına bir yük konduğu takdirde burada bir akım olacaktır.

Şekil: 4.1

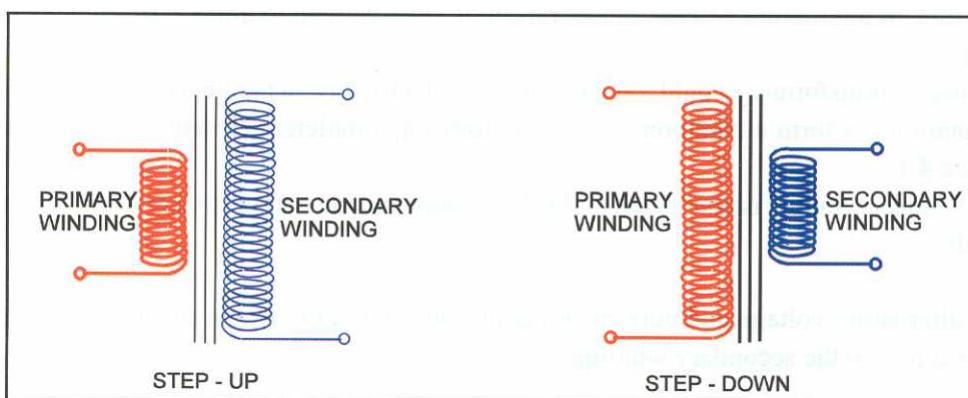


4.2 DÖNÜŞÜM ORANI

Bir transformatörün dönüşüm oranı ikincil sarmaldaki dönüş sayısının (N_2) birincil sarmaldaki dönüş sayısına (N_1) oranıdır. Dönüşüm oranı aynı zamanda aşağıdaki formülün kullanılması yardımıyla giriş ve çıkış voltajlarının belirlenmesinde kullanılabilir.

$$\text{DÖNÜŞÜM ORANI (r)} = N_2 / N_1 = E_2 / E_1$$

Dönüşüm oranı birden büyükse transformatore Arttırıcı transformatör, küçükse Azaltıcı transformatör denir. **Şekil: 4.2**



Şekil: 4.2



4.3 TRANSFORMATÖRDE GÜC

Transformatörlerde oluşan çok küçük kayıpları gözardı edecek olursak, transformatöre giren güç ile çıkan güç eşit olacaktır. Her iki sarmalda da güç, voltaj ile akımın çarpımına eşit olacaktır.

4.4 ÜÇ FAZLI TRANSFORMATÖRLER

3 fazlı bir alternatörün çıktısı aşağıdakilerden biri ile dönüştürülebilir:

- a) 3 adet tek fazlı transformatör ile,
- b) 1 adet üç fazlı alternatör ile.

Üç fazlı bir transformatör her faz için katmanlı demir tabakaların üçünden birine sarılmış birincil ve ikincil sarmallardan oluşur.

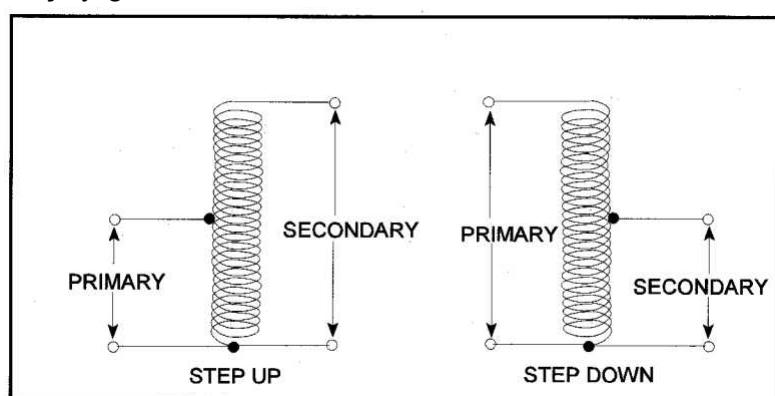
4.5 OTOMATİK TRANSFORMATÖRLER

Uçak üzerindeki cihazların çalışması için alternatif akıma ihtiyaç duyulan durumlarda transformatör kullanılarak kaynak azaltılabilir, yada bazı zamanlarda arttırılabilir. Cihazlar için genelde ihtiyaç duyulan kaynak 26 Voltluk alternatif akım olacaktır. Bir otomatik transformatör, kapalı manyetik bir devre oluşturacak şekilde katmanlı demire sarılmış tek bir sarmaldan oluşur. Şekil 4.3 otomatik transformatörlerde birincil ve ikincil arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Belirtilmelidir ki, sarmalın bir kısmı hem birincil hem ikincil akımları taşırlar çünkü bu kısım her iki sarmal için ortaktır.

Şekil: 4.3

Otomatik transformatörler daha az kabloya sahip olduklarıdan iki sarmalı transformatörler göre daha ucuzdurlar. Ancak birincil ve ikincil sarmalları elektriksel olarak izole edemediğinden birçok devrede kullanılamazlar.



4.6 ALTERNATİF AKIMIN DOĞRU AKIMA ÇEVİRİLMESİ (REKTİFİKASYON)

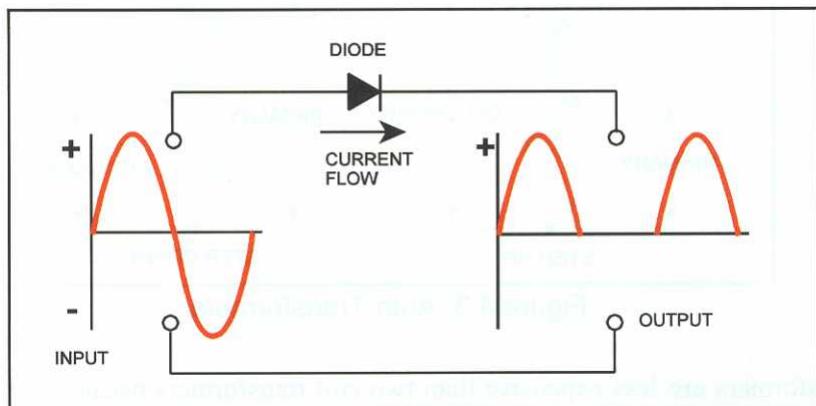
Redresör, alternatif akımı doğru akıma dönüştüren bir cihazdır. Diyot redresör, yarı iletkenler bölümünde anlatılacaktır ve modern uçak devrelerinde sıkılıkla kullanılan bir cihazdır. Alternatif akımı doğru akıma dönüştürmek yada "Bloke edici diyot" olarak bir doğru akım sisteminde ters akım olmasını engellemek üzere kullanılır.

Bir diyot bir yönde yüksek dirence sahipken diğer yönde düşük dirence sahiptir. Diyot redresör için kabul edilen simbol ve akım yönü şekil 4.4'de gösterilmiştir.

4.7 YARI DALGA REKTİFİKASYONU

Bir transformatörün ikincil sarmalına yerleştirilen bir diyot yük üzerinden geçen akımın sadece bir yönde geçmesini sağlar. Buna yarı dalga rektifikasiyonu denir. Alternatif akım dalgasının alt yarısı bloke edilir ve çıkış frekansı giriş frekansı ile eşittir. Şekil 4.4

Şekil: 4.4

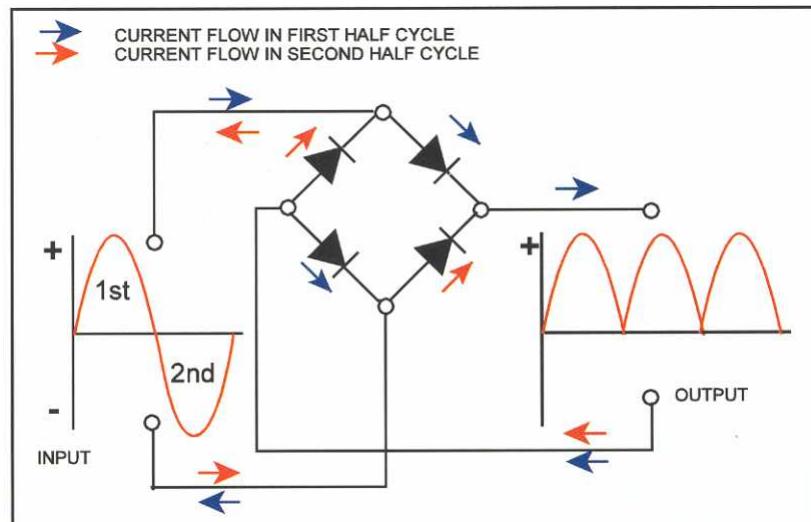




4.8 TAM DALGA REKTİFİKASYONU

Yarı dalga rektifikasyonu sonucu aralarda kalan boşlukları doldurmak için bir Köprü Redresörü kullanılabilir. Şekil 4.5'de de görülebileceği gibi, köprü devresinin bir yarısı akıma yüksek direnç göstermesine karşın diğer yarısı akımın çok daha rahat akmasına olanak verir. Bu düzen köprünün çıkışının tek bir polariteye sahip olmasını sağlayacak şekilde özel olarak dizayn edilmiştir. Çıkış, karşısına bir kapasitör konulması durumunda belli bir ölçüde düzgünleştirilebilir.

Şekil: 4.5



4.9 ÜÇ FAZLI REDRESÖRLER

Üç fazlı bir kaynağın rektifikasyonu bir köprü devresinde altı redresörün kullanımı ile etkilenebilir. Bu Şekil: 4.6'da gösterilmiştir. Üç fazlı bir redresörün çıkışı temel olarak muntazamdır.

4.10 TRANSFORMATÖR REDRESÖR ÜNİTESİ (TRU)

TRU'lar bir alternatif akım dağıtım sistemindeki doğru akım ihtiyacını karşılamak üzere transformatör ve redresörü tek bir üniteye birleştirerek belli bir voltajdaki alternatif akımı başka bir voltajdaki doğru akıma (115/200V alternatif akımı 28V doğru akıma) dönüştürür.

TRU'lar düzgün doğru akım çıkışı elde etmek üzere değişken olmayan çok fazlı ünitelerdir. TRU çıkışlarının göstergeleri uçuş kabinindeki ana elektrik panelinde gösterilir.

Soğutma, aşırı ısınma uyarı sistemi ile sıcaklığı takip edilen üniteye hava çekişi yapılması ile sağlanır.

4.11 INVERTERLER

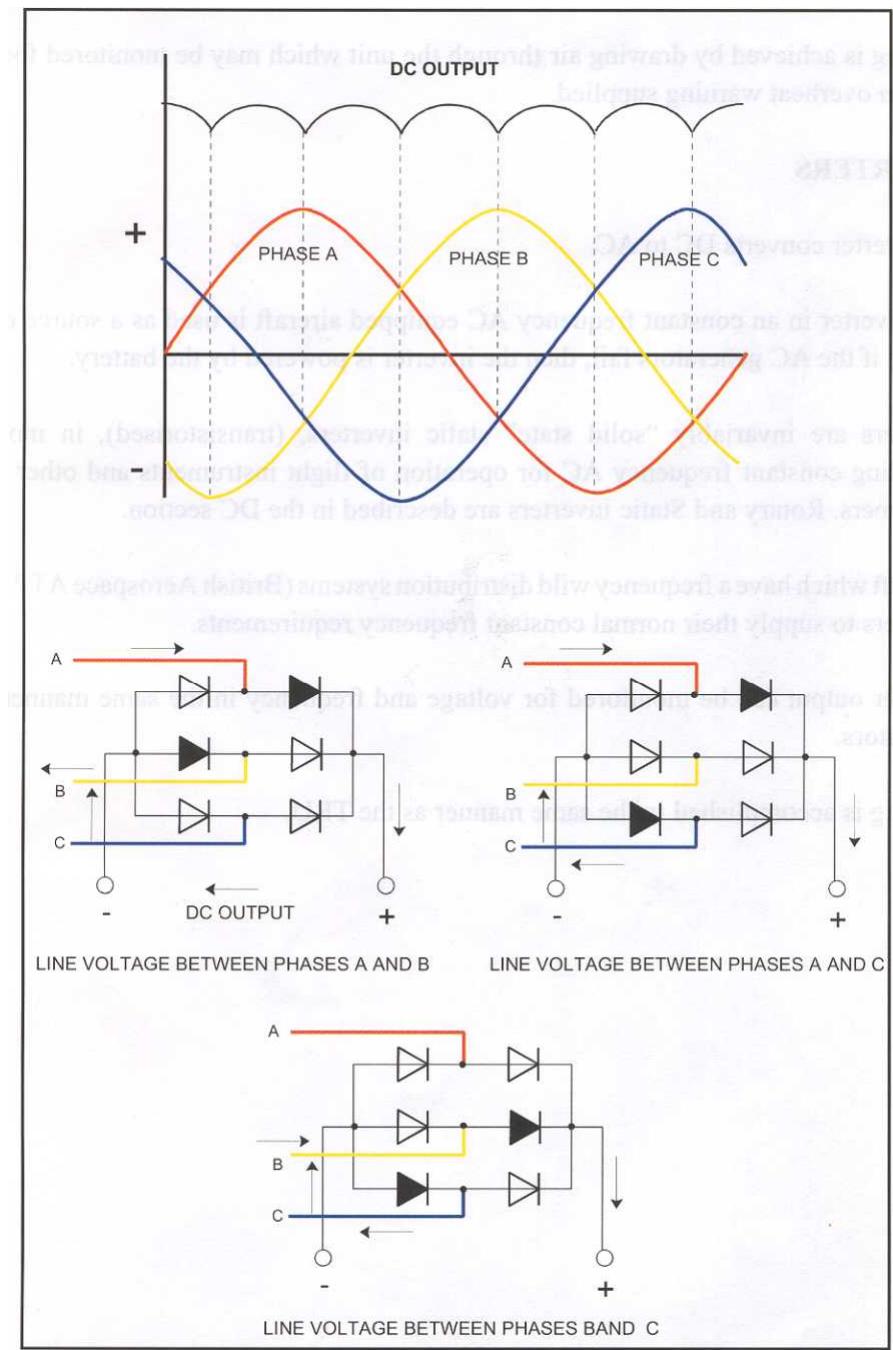
Inverter, doğru akımı alternatif akıma dönüştürür.

Inverterler, sabit frekanslı alternatif akımla donatılmış uçaklarda alternatif akım jeneratörlerinin arızalanması durumunda acil durum kaynağı olarak kullanılır ve batarya ile beslenir. Inverterler, modern uçaklarda uçuş cihazlarının ve diğer zaruri alternatif akım tüketicilerine sabit frekanslı alternatif akım sağlayan yarı iletkenlerden oluşan statik inverterlerdir. Dönen ve statik inverterler doğru akım bölümünde anlatılmıştır.

Vahşi frekanslı dağıtım sistemleri olan uçaklar normal, sabit frekans ihtiyaçlarını karşılamak için inverterleri kullanır.

Inverter çıkışının voltaj ve frekans takibi ana jeneratörler ile aynı şekilde yapılırlar.

Soğutma TRU'lar ile aynı şekilde yapılır.



Şekil: 4.6

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/32
---	--	---	--

BÖLÜM 5

ALTERNATİF AKIM MOTORLARI

İÇİNDEKİLER

5.1 ALTERNATİF AKIM MOTORLARI

5.2 ALTERNATİF AKIM MOTORLARININ ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

5.3 SENKRONİZE MOTORLAR

5.4 İNDÜKSİYON MOTORLARI

5.5 SİNCAP KAFESİ ROTORU

5.6 İNDÜKSİYON MOTOR STATORU

5.7 KAYMA HIZI

5.8 TEK FAZLI İNDÜKSİYON MOTORLARININ ÇALIŞTIRILMASI

5.9 HATALI ÇALIŞMA

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/32
---	--	---	--

5.1 ALTERNATİF AKIM MOTORLARI

Alternatif akım motorları çoğu durumda doğru akım motorlarının yerini alabilirler ve kullanımları daha az problemlidir. Doğru akım motorları akım yönünün değişimi konusunda problemlidirler. Yüksek irtifa uçuşları ark yapma probleminden dolayı özellikle sıkıntılıdırlar.

Fırça ekipmanı bir başka zayıf halkadır. Fırçalarda oluşan ısınma tutuculara yapışmasına ve buna bağlı olarak da çoğunlukla açık devre durumuna gelip de motor durmasına kadar gidebilen komütatör ile aralarındaki direncin artmasına sebep olur.

Senkronize alternatif akım motorları ise yine fırça kullanmakta, rotorlarına yüzyükler üzerinden daha düşük bir doğru akım gelmekte ancak genel olarak daha az sorun yaratmaktadır.

Alternatif akım motorları, hızları güç kaynağı tarafından uygulanan frekansa bağlı olduğu için daha ziyade sabit hız uygulamaları için uygundur.

Alternatif akım motorları tek yada çok fazlı güç kaynakları tarafından çalıştırılabilir.

5.2 ALTERNATİF AKIM MOTORLARININ ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

Alternatif akım motorunun çalışma prensibi, tek yada çok fazlı olması durumunda aynıdır. **Motorun statoruna uygulanan alternatif akım dönen bir manyetik alan yaratır** ve bu da rotorun dönmesini sağlar.

Uçaklarda kullanılan motorların büyük çoğunluğu iki tipe bölünebilirler:

- a) **Senkronize Motorlar:** Bunlar temel olarak, motor olarak çalıştırılan alternatörlerdir. Statora alternatif akım uygulanırken rotorun doğru akım güç kaynağı bulunmaktadır.
- b) **İndüksiyon Motorları:** Statora alternatif akım uygulanırken rotorun bir güç kaynağı bulunmamaktadır.

5.3 SENKRONİZE MOTORLAR

Senkronize motorlar isimlerini, rotorun dönüşü ile dönen manyetik alanın senkronize olmuş olmasından dolayı almaktadırlar. Yapımı dönen manyetik alanlı alternatörün ile temelde aynıdır.

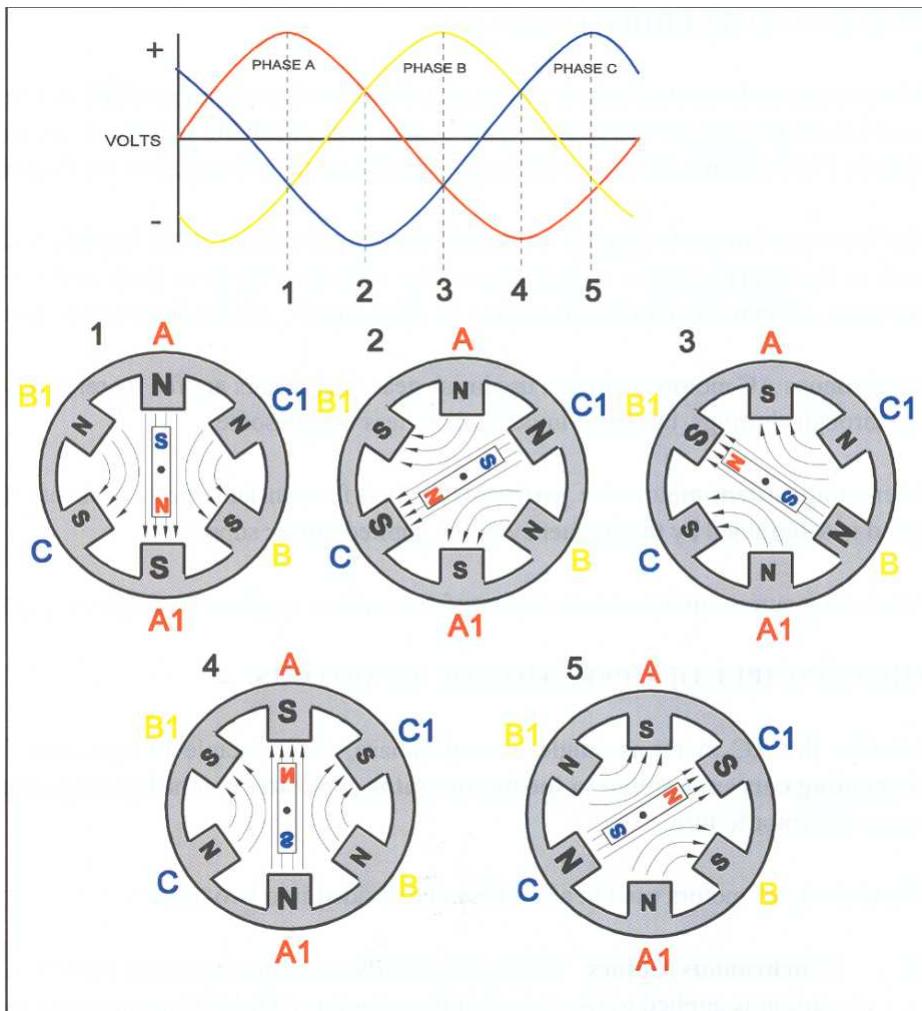
Şekil: 5.1'de de görülebileceği gibi, statora üç fazlı bir kaynağın uygulanması rotor etrafında dönen bir manyetik alanın oluşmasına neden olur. Bu alanda bir çubuk mıknatıs bulunmuş olsa idi senkronize bir şekilde (dönen manyetik alanla aynı hızda) dönecekti.

Aynı şekilde doğru akımla enerjisi verilen bir senkronize motor bir mıknatıs gibi davranışır. Stator tarafından yaratılan manyetik alanla etkileşir ve alan dönerse rotor da döner.

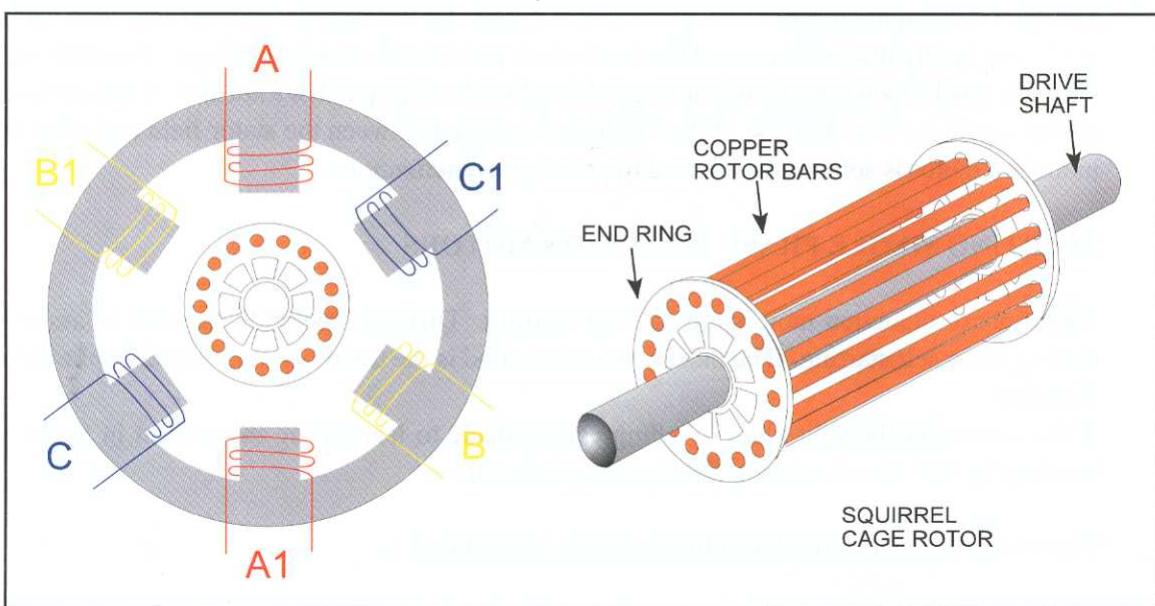
Senkronize motorlar aslında dönüş hızının kaynak frekansına bağlı olduğu tek hızlı motorlardır. Coğu durumda kaynak frekansı sabit olduğundan motor hızı da sabittir. Senkronize bir motor kutup sayısının aynı olması durumunda kendisini besleyen alternatör ile aynı hızda dönecektir. Bir başka deyişle 4 kutuplu bir senkronize motor, sabit frekanslı 400 Hz. Bir kaynak ile beslenirse sabit olarak 12,000 Rpm hızda dönecektir.

Senkronize motorların bir dezavantajı kendi kendilerini başlatamalarıdır. İlk dönmenin elde edilebilmesi için rotora senkronize hızına getirmekte yardımcı olacak etkileşim sarmalları eklenecektir.

Senkronize edilmiş motorlar motor rpm'ini göstermek için kullanılır. Küçük üç fazlı bir alternatör (takojeneratör) motor tarafından çalıştırılır ve buna bağlı olarak kaynağın frekansı direk olarak motor hızına bağlıdır. Elektriksel çıkış, rpm göstergesindeki senkronize motora bağlıdır. Gösterge iğnesi bir sürekli mıknatıs ve 'sürükleme kabi' aracılığıyla senkronize motorla bağlanmıştır. Senkronize motor döndükçe etrafındaki sürükleme kabını da sürüklüyor. Motor ne kadar hızlı dönerse sürükleme kabıda o kadar uzağa sürüklendir ve iğne skala üzerinde daha ileriye gider. Dolayısıyla iğnenin hareketi motor rpm'ine bağlıdır.



Şekil: 5.1



Şekil 5.2

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 4/32
---	--	---	--

5.4 İNDÜKSİYON MOTORLARI

İndüksiyon motorları ismini, rotorda, statordaki dönen manyetik alandan indüklene alternatif akımdan dolayı almıştır.

Basılığinden, yaygınlığından ve üretiminin nispeten daha ucuz olmasından dolayı çok sıkılıkla kullanılmaktadır.

Daha ucuz olmasının sebebi rotorun kendi başına bir ünite olması ve bir kaynağa bağlı olmamasından kaynaklanmaktadır.

5.5 SİNCAP KAFESİ ROTORU

Rotor, çevresi boyunca eşit aralıklarla yerleştirilmiş birçok bakır veya alüminyum dikey çubuklara sahip silindir biçiminde bir kademeli demir yapıdan oluşur. Bu çubuklar her uçtan aynı malzemeden olan halkalarla Sincap Kafesi denen birleşik bir yapı oluşturacak şekilde bağlanmıştır. Rotor çubukları çok düşük dirence sahip bir malzemeden yapılmıştır ve buna bağlı olarak üzerinden yüksek akımlar geçebilir.

5.6 İNDÜKSİYON MOTOR STATORU

Stator, sayısı kutup sayısına ve güç kaynağındaki faz sayısına göre değişen sarmallardan oluşur. Dönen manyetik alan statorda oluşur ve temel olarak düşük dirençli kapalı bir devre olan rotorun çubuklarını keser. Oluşan indüklenmiş voltaj sincap kafesi içinde oldukça yüksek bir akım oluşturur. Bu akım dönen bir tork oluşturmak üzere dönen manyetik alanla etkileşen kendi manyetik alanını oluşturur. Üç fazlı bir motorun kaynağının iki fazının yönü değiştirilirse, dönüş yönü de değişecektir.

5.7 KAYMA HIZI

Motorun hızı kaynağın frekansına ve motordaki yükle bağlıdır. Rotor hiçbir zaman gerçek senkronize hızına ulaşmaz. Ulaşsa idi sincap kafesi çubukları hiçbir güç çizgisi tarafından kesilmez ve dolayısıyla indüklenmiş voltaj üretmez. Senkronize hız ile rotor hızı arasındaki farka kayma hızı yada rotor kayması denir. Kayma için tipik değer 5% olacaktır. Stator alanı ve rotor hızları arasındaki farklılıktan dolayı, indüksiyon motorları bazen **asenkronize** motorlar olarak da adlandırılır.

5.8 TEK FAZLI İNDÜKSİYON MOTORLARININ ÇALIŞTIRILMASI

Tek fazlı indüksiyon motorları kendi kendini çalıştırabilecek özellikte değildir. Kendi kendilerini çalıştırıbmelerine yardımcı olmak için farklı metotlar uygulanmaktadır. Bu metotlardan en yaygını Ayrık Faz Sarmalıdır.

Ayrık faz sarmalındaki akımın ana sarmaldaki akımın 90° gerisinde veya ilerisinde olması sağlanırsa dönen bir alan oluşturulabilir.

İleride veya geride olma aşağıdaki şekillerde sağlanabilir:

- a) Direnç başlatması,
- b) İndüktans başlatması,
- c) Direnç/İndüktans başlatması,
- d) Kapasitans başlatması.

Bu metotların her birinin uygulanması motorun çıkış gücüne bağlıdır. Örneğin, kapasitans motorları genellikle 2 H.P çıkıştan daha az olur.

5.9 HATALI ÇALIŞMA

Üç fazlı bir indüksiyon motoruna olan kaynağın bir fazı arızalanabilir. Motor hafif bir şekilde yüklenmişse büyük olasılıkla normal hızının yarı hızında dönmeye devam edecektir. Bu, motorun monte edildiği yerlerden dolayı olan bir ses çıkaracak ancak hata kendini çok belli etmeyecektir. Hata motor bir daha çalıştırılmaya çalışlığında açığa çıkacak, motor çalışmamacaktır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 5/32
---	--	---	--

AC ELECTRICS 1

1. The impedance of a circuit :-
 a) is the AC inductive load.
 b) is the DC inductive load.
 c) is the total resistance in an AC circuit.
 d) is the highest resistance of a rectifier.
2. The ratio of true power to apparent power is known as :-
 a) Ohms.
 b) the power factor.
 c) kVAs.
 d) the r.m.s. value.
3. In a constant frequency AC supply system, the frequency is determined by :-
 a) the generator drive speed and the number of poles.
 b) engine drive speed and the power factor.
 c) the capacitive reactance.
 d) the impedance.
4. The amount of electrical power output for a given generator weight is :-
 a) dependent on the aircrafts power requirements.
 b) greater for a DC generator.
 c) greater for an AC generator.
 d) determined by the size of the aircraft.
5. The frequency of a supply is quoted in :-
 a) cycles or Hertz.
 b) watts.
 c) megacycles.
 d) cycles / minute.
6. Instrument transformers normally :-
 a) convert 14 volts DC to 26 volts AC
 b) reduce the A.C supply to 26 volts for some instruments.
 c) change 115 volts to 200 volts for engine instruments.
 d) convert 28 volts DC to 28 volts AC

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 6/32
---	--	---	--

7. One advantage that AC has over DC is :-
- a) that T.R.U.s are not required.
 - b) that the generators require less cooling.
 - c) that the cables require less insulation.
 - d) the ease with which the voltage can be stepped up or down with almost 100% efficiency.
8. The voltage output of an AC generator will rise to a maximum value :-
- a) in one direction, fall to zero and rise in the same direction.
 - b) in one direction and remain there.
 - c) in one direction, fall to zero and rise to a maximum value in the opposite direction.
 - d) in one direction only.
9. If the frequency in a circuit is less than it was designed for, then current consumption will :-
- a) decrease.
 - b) remain the same.
 - c) fluctuate.
 - d) increase.
10. In a capacitive circuit, if the frequency increases :-
- a) current decreases.
 - b) current increases.
 - c) current flow is unaffected by frequency change.
 - d) the voltage fluctuates.

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS										
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 7/32
---	--	---	--

AC ELECTRICS**AC ELECTRICS 2**

1. An auto-transformer :-
 - a) varies its turns ratio automatically to maintain a constant output voltage with varying input voltage.
 - b) has only one coil which is used as both primary and secondary.
 - c) will maintain a constant output frequency with a varying supply frequency.
 - d) requires an inductive supply.
2. The line voltage of a typical aircraft constant frequency paralleled AC system is :-
 - a) 115
 - b) 208
 - c) 200
 - d) 400
3. A 400 Hz supply has :-
 - a) an output capacity of 400,000 watts.
 - b) an impedance of 400 ohms.
 - c) a frequency of 400 cycles per second.
 - d) a frequency of 400 cycles per minute.
4. In an AC circuit which is mainly inductive :-
 - a) current will lead voltage.
 - b) current and voltage will be in phase.
 - c) current will lag voltage.
 - d) the power factor will be negative.
5. If the frequency is increased in an inductive circuit :-
 - a) impedance will increase.
 - b) impedance will decrease.
 - c) impedance will remain constant.
 - d) the heating effect will increase.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/32
---	--	---	--

AC ELECTRICS

6. The r.m.s. value of alternating current is :-
- a) the mean current value for one half cycle.
 - b) 1.73 times the peak value.
 - c) equal to the square root of the peak value.
 - d) .707 times the peak value.
7. An alternator is :-
- a) a reversing input switch.
 - b) an AC generator.
 - c) a DC generator.
 - d) a static inverter.
8. A diode :-
- a) has a high resistance in one direction and a low resistance in the other.
 - b) has a high inductance in one direction and a low resistance in the other.
 - c) has a low resistance in both directions.
 - d) has a high resistance in both directions.
9. The number of separate stator windings in an AC generator determines :-
- a) the output voltage of the supply.
 - b) the output frequency of the supply.
 - c) the power factor.
 - d) the number of phases present in the supply.
10. AC generators usually have a rotating field and a fixed armature to :-
- a) reduce the overall diameter of the of the generator.
 - b) allow the output to be taken from the stator.
 - c) reduce the weight of the generator.
 - d) prevent arcing at the commutator.

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS										
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 9/32
---	--	---	--

AC ELECTRICS**AC ELECTRICS 3**

1. kVAR is a measure of :-
 - a) the resistive load on the alternator.
 - b) the reactive load on the alternator.
 - c) the total load on the alternator.
 - d) the total circuit impedance.

2. In a Star wound three phase system :-
 - a) line voltage equals phase voltage and line current equals .707 times phase current.
 - b) line current and voltage are 1.73 times phase current and voltage.
 - c) line current equals phase current and line voltage equals .707 times phase voltage.
 - d) line current equals phase current and line voltage equals 1.73 times phase voltage.

3. Instruments measuring AC are calibrated in :-
 - a) r.m.s. values.
 - b) average values.
 - c) peak values.
 - d) mean values.

4. The output of an AC generator is taken from :-
 - a) the exciter windings.
 - b) the field coils.
 - c) the stator windings.
 - d) the rotor coils.

5. Impedance is the :-
 - a) vector sum of the resistance and the reactance.
 - b) sum of the resistance and capacitive reactance.
 - c) sum of the capacitive reactance and the inductive reactance.
 - d) sum of the resistance, inductive reactance and the capacitive reactance.

6. If an alternator is run at below normal frequency, then :-
 - a) electric motors will stop.
 - b) inductive devices will overheat.
 - c) lights will become dim.
 - d) lights will become brighter.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 10/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS

7. The moving part of an alternator is :-
- a) the rotor.
 - b) the megacycle.
 - c) the stator.
 - d) the frequency.
8. The power factor is :-
- a) kVA
kW
 - b) kW
kVAR
 - c) kW
kVA
 - d) kVAR
kW
9. When reactance is present in a circuit :-
- a) the power factor will be unity.
 - b) the power factor will be negative.
 - c) the power factor will be greater than unity.
 - d) the power factor will be less than one.
10. Generator output frequency is decreased by decreasing the :-
- a) generator field rotation speed.
 - b) generator field voltage.
 - c) generator field current.
 - d) generator field impedance.

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS										
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 11/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS**AC ELECTRICS 4**

1. A step-up transformer is one in which the number of turns on the secondary winding is :-
 - a) the same as the primary if the cable diameter is the same.
 - b) greater than that on the primary.
 - c) less than on the primary.
 - d) always the same as on the primary.
2. The r.m.s. value of AC is :-
 - a) 1.73 times the peak value.
 - b) the peak value times the power factor.
 - c) the peak value which would provide the same heating effect as DC
 - d) the value of DC which would provide the same heating effect.
3. In a reactive circuit :-
 - a) the voltage and current will be out of phase.
 - b) the voltage and current will be in phase opposition.
 - c) the voltage will always be led by the current.
 - d) the voltage and current will be in phase.
4. A transformer which halves the voltage will have :-
 - a) twice as many turns on the secondary as on the primary.
 - b) half as many turns on the secondary as on the primary.
 - c) half as much current flowing in the secondary as in the primary.
 - d) four times as many turns on the secondary as on the primary.
5. The power output of a transformer is :-
 - a) in proportion to the transformation ratio.
 - b) in inverse proportion to the transformation ratio.
 - c) the same as the power input.
 - d) increased in a step up transformer.
6. A capacitor consists of two metal plates :-
 - a) separated by a diabetic.
 - b) which have current flowing between them.
 - c) which will not allow a potential difference between them.
 - d) separated by waxed paper or mica.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 12/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS

7. In a DC circuit, an inductance :-

- a) never has any effect on the voltage.
- b) only affects the voltage upon switching on.
- c) offers opposition to the flow while switching on and off.
- d) will always increase the voltage.

8. The basic unit of inductance is :-

- a) the Henry.
- b) the Ohm.
- c) the Farad.
- d) the Coulomb.

9. With no load across the output terminals of a transformer :-

- a) the current flow will be maximum.
- b) the current flow will be negligible.
- c) the current will be in phase with the voltage.
- d) the voltage in the primary will be always greater than the secondary.

10. A Bridge Rectifier :-

- a) will allow full wave rectification.
- b) will give half wave rectification.
- c) has a high resistance in both directions.
- d) has an output with every other half wave chopped off.

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS										
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 13/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS**AC ELECTRICS 5**

1. A frequency wild alternator must be :-
 - a) paralleled.
 - b) a rotating magnet type.
 - c) self exciting.
 - d) unparalleled.

2. In a 3 phase AC generator circuit, the phase voltage is :-
 - a) greater than line voltage.
 - b) 10% higher than line voltage.
 - c) less than line voltage.
 - d) equal to line voltage.

3. If the voltage induced in the secondary windings is greater than that in the primary then the transformer is :-
 - a) an autotransformer.
 - b) a step up.
 - c) a step down.
 - d) a magnetic amplifier.

4. If an alternator output is frequency wild, it would normally be used for :-
 - a) flight instruments.
 - b) charging a battery.
 - c) all AC equipment.
 - d) prop and engine de-icing systems.

5. The generator output voltage is increased by :-
 - a) putting more load on it.
 - b) the frequency controller.
 - c) decreasing the generator field voltage.
 - d) increasing the generator field current.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 14/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS

6. A constant frequency AC supply in an aircraft with only frequency wild generators is provided by :-
- a) an inverter.
 - b) a diode.
 - c) an auto-transformer.
 - d) a rectifier.
7. An alternator normally used to supply an aircraft's power system would be :-
- a) single phase.
 - b) three phase.
 - c) two phase.
 - d) frequency wild.
8. A permanent magnet in a rotating field generator :-
- a) provides for initial excitation of the field.
 - b) controls the amount of excitation in the stator windings.
 - c) provides the initial excitation in the voltage regulator.
 - d) can be flashed by the application of alternating current.
9. Voltage control of an alternator output is achieved by varying the :-
- a) excitation of the rotating commutator.
 - b) load current.
 - c) excitation of the rotating field.
 - d) power factor.
10. Frequency wild AC is produced when :-
- a) a transformer winding open circuits.
 - b) the voltage regulator is malfunctioning.
 - c) the rotational speed of the generator varies.
 - d) the alternator becomes angry.

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS										
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 15/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS**AC ELECTRICS 6**

1. In a star connected supply system :-
 a) line and phase current are equal.
 b) line current is greater than phase current.
 c) line current is less than phase current.
 d) phase current is 0.707 times line current.

2. In a 3 phase supply system, line voltage would be sensed between the :-
 a) phases only.
 b) phase and earth.
 c) phase and neutral.
 d) phases and earth.

3. In an inductive circuit :-
 a) current leads the voltage.
 b) current lags the voltage.
 c) the voltage is in phase with the current.
 d) only the r.m.s. values vary.

4. In a capacitive circuit, if the frequency increases then :-
 a) current flow is unaffected.
 b) the voltage varies.
 c) current flow decreases.
 d) current flow increases.

5. The power factor is :-
 a) WATTFUL POWER
REAL POWER
 b) RATED POWER
APPARENT POWER
 c) APPARENT POWER
TRUE POWER
 d) REAL POWER
APPARENT POWER

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 16/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS

6. One advantage of three phase generation over single phase generation is that:-
- a) most aircraft services require a three phase supply.
 - b) it can be more easily transformed into DC
 - c) it gives more compact generators and allows lower cable weights.
 - d) the power factor is much lower.
7. In a typical aircraft constant frequency supply system, the phase voltage is :-
- a) 200.
 - b) 115.
 - c) 208.
 - d) 400.
8. An alternator with its output taken from its stationary armature, has :-
- a) a stationary field.
 - b) its field excitation fed directly to the armature.
 - c) AC excitation.
 - d) a rotating field.
9. The phase voltage in a star wound three phase system is measured between :-
- a) phase and neutral.
 - b) two phases.
 - c) two lines.
 - d) neutral and earth.
10. If one phase of a star wound three phase system becomes earthed, it will :-
- a) earth all three phases.
 - b) cause a large current to flow in the neutral.
 - c) have no effect on the other phases.
 - d) cause a reduction in the frequency of the supply.

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS										
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 17/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS**AC ELECTRICS 7**

1. The output of the bridge rectifier mounted between the main generator and the excitation generator in a brushless self excited alternator is :-
 - a) DC for the excitation of the exciter field.
 - b) AC for the excitation of the main field.
 - c) AC for the excitation of the exciter field.
 - d) DC for the excitation of the main field.
2. The alternators fitted in an aircrafts main power supply system would normally be :-
 - a) brushed self excited machines.
 - b) frequency wild.
 - c) self excited.
 - d) externally excited.
3. Transferring electrical energy by means of a magnetic field is called :-
 - a) electrostatic induction.
 - b) electromolecular induction.
 - c) electromagnetic induction.
 - d) electromolecular amplification.
4. A voltage regulator works by :-
 - a) sensing the battery voltage.
 - b) assessing the impedance of the circuit.
 - c) varying the circuit voltage.
 - d) varying the rotating field strength.
5. To ensure correct load sharing on paralleled alternators :-
 - a) both real and reactive loads should be balanced.
 - b) actual loads should be the same.
 - c) reactive loads should be the same.
 - d) the load impedance should be constant.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 18/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS

6. Reactive load sharing is achieved by :-
- a) altering the loads on the bus bars.
 - b) varying the generator rotational speed.
 - c) varying the generator field current.
 - d) altering the C.S.D.U. output torque.
7. Real load sharing is achieved by :-
- a) varying the alternator rotational speed.
 - b) varying the generator field current.
 - c) altering the loads on the bus bar.
 - d) the voltage regulator.
8. The phase relationship of paralleled generators should be :-
- a) unimportant.
 - b) 180° apart.
 - c) synchronous.
 - d) 120° apart.
9. In a constant speed parallel operation alternator system :-
- a) each alternator has its own constant speed drive unit.
 - b) all engines are run at the same speed.
 - c) all alternators are driven by the same engine.
 - d) engine speed is governed by the constant speed drive unit.
10. An aircraft's constant frequency supply is maintained at :-
- a) between 350 - 450 Hz.
 - b) between 380 - 420 Hz.
 - c) between 115 - 200 Hz.
 - d) between 395 - 495 Hz.

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS										
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 19/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS**AC ELECTRICS 8**

1. For a modern aircraft powered by an AC system, the ground power unit must supply :-
 - a) 28 volts AC only.
 - b) 200 volts.
 - c) 115 volts, three phase.
 - d) 200 volts, three phase, 400 Hz.
2. Oil for the operation of a C.S.D.U. is :-
 - a) supplied from the engine oil system.
 - b) a separate self contained supply.
 - c) drawn from a common tank for all C.S.D.U.s.
 - d) only required for lubrication purposes.
3. Malfunction of a C.S.D.U. requires :-
 - a) automatic electrical disconnection of the drive at any time in flight.
 - b) that the input drive will shear on the ground only.
 - c) operation of the drive disconnect switch at any time in flight.
 - d) operation of the drive disconnect switch on the ground only.
4. Before two constant frequency AC generators can be connected in parallel :-
 - a) their frequency, phase, phase sequence and voltage must match, and a means of automatic real and reactive load sharing must be available.
 - b) real and reactive loads must match. Frequency, phase and voltage must be within limits.
 - c) the synchronisation lights on the alternator control panel must be fully bright.
 - d) suitable control arrangements must exist for the sharing of real and reactive loads. these will correct any phase or frequency error existing at the time of connection.
5. The generator control relay (G.C.R) is :-
 - a) in the excitation circuit.
 - b) between the alternator and its load bus bar.
 - c) in the stator circuit.
 - d) between the load bus bar and the synchronous bus bar.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 20/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS

6. The running excitation current for an alternator is :-
- a) AC
 - b) DC from the aircraft batteries.
 - c) DC from the static inverter.
 - d) DC which is rectified AC and could be from a separate excitation generator on the main rotor shaft.
7. If each phase of a three phase star wound system has a phase voltage of 115 volts, the voltage obtained by bridging two phase would be :-
- a) 200 volts AC
 - b) 173 volts DC
 - c) 28 volts DC
 - d) 173 volts AC
8. Protection from 'earth' faults and 'line to line' faults is given by :-
- a) a negative earth detector.
 - b) a fault protection system including a differential protection monitor.
 - c) the synchronisation unit.
 - d) reactive load sharing circuits.
9. Warnings of C.S.D.U. oil overheating are given in the cockpit by :-
- a) audio warning.
 - b) an 'oil overheating' warning light.
 - c) a 'low oil pressure' warning light.
 - d) a temperature gauge.
10. One disadvantage of parallel operation is that :-
- a) faults can propagate, and any error in supply can affect all services.
 - b) the system is less flexible due to the need for additional control and protection circuits.
 - c) the greater load on the C.S.D.U.s means that their power / weight ratio is much reduced.
 - d) there is a considerable increase in complexity compared with a non-parallelled system, due to the need for C.S.D.U.s and load sharing circuits.

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS										
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 21/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS**AC ELECTRICS 9**

1. Alternators in parallel operation require the maintenance of constant frequency and phase synchronisation to :-
 - a) balance the battery voltage when more than one battery is being used.
 - b) prevent recirculating currents.
 - c) control their voltage.
 - d) reduce their magnetic fields.
2. The A.P.U. generator can only be used when :-
 - a) another generator is on line.
 - b) the aircraft is on the ground.
 - c) the bus bars are being fed from another source.
 - d) when no other power source is feeding the bus bar.
3. The purpose of the differential protection circuit in a three phase AC system is :-
 - a) to compare alternator output current to bus bar current.
 - b) to compare on and off load currents.
 - c) to compare the alternators reactive load to its real load.
 - d) to compare the C.S.D.U. efficiency ratings.
4. An alternator driven by a C.S.D.U :-
 - a) can never be paralleled.
 - b) will require a voltage controller.
 - c) will require a lubrication system separated from its drive oil system.
 - d) will not require a voltage controller.
5. The purpose of a synchronising bus bar is to :-
 - a) enable interconnections to be made between generator bus bars.
 - b) supply essential services.
 - c) monitor on-load currents.
 - d) interconnect DC bus bars.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 22/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS

6. In the event of a mechanical malfunction of the alternator :-
- a) the drive disconnect unit will automatically separate the C.S.D.U. from the alternator.
 - b) the real load will be adjusted to compensate.
 - c) the quill drive will fracture.
 - d) the C.S.D.U. oil temperature will decrease.
7. The load meter, upon selection to "kVAR" would indicate :-
- a) total power available.
 - b) reactive loads.
 - c) active loads.
 - d) only DC resistive loads.
8. Disconnection of the C.S.D.U. in flight would be advisable if :-
- a) the frequency meter indicated a discrepancy of greater than 5 Hz between alternators.
 - b) there was an over or under voltage.
 - c) the oil temperature was high or the oil pressure was low.
 - d) the engine failed.
9. To increase the real load taken by a paralleled AC generator, the :-
- a) generator drive torque is increased.
 - b) generator excitation is increased.
 - c) generator drive torque and field excitation are increased.
 - d) generator voltage regulator adjusts the generator rotor torque.
10. Load sharing circuits are necessary whenever :-
- a) generators are operating in series.
 - b) generators are operating independently.
 - c) the ground power and the A.P.U. are serving the bus bars together.
 - d) generators are operating in parallel.

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS										
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 23/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS**AC ELECTRICS 10**

1. Paralleled alternators will have :-

- a) one load meter which measures total system load.
- b) one voltmeter for each alternator.
- c) one load meter for each alternator.
- d) one meter which indicates both voltage and frequency.

2. Frequency controlled generators are :-

- a) always paralleled.
- b) not always paralleled.
- c) never paralleled.
- d) paralleled only when the DC is paralleled.

3. If the C.S.D.U. drive disconnect unit had been used, the drive can :-

- a) only be reconnected when the aircraft is on the ground.
- b) be reinstated in flight from the electrical supply department.
- c) be reinstated in flight from the flight deck.
- d) be reinstated when necessary by using the Ram Air Turbine.

4. When selected to 'kW', the alternator load meter will indicate the:-

- a) total circuit load.
- b) real load.
- c) reactive load.
- d) current flowing in the field.

5. An AC generator's I.D.U. oil system :-

- a) is self contained.
- b) is common with the engine oil system.
- c) is used only for cooling.
- d) is used only for lubrication.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 24/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS

6. An alternator driven by a non-integrated constant speed drive unit, has windings that are cooled by :-
- a) water.
 - b) oil.
 - c) oil and water.
 - d) air and/or oil.
7. The load in a paralleled AC system is measured in :-
- a) kW & kVA.
 - b) kW & kV.
 - c) kV & kVAR.
 - d) kW & kVAR.
8. Paralleled generators must share real and reactive loads :-
- a) to prevent large current flows through the T.R.U.s.
 - b) to prevent out of balance forces being fed through the C.S.D.U.s to the engines.
 - c) to prevent large flows of current from one generator to another.
 - d) to prevent harmonic frequencies being created in the synchronous bus bars.
9. One advantage of running alternators in parallel is that :-
- a) the supply to all circuits is in phase.
 - b) a large capacity is available to absorb heavy transient loads when switching of heavy currents occurs.
 - c) the risk of overloading the system is reduced.
 - d) there is only a requirement for one C.S.D.U.
10. When an external AC supply is feeding the bus bars :-
- a) the internal bus bars are disconnected.
 - b) the aircraft generators are run in parallel with the external supply.
 - c) the aircraft generators are taken off line.
 - d) the synchronising unit will ensure that no frequency difference exists between the aircraft generators and the external supply.

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS										
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 25/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS**AC ELECTRICS 11**

1. The output of an alternator is rated in :-
 - a) kVA.
 - b) kVAR.
 - c) kW.
 - d) kw/kVAR.
2. A three phase AC system can be used to supply :-
 - a) both one or three phase equipment.
 - b) only three phase equipment.
 - c) only single phase equipment.
 - d) only inductive or capacitive loads.
3. In a frequency wild generation system :-
 - a) generators can be run in parallel only when all engine r.p.m.s match.
 - b) generators can never be run in parallel and there can be no duplication of supply.
 - c) generators can never be run in parallel, but after rectification, the D,C, can be fed to a common bus bar to provide a redundancy of supply.
 - d) capacitive and inductive loads can be fed with no problems of overheating.
4. A fault on one phase of a three phase AC star connected system would :-
 - a) have no effect.
 - b) effect only the phase concerned.
 - c) cause inductive loads to overheat.
 - d) affect all three phases.
5. Fuses and circuit breakers are fitted :-
 - a) in DC circuits only.
 - b) in both AC and DC circuits.
 - c) in AC circuits only.
 - d) only to protect the wiring.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 26/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS

6. The purpose of an inverter is :-
- a) to change AC into DC
 - b) to change the frequency of the AC supply.
 - c) to act as a back up for the alternator.
 - d) to change DC into AC
7. A low reactive load on one generator is compensated for by :-
- a) altering the excitation current flowing in its field circuit.
 - b) increasing the rotor speed.
 - c) increasing the real load on the other generators.
 - d) overall load reduction.
8. In the event of a mechanical failure occurring in the generator, the C.S.D.U. is protected by :-
- a) a hydraulic clutch.
 - b) a universal joint.
 - c) a quill drive.
 - d) a feather drive.
9. To increase the real load which is being taken by a paralleled alternator :-
- a) the voltage regulator adjusts the generator rotor torque.
 - b) both its drive torque and its excitation are increased.
 - c) only its excitation is increased.
 - d) its drive torque is increased.
10. Where the aircraft's main electrical supply is A.C, DC requirements are met by:-
- a) batteries.
 - b) T.R.U.s.
 - c) inverters.
 - d) a static inverter.

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS										
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 27/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS**AC ELECTRICS 12**

1. In a split bus system using non-paralleled constant frequency alternators as the primary power source :-
 - a) essential AC loads are supplied directly from N° 1 AC bus bar.
 - b) essential AC loads are supplied directly from N° 2 AC bus bar.
 - c) only non-essential AC loads are supplied from the AC bus bars.
 - d) essential AC loads are normally supplied from N° 1 AC bus bar via the changeover relay.
2. In a split bus system using non-paralleled constantfrequency alternators as the primary power source, if both alternators fail :-
 - a) all non-essential services are lost.
 - b) all non- essential services will be supplied direct from the battery bus bar.
 - c) all non-essential services will be supplied from the static inverter.
 - d) essential DC consumers only will be supplied from the N°1 T.R.U., all other DC services will be lost.
3. In normal operation, the split bus bar AC system takes its DC supply from :-
 - a) two T.R.U.s which are always isolated.
 - b) a battery which is supplied from N° 1 T.R.U. only.
 - c) two T.R.U.s which are connected together by the isolation relay.
 - d) the static inverter.
4. The static inverter in the split bus system supplies :-
 - a) the essential DC consumers.
 - b) the essential AC consumers.
 - c) both essential and non-essential consumers.
 - d) the batteries.
5. In the split bus system, the AC bus bars :-
 - a) are automatically connected via the isolation relay if one alternator fails.
 - b) are automatically connected via the bus tie breaker if one alternator fails.
 - c) can be connected together by switch selection if one alternator fails.
 - d) can never be connected together because there is no load sharing circuit.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 28/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS

6. With parallel generator operation :-
- a) there are two synchronising bus bars which are normally kept isolated.
 - b) the G.C.B.s connect the generators to the synchronising bus bar.
 - c) the B.T.B.s connect the synchronising bus bars together.
 - d) the G.C.R.s connect the generators to their load bus bars.
7. In a parallel alternator operation, should one alternator fail, then :-
- a) the other alternators can be selected to supply its load.
 - b) the failed alternators loads will not be supplied.
 - c) the G.C.B. of the failed alternator will remain closed to allow its loads to be supplied by the remaining alternators.
 - d) the S.S.B. will close allowing the three remaining alternators to share all of the load.
8. An earth fault on a bus bar of a parallel generator system :-
- a) would require that the appropriate G.C.B. should open.
 - b) would require that the appropriate B.T.B. should open.
 - c) would require that both the appropriate G.C.B. and B.T.B. should open.
 - d) would require that all alternators should operate independently.
9. To prevent high circulating currents between paralleled alternators, the following conditions should be met :-
- a) their voltage and frequency must be the same.
 - b) their frequencies must be identical and their phase sequence must be the same.
 - c) their voltage, frequency, phase and phase sequence must all be the same.
 - d) their inductive and capacitive reactances must match exactly.
10. If external power is plugged into an aircraft which utilises the split bus system of power distribution, then :-
- a) it will automatically parallel itself with any alternators already on line.
 - b) it will only supply non-essential AC consumers.
 - c) it will supply all the aircraft services.
 - d) essential AC consumers will be supplied from the static inverter.

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS										
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 29/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS**AC ELECTRICS 13**

1. Synchronous motors are usually supplied by :-
 - a) three phase AC
 - b) single phase AC
 - c) DC to the stator.
 - d) DC to the stator and AC to the rotor.

2. Reversing two phases to a three phase motor will :-
 - a) blow the phase fuses.
 - b) cause the motor to run in reverse.
 - c) overheat the stator windings.
 - d) stall the motor.

3. A synchronous motor runs at a speed that depends upon the supply :-
 - a) voltage.
 - b) current.
 - c) reactance.
 - d) frequency.

4. If one phase of the supply to a three phase motor fails, then :-
 - a) the motor will continue to run at the same speed.
 - b) will slow down and stop.
 - c) will stop immediately.
 - d) will run at about half speed but will not start on its next selection.

5. The basic principle of operation of a 3 phase induction motor is :-
 - a) A rotating field created in the rotor.
 - b) A rotating field created in the stator.
 - c) A stationary field created in the stator.
 - d) A stationary field created in the rotor.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 30/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS

6. In an induction motor :-

- a) the rotor is star connected.
- b) magnetic fields blend evenly with one another.
- c) AC is induced in the rotor.
- d) a DC supply produces DC in the rotor.

7. In a synchronous motor, the rotor is :-

- a) energised by DC and it lines up with the magnetic field in the stator.
- b) wave wound.
- c) both AC and DC energised.
- d) impeded by the AC induced into it.

8. An induction motor has :-

- a) slip rings and brushes.
- b) a commutator.
- c) no slip ring or brushes.
- d) slip rings but no brushes.

9. A squirrel cage rotor :-

- a) is not connected to the supply.
- b) is expensive to produce.
- c) rotates at exactly synchronous speed.
- d) is a closed circuit of high resistance.

10. A starting circuit for a powerful single phase induction motor might be :-

- a) a capacitance starter.
- b) a resistance / inductance starter.
- c) a cartridge starter.
- d) a bump starter.

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS										
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 31/32
---	--	---	---

AC ELECTRICS**AC ELECTRICS WORKSHEET ANSWERS**

AC#1

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS	C	B	A	C	A	B	D	C	D	B
REF										

AC#2

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS	B	C	C	C	A	D	B	A	D	B
REF										

AC#3

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS	B	D	A	C	A	B	A	C	D	A
REF										

AC#4

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS	B	D	A	B	C	D	C	A	B	A
REF										

AC#5

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS	D	C	B	D	D	A	B	A	C	C
REF										

AC ELECTRICS

AC#6

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS	A	A	B	D	D	C	B	D	A	B
REF										

AC#7

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS	D	C	C	D	A	C	A	C	A	B
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 32/32
---	--	---	---

AC#8

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS	D	B	C	A	A	D	A	B	D	D
REF										

AC#9

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS	B	D	A	B	A	C	B	C	A	D
REF										

AC#10

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS	C	B	A	B	A	D	D	C	B	C
REF										

AC ELECTRICS

AC#11

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS	A	A	C	D	B	D	A	C	D	B
REF										

AC#12

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS	D	A	C	B	B	A	D	C	C	C
REF										

AC#13

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ANS	A	B	D	D	B	C	A	C	A	B
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/14
---	--	---	--

BÖLÜM 6

TEMEL BİLGİSAYARLAR

İÇİNDEKİLER

- 6.1 BİLGİSAYARLAR**
- 6.2 ANALOG BİLGİSAYARLAR**
- 6.3 DİGİTAL BİLGİSAYARLAR**
- 6.4 İKİLİ SAYI SİSTEMİ**
- 6.5 ONDALIK SAYILARIN İKİLİ SAYILARA ÇEVİRİLMESİ**
- 6.6 OKTAL NOTASYON SİSTEMİ**
- 6.7 HEKSAONDALIK SAYI SİSTEMİ**
- 6.8 DİJİTAL BİLGİSAYAR PARÇALARI**
- 6.9 MERKEZİ İŞLEMCI ÜNİTE**
- 6.10 GİRİŞ ÇIKIŞ CİHAZLARI**
- 6.11 HAFIZA**
- 6.12 UÇAK SİSTEMLERİ**

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/14
---	--	---	--

6.1 BİLGİSAYARLAR

Bilgisayar şu şekilde tanımlanabilir: **Verileri depolayabilen ve veriler üzerinde işlem yapabilen bir cihaz ya da cihazlar bütünüdür. Bir genel maksat bilgisayarı, mantıksal ve aritmetiksel şekillerde problemleri çözebilecek şekilde programlanabilir.**

Elektromekanik ve ikili rakam sistemi kullanan ilk tam çalışan gen maksat bilgisayarı 1941 yılında Konrad Zuse tarafından Almanya'da yapılan Z3 idi.

Temel olarak iki tip bilgisayar vardır.

- a) Analog
- b) Dijital

Günlük hayatımızın bir çok noktasında önemli yer tutan dijital bilgisayarlar yada mikro prosesörler çok daha yaygındır.

6.2 ANALOG BİLGİSAYARLAR

Analog bir bilgisayar üstlendiği hesaplamaları yapabilmek yada gösterebilmek için voltaj da basınc gibi sürekli gösteren fiziksel değişkenleri kullanır.

Analog bilgisayarlar deney yapmanın pahalı, zaman kaybı yaratacak ve tehlikeli olduğu durumlarda mekanik yada diğer sistemleri örneklemek için veya elektronik model olarak kullanılırlar. Örneğin; bir köprü, uçak kanadı yada hareketin olduğu herhangi bir yapı dizayn ederken mühendis, yapının rüzgar hızı ve sıcaklık gibi fiziksel değişkenlere karşı nasıl tepki göstereceğini önceden bilmelidir.

Son yıllarda analog bilgisayarlar, dijital bilgisayarların hareketli sistemleri simule edecek şekilde programlana bilmelerinden dolayı daha az popüler hale gelmişlerdir.

Bu bölümün geri kalanında dijital bilgisayarlar ve onların uçaklardaki kullanımı anlatılacaktır.

6.3 DİJİTAL BİLGİSAYARLAR

Dijital bilgisayarlar işlemlerinde dijital veriler (ikili veriler) kullanırlar. Bu tip veriler sürekli değişkenlerin olduğu analog sistemlerin tersine sadece iki seviyede voltaja sahiptirler. Bu iki seviye anahtarlardaki **AÇIK** ve **KAPALI** durumlara denk gelirler. Dijital devreler **iki aşamalı** devrelerdir. Normalde, kağıt üzerinde çalışılırken sıfırdan dokuzaya kadar olan ondalık sayı sistemi kullanılır. Dijital bilgisayar ise çalışırken **AÇIK – KAPALI**, iki aşamalı yada **İKİLİ** sayı sistemini kullanmak zorundadır.

6.4 İKİLİ SAYI SİSTEMİ

İkili sayı sistemi farklı büyüklükleri sadece 1 ve 0 sembollerini kullanarak ifade eder. 1'den daha büyük bir sayı ikili sayı sisteminde ifade edilmek istendiğinde, semboller sistematik bir şekilde tekrar ederler. Ondalık sistemde olduğu gibi ikili sayı sisteminde de ilk rakamın soluna ekleme yapılarak tekrar yapılır.

Bu yüzden ikili bir sayının yazılış biçimi: 101

Peki aşina olduğumuz ondalık sistemde denk gelen bir sayı nasıl ifade edilir?

Sağdaki $1, 1 \times 2^0$ değerini ifade eder ki bu da 1×1 değerine eşittir.

Ortadaki 0 değeri 2^1 yani 2 değerinin bulunmadığını gösterir.

Soldaki 1 ise 1×2^2 yani 1×4 değerini ifade eder.

Bütün bu değerlerin birbirine eklenmesi sonucunda da ondalık sistemdeki 5 sayısını elde ederiz.

$$\text{İkili } 101 = \text{Ondalık } 5$$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 3/14
---	--	---	--

Aşağıdaki tablo 1 den 10 a kadar olan pozisyonlar için ikili sayıların ondalık sistemde hangi sayılarla denk geldiği gösterilmiştir.

İkili sayı	10.	9.	8.	7.	6.	5.	4.	3.	2.	1.
Üssel değer	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Ondalık değer	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

Yukarıdaki tablo kullanılarak ikili sayılar kolaylıkla ondalık sayılarla çevrilebilir. İkili sayının rakamlarının konumuna denk gelen üssel değerler bulunur ve tümü birbirine eklenir.

Aşağıdaki tablo önceki sayı çevirme örneğine ek başka örnekler göstermektedir. İkili sistemdeki sıfır değerlerinin sayılmadığına dikkat edilmelidir.

İkili sistemdeki 111011 sayısının ondalık sisteme çevrilmesi

İkili rakam	6.	5.	4.	3.	2.	1.
Üs	25	24	23	22	21	20
Ondalık değer	32	16	8	4	2	1
				1	0	1
	1	1	1	0	1	1

$$4 + 1 = 5$$

$$32 + 16 + 8 + 2 + 1 = 59$$

6.5 ONDALIK SAYILARIN İKİLİ SAYILARA ÇEVİRİLMESİ

Ondalık sayıların ikili sayılaraya çevrilmesi için basit olarak ondalık sayı ardışık olarak ikiye bölünür ve kalan not edilir. Kalan ikili sayı olacaktır.

Örnek 1: Ondalık 96 sayısını ikili sayıya çevirin:

Bölüm	Kalan
96/2	48
48/2	24
24/2	12
12/2	6
6/2	3
3/2	1
$\frac{1}{2}$	0

0 (son ikili sayı)

0

0

0

0

1

Ondalık 96 sayısı = ikili 1100000 sayısı

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 4/14
---	--	---	--

Örnek 2: Ondalık 18 sayısını ikili sayıya çevirin:

Bölüm	Kalan
18/2	9
9/2	4
4/2	2
2/2	1
$\frac{1}{2}$	0

0 (son ikili sayı)

1

0

0

1 (ilk ikili sayı)

Ondalık 18 sayısı = ikili 10010 sayısı

Örnek 3: Ondalık 69 sayısını ikili sayıya çevirin:

Bölüm	Kalan
69/2	34
34/2	17
17/2	8
8/2	4
4/2	2
2/2	1
$\frac{1}{2}$	0

1 (son ikili sayı)

0

1

0

0

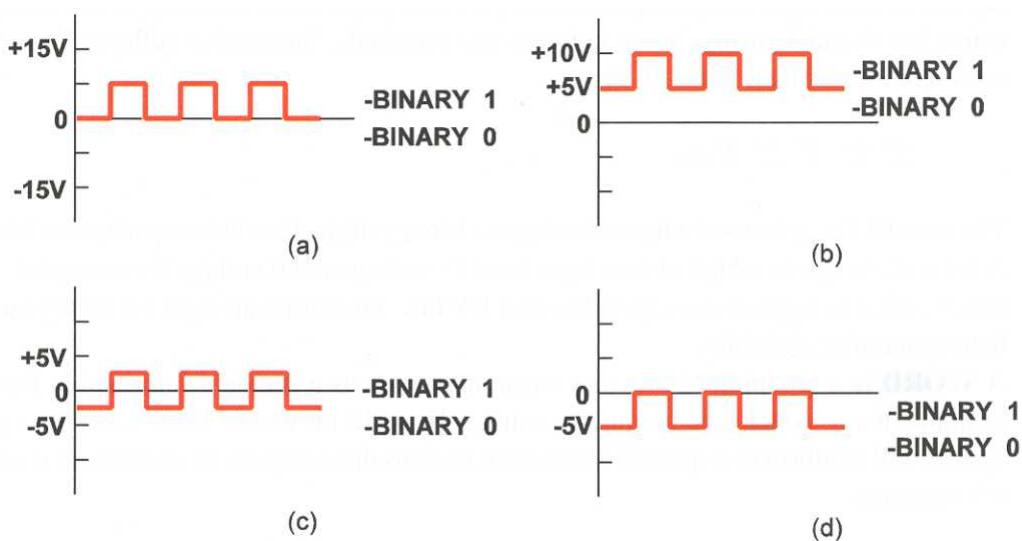
0

1 (ilk ikili sayı)

Ondalık 69 sayısı = ikili 1000101 sayısı

Pozitif mantık:

İkili 1 sayısı genellikle pozitif voltaj +5V veya +28V ile ifade edilir ve ikili 0 sıfır volt (toprak) ile ifade edilir. Bu, pozitif mantık olarak bilinir.



Pozitif mantık dijital sinyalleri için 4 örnek.

(a) İkili 1 = +7.5V, ikili 0 = 0V

(c) İkili 1 = +2.5V, İkili 0 = -2.5V (çift kutuplu ikili)

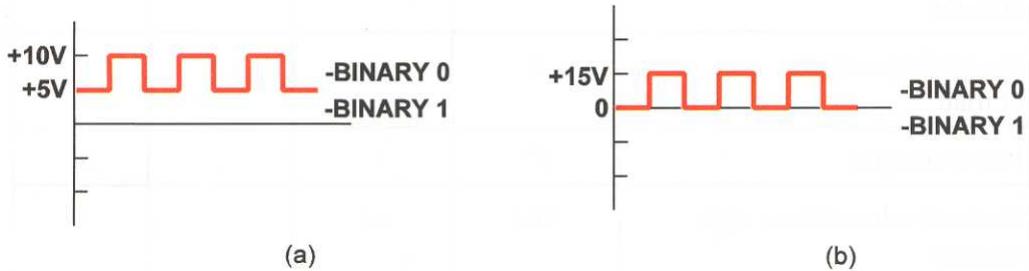
(b) İkili 1 = +10V, ikili 0 = +5V

(d) İkili 1 = 0V, ikili 0 = -5V

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 5/14
---	--	---	--

Negatif mantık:

İkili 1 negatif bir sayı ile ve ikili 0 da sıfır ile ifade ediliyorsa bu daha az yaygın olan negatif mantıktır.

**Negatif mantık için örnekler**

(a) İkili 1 = +5V, ikili 0 = +10V (b) İkili 1 = 0V, ikili 0 = +15V

Yukarıdaki örneklerde de görülebileceği gibi, sadece 0 ve 1 kullanarak ikili sistemde sayıldığında, çok daha fazla basamak gerekecektir. Sağıdan sıralı basamaklar 2 nin artan kuvvetlerini ifade etmektedir.

$$2^4 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0 \text{ vs.}$$

İkili sayılarından bahsedildiğinde **Bit** terimi kullanılabilir. Bir bit, bir ikili rakama eşittir. Bir bit, her zaman yüksek yada düşük mantık seviyesinde olacaktır. (örneğin, + voltaj ve 0 voltaj)

Bir grup halinde ele alınan bitlere **BAYT** adı verilir. Dolayısıyla sekiz bitli bir ikili sayı, sekiz bitden oluşan bir baytdır.

Bir **KELİME** bilgisayarın standart bilgi biçimini olarak kullandığı gruplanmış bitlerdir. Örneğin; çoğu sistem 16 yada 32 bit kelime kullanarak iletişim kurar. Bir sistem için her kelime spesifik bir biçimde denk gelir ve bu şekilde bilgisayar onu anlar ve mesajı deşifre eder.

6.6 OKTAL NOTASYON SİSTEMİ

Oktal sayı sistemi sekiz tabanına göredir. (0 dan 7 ye). Oktal notasyon sistemi bir oktal sayının ikili olarak ifade edilmesidir. Oktal notasyon bir seri üç bit gruptan (TRIADS) oluşmaktadır. Üç bit ile ifade edilebilen en büyük sayı (111) 7 olduğundan bu 8 tabanında yada oktal bir sistemdir.

Oktal notasyon özellikle büyük sayıda ikili sayının kullanılması gerektiren bazı programlama teknikleri için kullanışlıdır. Oktal sistem uçak bilgisayarları ve bağlı sistemlerinde veri transferi için sıkılıkla kullanılmaktadır.

Triad grubu	4.	3.	2.	1.
3 rakamlı oktal notasyonu	001	010	100	001
Triadın ondalık eşleniği	1	2	4	1
Sekizin kuvveti	8^3	8^2	8^1	8^0
Sekiz tabanlı sistemde ondalık değer	512	64	8	1

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 6/14
---	--	---	--

Oktal grubun ondalık değeri	(1x512) 512	(2x64) 128	(4x8) 32	(1x1) 1
-----------------------------	----------------	---------------	-------------	------------

Her grubun ondalık değerlerinin toplamı $512 + 128 + 32 + 1 = 673$

Oktal notasyon 001 010 100 001 = ondalık 673

6.7 HEKSAONDALIK SAYI SİSTEMİ

Heksaondalık (hex) sistem 16 tabanını kullanmaktadır. Bu sistemin ana amacı mikro kontrolörler ve mikro işlemcilerde kullanılan çok büyük sayıdaki hafıza konumlarını ifade etmektir.

Bu sistem 16 simbol için, 0 dan 9 kadar olan rakamları ve A dan F ye kadar olan harfleri kullanır. Aşağıdaki tablo heksaondalık, ondalık ve ikili sayılar arasındaki ilişkileri göstermektedir.

Heksaondalık	Ondalık	İkili
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

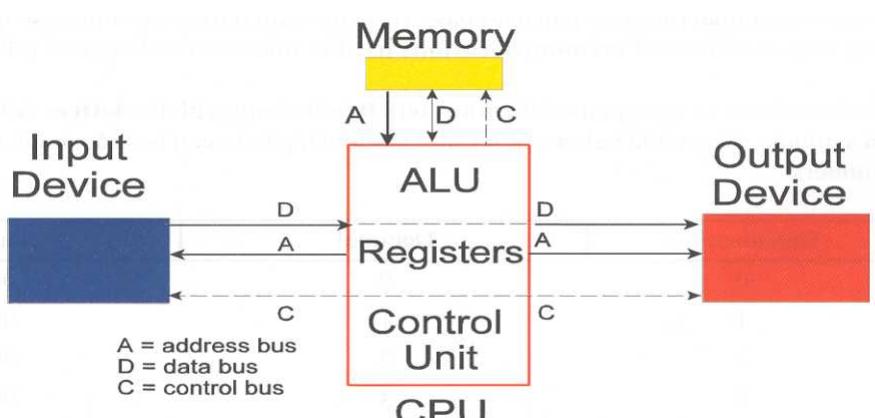
Heksaondalık sistem hakkında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, 4 ikili rakam tek bir heksaondalık gösterimi ifade etmektedir. Bu önemlidir çünkü 16 bit ikili kod 4 haneli heksaondalık sayı ile ifade edilebilir.

6.8 DİJİTAL BİLGİSAYAR PARÇALARI

Bilgisayarların kullandığı dili gördükten sonra ve ikili sistemin hesaplamaların yapıldığı ve bilgilerin depolandığı temel dil olduğunu hatırlayarak şimdi bilgisayarların yapımına bakacağız.

Tüm bilgisayarlarda aşağıdaki şekilde gösterilen parçalar mevcuttur.

Şekil: 1



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 7/14
---	--	---	--

6.9 MERKEZİ İŞLEMCI ÜNİTE (CPU)

CPU bilgisayarın gerçekleştirdiği, organize ettiği ve kontrol ettiği tüm işlemleri yürütür. Tam anlamıyla bilgisayarın beynidir. CPU'nun yapabildikleri talimatlar seti tarafından kontrol edilmektedir. Yüksek performanslı işlemciler için mevcut standart Intel'in Pentium II çip tasarımlıdır. İki birkaç inç kareden daha az yer kaplayan birleştirilen iki mikro işlemci çipinde, Pentium II, küçük elektronik anahtarlar olarak çalışan 7,5 milyon transistor bulunmaktadır.

CPU'nun kendisinin içeriği:

- a) **Aritmetik mantık ünitesi (ALU):** Mantıksal işlemleri ve aritmetik hesaplamaları ikili sayı sisteminde gerçekleştirir.
- b) **Geçiş kayıtcısı:** Geçici depolardır. Bunlardan bir tanesi gerçekten işlenen **akümülatör** dır.
- c) **Kontrol Ünitesi:** Kontrol ünitesi bilgisayarın saatine sahiptir. Bu, kristal kontrollü bir salingaçtır ve 120-45 MHz aralığında sabit frekanslı zamanlama uyarıcıları yaratır. Bu bilgisayarın işlemlerini senkronize eder.

6.10 GİRİŞ ÇIKIŞ CİHAZLARI

CPU, kişisel bilgisayarlar söz konusu olduğunda klavye, fare yada modem gibi giriş cihazlarından gelen dijital sinyalleri giriş portları üzerinden kabul eder. Uçaklarda bunlar basınç irtifası, gerçek hava hızı, yakıt akışı gibi çeşitli algılayıcılar olabilir.

İşlemler yapıldıktan sonra bu bilgiler çıkış portundan yazıcı yada Görsel gösterge ünitelerine verilir. Uçaklarda bu çıkış EFIS simbol jeneratörü yada FMS kontrol gösterge ünitesine verilir.

Bu giriş çıkış cihazları **BIOS (Temel Giriş Çıkış Sistemi)** olarak adlandırılırlar. Giriş sinyallerini bilgisayarın çalışabileceği biçimde çevirir ve bilgisayar çıkışlarını da operatör yada diğer uçak sistemlerinin algılayabileceği biçimde sokar.

6.11 HAFIZA

- a. **Çalışan Hafıza:** Bilgisayarlar, programlarını çalıştırabilmek için bir çalışan hafızaya ihtiyaç duyarlar. Bilgisayar kontrollü bir donanıma bir program monte edildiğinde, hafızanın sadece okunması gereklidir. Bunu yapabilmek için **Salt Okunur Hafıza (ROM)** kullanılır. Bu ROM imalatçı tarafından programlanır. Kullanıcının programı kendisi yapmak veya düzenlemek istediği ve hafızada kalıcı olarak saklamak istediği, **Programlanabilir Salt Okunur Hafıza (PROM)**, **Silinebilir ve Programlanabilir Salt Okunur Hafıza (EPROM)** yada **Elektronik Silinebilen Programlanabilir Salt Okunur Hafıza (EEPROM)**.

Güç kaynağının kapandığı durumda dahi bilgiyi koruyan hafızaya **Uçucu Olmayan Hafıza** denir. Güç kaynağı arızası veya bağlantı kesilmesi durumunda kaybolan hafızaya ise **Uçucu Hafıza** denir.

Programın çalışma sırasında değiştirilmesi gerektiğinde, hafızanın okunmasının yanında yazılması da gereklidir. Bunun yapılması için **Onbellek (RAM)** kullanılır. RAM, talimatların yazılmasına, okunmasına ve istediği ve değiştirilmesine izin verir. RAM aynı zamanda sürekli olarak değişen, işlenecek verilerin depolanmasını sağlar. **RAM normalde Uçucu Hafızadır.**

- b. **Kalıcı Hafıza:** Yukarıda da belirtildiği gibi RAM uçucu bir hafızadır ve güç kesildiğinde çalışma kaybolur. Bilgisayar programları ve üretikleri çalışma genellikle manyetik diskler halindedir. Disket sürücüler ve sabit diskler kalıcı hafızalardır. Depolama kapasiteleri **megabayt** yada **gigabayt** olarak ölçülür. Sabit diskler genellikle donanımda kendisinden bulunur. Disket sürücüler ise takılıp çıkartılabilir, taşınabilir ve korunabilir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/14
---	--	---	--

c. **Elektronik Değiştirilebilen Salt Okunur Hafıza (EAROM):** Bu, elektronik olarak değiştirilebilen özel bir çeşit ROM'dur. Uçuş İşletme Sistemi Bilgisayarında veri tabanı olarak kullanılabilir. Bu tüm dünyadaki hava alanlarının, seyrüsefer yardımcılarının ve uçuş yollarının bilgilerini içerir. Tabii ki, periyodik olarak frekanslar ve uçuş yolları değişmekte ve buna bağlı olarak da veri tabanının güncellenmesi gereklidir.

Bu, Jeppesen tarafından havayollarına 28 günde bir yayınlanan güncellemeler ile sağlanır. Disk FMS Kontrol göstergesi ünitesine takılır, güç verilir ve yeni veriler eskileri yok edilerek işlenmiş olur.

6.12 UÇAK SİSTEMLERİ

Bilgisayar tarafından kontrol edilen uçak sistemleri aşağıdakilerdir.

- a. Uçuş İşletme Sistemi (FMS)
- b. Dijital Uçuş Yönlendirme Sistemi (DFGS)
- c. Yer Yakınlık Uyarı Sistemi (GPWS)
- d. Çarpışma Engelleme Trafik İkaz Sistemi (TCAS)

Tabii ki kabloyla uçuş (fly by wire) tüm uçuşun kabin personeli tarafından gerektiğinde girilen verilerin bilgisayar tarafından işlenerek kontrol edildiği, bilgisayar kontrolünün daha fazla işin içine girdiği bir durumdur.

Şimdiki tasarımlar, her bir ayrı sistem için ayrı bilgisayarların kullanılmasını destekleyecek şekildedir. Ancak ileride, bilgisayar güçlerinin birleştirildiği **Birleşik Tehlike Uyarı Sistemi (IHWS)** nin kullanılması muhtemeldir. Burada yeterli yedeklemesi olan güçlü bir merkezi işlemci, stol uyarı sistemi, rüzgar tokadı algılaması, GPWS, TCAS ve hatta Hava Radarı gibi sistemlerden alınan verileri işleyerek pilota gerekli uyarıları sıralayacaktır.

Analogdan Dijitale Dönüşüm (A dan D ye): Uçaktaki birçok sensör, değişen voltaj, basınç yada sıcaklık biçiminde analog bilgi üretir. Tabii ki uçaktaki dijital bilgisayarlar dijital (ikili) bilgi kullanırlar ve dolayısıyla sensörler ile bilgisayar girişleri arasında **Analogdan dijitale dönüştürücü** adlı bir cihaz gereklidir.

Dijitalden Analoga Dönüşüm (D den A ya): Dijital bir bilgisayarın analog bir cihaza bilgi aktarması gerekiğinde yukarıdaki işlem tersine döner ve bu da **Dijitalden Analoga Dönüştürücü** ile yapılır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 9/14
---	--	---	--

ALTERNATING CURRENT**BASIC COMPUTERS****SELF ASSESSMENT QUESTIONS****COMPUTERS**

1. A basic digital computer consists of:
 1. input peripherals
 2. central processing unit
 3. inertial unit
 4. memory
 5. auto brightness control
 6. output peripherals
 - a. 1, 2, 3, 4 and 6
 - b. 1, 2, 4 and 6
 - c. 1, 4, 6 only
 - d. 2, 3, 4, and 6
2. The Central Processing Unit (CPU) consists of:
 1. input device
 2. output device
 3. Arithmetic Logic Unit (ALU)
 4. Shift Registers
 5. Control Unit
 6. Hard disk
 - a. 1, 2, 3, and five
 - b. 3, 4, and 6
 - c. 1, 2, 5, and 6
 - d. 3, 4, 5,
3. In computer terminology an input peripheral device would be:
 - a. a hard disk
 - b. a floppy disk
 - c. a keyboard
 - d. a screen display unit

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 10/14
---	--	---	---

ALTERNATING CURRENT**BASIC COMPUTERS**

4. The two types of binary logic are:
- a. positive and negative
 - b. variable and negative
 - c. positive and reversible
 - d. variable and reversible
5. In computer terminology an output peripheral device would be:
- a. a floppy disk
 - b. a hard disk
 - c. a screen display unit
 - d. a keyboard
6. In computer terminology a memory which loses its data when power is removed is called:
- a. non-volatile
 - b. non-permanent
 - c. non-retentive
 - d. volatile
7. In computer terminology a memory which retains its data when power is removed is called:
- a. non-volatile
 - b. volatile
 - c. RAM
 - d. ROM
8. Examples of input peripheral devices are:
- 1. mouse
 - 2. modem
 - 3. printer
 - 4. screen display unit
 - 5. keyboard
- a. 2, 3, 4, 5.
 - b. 1, 2, 5.
 - c. 1, 5.
 - d. 1, 2, 3.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 11/14
---	--	---	---

ALTERNATING CURRENT**BASIC COMPUTERS**

9. In computer terminology “software” refers to:
- a. the memory system floppy disks, hard disks, etc
 - b. the RAM and ROM capacity
 - c. the programme of instructions
 - d. the BIOS
10. In computer terminology “hardware” refers to:
- a. the digital computer components, keyboard, monitor, CPU, etc
 - b. the permanent memory system and its capacity
 - c. the RAM capacity
 - d. the programme of instructions
11. Memory capacity in a digital computer is expressed in:
- a. Bits (Mbits, Gbits)
 - b. Bytes (Mbytes, Gbytes)
 - c. ROM capacity
 - d. RAM capacity
12. The smallest information element in a digital system is:
- a. byte
 - b. digit
 - c. electron
 - d. bit
13. A group of binary digits handled as a group is referred to as a:
- a. byte
 - b. mega bit
 - c. giga bit
 - d. bits
14. Convert the decimal number 7 to its binary equivalent:
- a. 1110
 - b. 111
 - c. 1101
 - d. 100

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 12/14
---	--	---	---

ALTERNATING CURRENT**BASIC COMPUTERS**

15. Convert binary 1110 to its decimal equivalent:
- a. 13
 - b. 14
 - c. 15
 - d. 16
16. The computer language in which calculations are carried out and information is stored in memory is:
- a. decimal
 - b. hexadecimal
 - c. octal
 - d. binary
17. The computer language system which uses the base 16 is known as:
- a. septagesimal
 - b. hectadecimal
 - c. hexadecimal
 - d. octal
18. The computer language system which uses the base 8 is called:
- a. decimal
 - b. binary
 - c. octal
 - d. hexadecimal
19. The number system which uses the numbers 0 to 9 followed by the letters A to F is:
- a. alpha numeric
 - b. hexadecimal
 - c. octal
 - d. numeric alpha
20. In a digital computer binary 1 is represented by +5 volts and Binary 0 by earth. This is an example of:
- a. negative logic
 - b. bipolar logic
 - c. positive logic
 - d. analog system

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 13/14
---	--	---	---

ALTERNATING CURRENT**BASIC COMPUTERS**

21. In a negative logic system:
- a. binary 1 is a low level, binary 0 is a high level
 - b. binary 1 is a high level, binary 0 is a low level
 - c. binary 1 is positive, binary 0 is negative
 - d. binary 1 and binary 0 are equal levels above and below zero
22. The permanent memory of a digital computer usually takes the form of:
- a. Integrated circuits rated in megabytes
 - b. shift registers whose capacity is rated in mega or gigabytes
 - c. floppy or hard disks whose capacity is measured in mega or gigabytes
 - d. Central Processing Unit
23. The purpose of the Arithmetic Logic Unit within the Central Processing Unit is to:
- a. act as a temporary store for information being processed
 - b. perform calculations in the binary number system
 - c. perform calculations in the binary, octal or hexadecimal system
 - d. perform all clock functions based on the computer clock frequency (clock time)
24. Within the Central Processing Unit, the temporary stores and accumulator which handle the data during processing are called:
- a. Arithmetic Logic Unit (ALU)
 - b. Shift Registers
 - c. Control Unit
 - d. BIOS
25. Aircraft data in analog form, before being processed by a computer must be passed through a:
- a. digital to analog converter (D to A)
 - b. EPROM
 - c. EAROM
 - d. analog to digital converter (A to D)

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 14/14
---	--	---	---

ALTERNATING CURRENT

BASIC COMPUTERS

COMPUTERSSAQ ANSWER SHEET.

No	A	B	C	D	REF
1		X			
2				X	
3			X		
4	X				
5			X		
6				X	
7	X				
8		X			
9			X		
10	X				
11		X			
12				X	
13	X				
14		X			
15		X			
16				X	
17			X		
18			X		
19		X			
20			X		
21	X				
22			X		
23		X			
24		X			
25				X	

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/16
---	--	---	--

BÖLÜM 7

YARI İLETKENLER

İÇİNDEKİLER

7.1 YARI İLETKENLERE GİRİŞ

7.2 İLETKENLER VE YALITKANLAR

7.3 YARI İLETKENLER

7.4 N-TİP MADDELER

7.5 P-TİP MADDELER

7.6 ELEKTRİK AKIMI

7.7 P-N KESİŞİMİ

7.8 TERSE MEYİL

7.9 İLERİYE MEYİL

7.10 BAGLANTI DİYOTU

7.11 TEK KUTUP YADA BAĞLANTI TRANSİSTÖRÜ

7.12 ÖZET

7.13 MANTIK KAPILARINA GİRİŞ

7.14 İKİLİ MANTIK

7.15 DOĞRULUK TABLOLARI

7.16 KAPI SEMBOLLERİ

7.17 POZİTİF VE NEGATİF MANTIK

7.18 "VE" KAPISI

7.19 "VEYA" KAPISI

7.20 "TERSE ÇEVİR" YADA "DEĞİL" KAPISI

7.21 "NVE" KAPISI

7.22 "NVEYA" KAPISI

7.23 "ÖZEL VE" KAPISI

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/16
---	--	---	--

7.1 YARI İLETKENLERE GİRİŞ

Çoğu insan günümüzde masa üstü yada diz üstü bilgisayarlara sahiptirler. Bu çok kullanışlı cihazların fiyatları karmaşaklılığına bağlıdır. Basit olanlar promosyon olarak bedavaya verilmesine rağmen bunların bir tanesinin içinde Neil Armstrong'u aya götüren hesaplama gücünden daha fazlası vardır.

Transistorizasyon ve minyatürizasyon her zamankinden daha karmaşık elektronığın üretilmesine ve bunların çok küçük üniteler halinde paketlenmesine olanak verir. Modern pilotlar uçaklarındaki elektronik uçuş sistemlerine çok güvenirler ve dolayısıyla transistörlerin yada daha özel olarak **yarı iletkenlerin**, nasıl çalışıkları hakkında bir fikir sahibi olmalıdır.

7.2 İLETKENLER VE YALITKANLAR

Yarı iletkenlerin çalışma sistemi hakkında bilgi vermeye başlamadan önce iletkenlerin ve yalıtkanların atomik yapısı hakkında bilgilenmemiz gerekmektedir.

Şekil: 7.1

En basit atom **hidrojen** atomudur. Pozitif yüklü **protonlardan** ve yüksüz **nötronlardan** oluşan bir çekirdeğe ve çekirdeğin etrafındaki bir yörüngede dönen negatif yüklü bir **elektrona** sahiptir. İletkenler ve yalıtkanlar eşit sayıda artan nötron, proton ve birçok yörüngeler yada **kabuklar** etrafında dönen elektrona sahip daha karmaşık atomlardan oluşur.

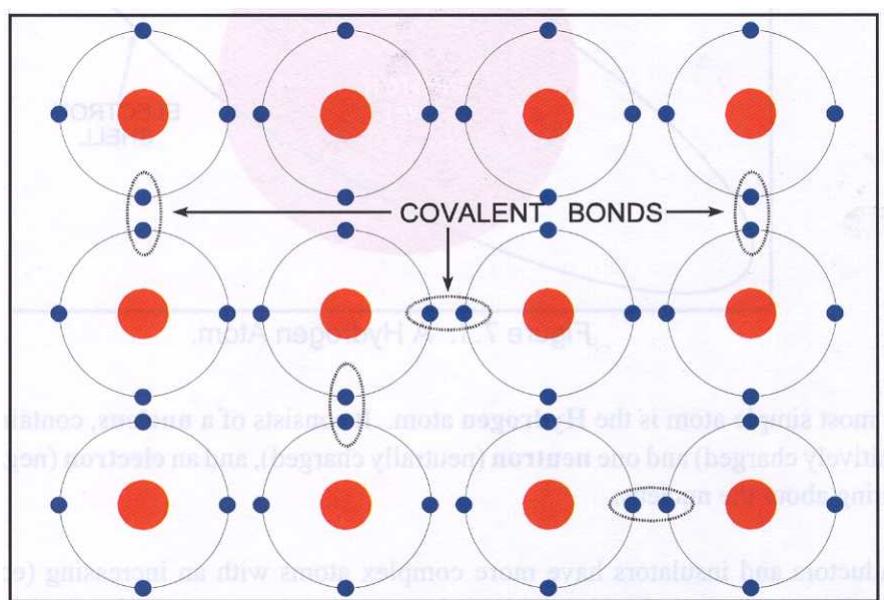
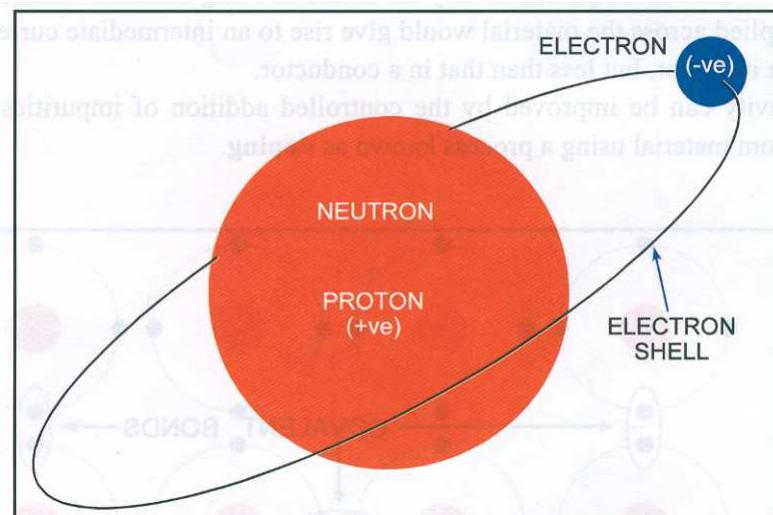
Bu atomlar dış kabuklardaki serbest atomlar arasındaki bağlar sayesinde bir arada dururlar ve birbirlerine eşit uzaklıktta kafes biçiminde bir yapı oluştururlar.

Dış kabuklardaki elektronlar ana atoma iç kabuktakilere göre daha gevşek bir şekilde bağlanmışlardır ve bir atomdan diğerine geçmek için daha serbestlerdir.

Serbest elektron olarak adlandırılan maddeler içindeki akımın oluşması için temel oluştururlar. Serbest elektron bağı ile bir arada tutulan **iletkenler**, çok sayıda serbest elektrona sahiptirler ve bu da madde içinde elektrik akımının kolayca yola almasına olanak verir. Bir başka deyişle, madde yüksek iletkenliğe, düşük dirence sahiptir. Altın, gümüş ve bakır birer iyi iletken örnekleridir.

Kovalent bağlarla bir arada duran **yalıtkanlar** ise düşük sayıda serbest elektrona sahiptirler. Bu, akımın zor olacağı anlamına gelir. Madde düşük iletkenliğe ve yüksek dirence sahiptir. Mika iyi bir yalıtkan örneğidir.

Şekil 7.2



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 3/16
---	--	---	--

7.3 YARI İLETKENLER

Yarı İletkenler, isminden de anlaşılacağı gibi iletken ile yalıtkan arasında bir yere düşerler.

Kovalent bağlara sahip atomlardan oluşurlar. Normal sıcaklıklarda her birinde bir kısım serbest elektron olmasına karşın yalıtkanlığa iletkenlikten daha yakındırlar. Dolayısıyla maddeye uygulanan bir elektromotif kuvvet orta derecede bir akıma yol açar. Bu akım, yalıtkanlardakinden daha çok iletkenlerden azdır.

İletkenlik kontrollü biçimde silikon veya germanyum gibi maddelere eklentiler eklenerek artırılabilir. Bu işlemeye **doping** adı verilir.

7.4 N-TİP MADDELER

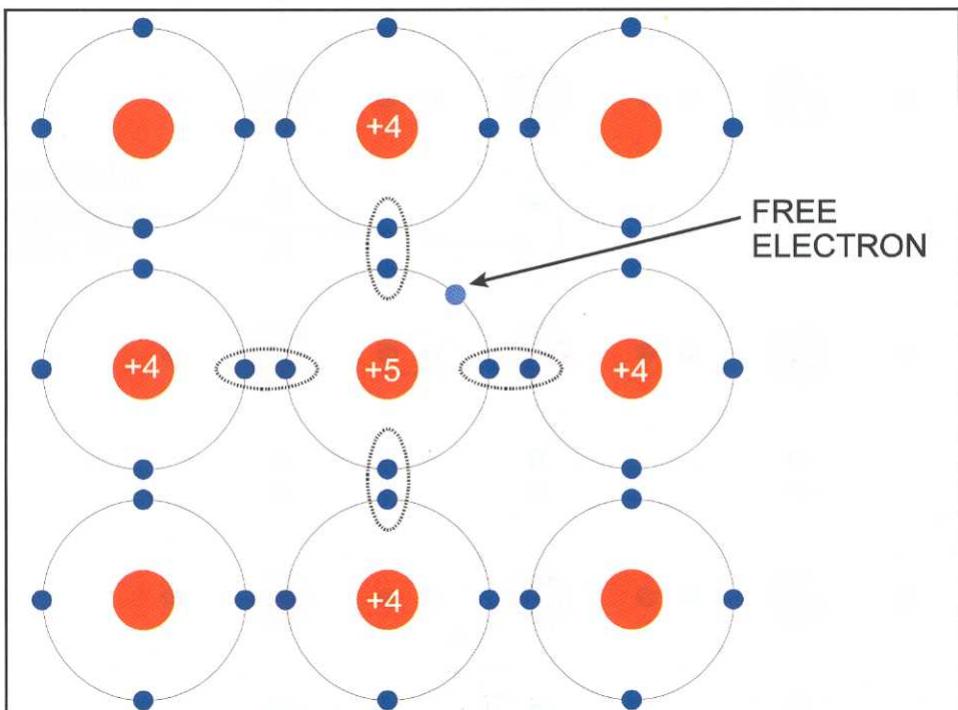
Silikon ve Germaniuma **Arsenik** veya **Antimoni** eklenmesi sonucu 5 serbest elektrona sahip atomlar kafes yapısına geçerler.

Eklelenen atomların orijinal atomlara oranı (**doping oranı**) $1:10^8$ düzeyindedir.

Kovalent bağlarla atomu saran 5 elektrondan dördü serbest elektron halini alır. Beşinci elektronun bu tip bir bağı yoktur. Dolayısıyla maddenin iletkenliği artmıştır.

Şekil: 7.3

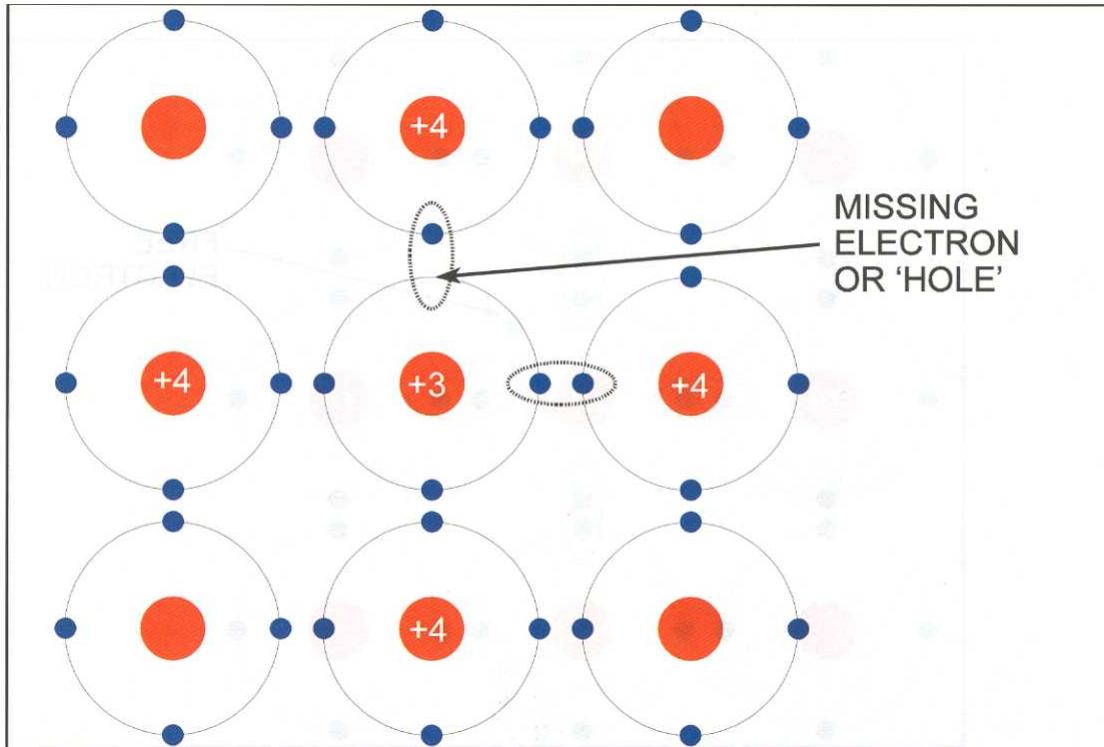
Bu tipte maddelere negatif yüklü olan elektronların fazlalığından dolayı **N-tip** denir. Ancak belirtilmelidir ki, madde, serbest elektron sayısı kadar pozitif iyon da içereceğinden, elektriksel olarak nötr durumda kalacaktır.



7.5 P-TİP MADDELER

Alüminyum ve İdium gibi katkı maddelerinin yukarıdaki orana göre doping yöntemiyle ilave edilmesiyle en dış kabuklarında yalnız üç serbest elektron bulunan atomlar oluşturulur.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 4/16
---	--	---	--



Şekil: 7.4

Bu durumda kovalent bağlar oluşturmak için sadece 3 elektron vardır. 1 tane eksik durumdadır. Bir başka deyişle dış yapıda bir delik vardır.

Bitişik atomlardaki elektronlar kendi atomlarında delik yaratacak şekilde bu deliği doldurmaya çalışırlar. Daha sonra ise elektron veren atomdaki delik benzer şekilde diğer bir atoma aktarılır.

Deliklerin bu şekilde hareketi maddenin iletkenliğini arttırr.

Elektronlardaki eksiklik nedeniyle bu maddeler P-tip olarak sınıflandırılırlar.

Tekrar belirtilmelidir ki, eşit sayıda delik ve sabit negatif iyon olduğundan bir elektrik yükü yoktur.

7.6 ELEKTRİK AKIMI

N-tip bir maddeye bir elektromotif kuvvet uygulanması serbest elektronların pozitif terminale doğru yol almasına neden olurlar.

Maddeyi pozitif terminal üzerinden terk eden her bir elektron, negatif terminalden atoma eklenen elektronla yenilenmiş olur. Bu şekilde serbest elektronlarla sabit pozitif iyonlar arasındaki denge korunmuş olur.

P-tip maddelerde ise durum biraz daha karmaşıktır ancak genel olarak elektronlar, bölgede bir delik yaratacak şekilde pozitif terminale doğru çekilirler.

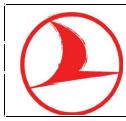
Delikler negatif terminale doğru hareket ederler ve bu bölgeden atoma giren bir elektronla doldurulurlar. Sonuç olarak P-tip yarı iletkenlerde elektrik akımını deliklerin pozitif terminalden negatif terminale doğru kayması olarak düşünebiliriz.

Burada da sabit pozitif yükler ile elektronlar arasındaki denge korunur.

7.7 P-N KESİŞİMİ

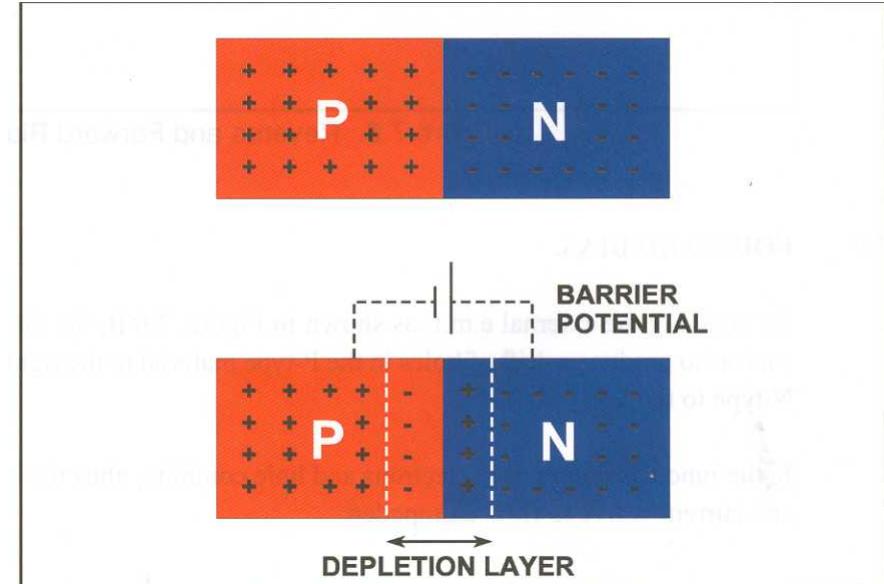
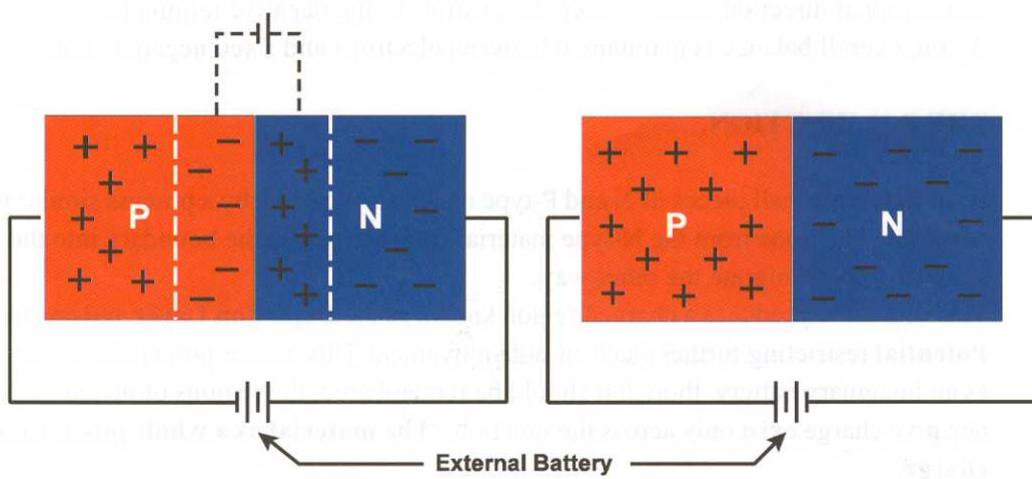
Kaynağa benzer bir yöntemle P ve N-tip maddeler birleştirilirse N-tip maddedeki bazı serbest elektronlar P-tip maddeye geçececek ve dolayısıyla da delikler diğer yöne doğru geçecektir.

Bu geçiş **Tüketim Tabakası** olarak bilinen yüklü bir bölge oluşturur ve daha fazla elektron akışına engel olacak **Engel Potansiyeli** yaratır. Bu engel potansiyeli, hayali bir batarya olarak ifade edilebilir fakat hatırlanmalıdır ki artan pozitif ve negatif yükler sadece birleşim yerinde olacaktır. Madde bir bütün olarak bir elektrik yüküne sahip olmayacağı.

**Şekil 7.5****7.8 TERSE MEYİL**

Harici bir elektromotif kuvveti Şekil 7.6A'da gösterilen P-N tipi bir maddeye bağladığımızda P-tipi maddeye doğru daha fazla bir elektron akışı ve N-tipi maddeye de daha fazla delik akışı olduğu görülür.

Bu, tüketim tabakasını derinleştirir ve daha fazla delik/elektron akışı engellenmiş olur. A düzeyinde küçük bir kaçak akımın dışında, belirgin bir elektrik akımı gözlenmeyecektir. Birleşim noktası terse meyilli olarak adlandırılır.

**A. Reverse Bias****B. Forward Bias****Şekil: 7.6****7.9 İLERİYE MEYİL**

Şekil 7.6B'deki gibi bir elektromotif kuvvetin uygulanması durumunda p-tip maddedeki deliklerin sağa, n-tip maddedeki serbest elektronların ise sola kaymasına neden olacak yönde bir elektrik alanı yaratır. Bağlantı bölgesinde delikler ve serbest elektronlar birleşir. Dolayısıyla engel potansiyeli kaybolur ve akım serbest bir şekilde akar.

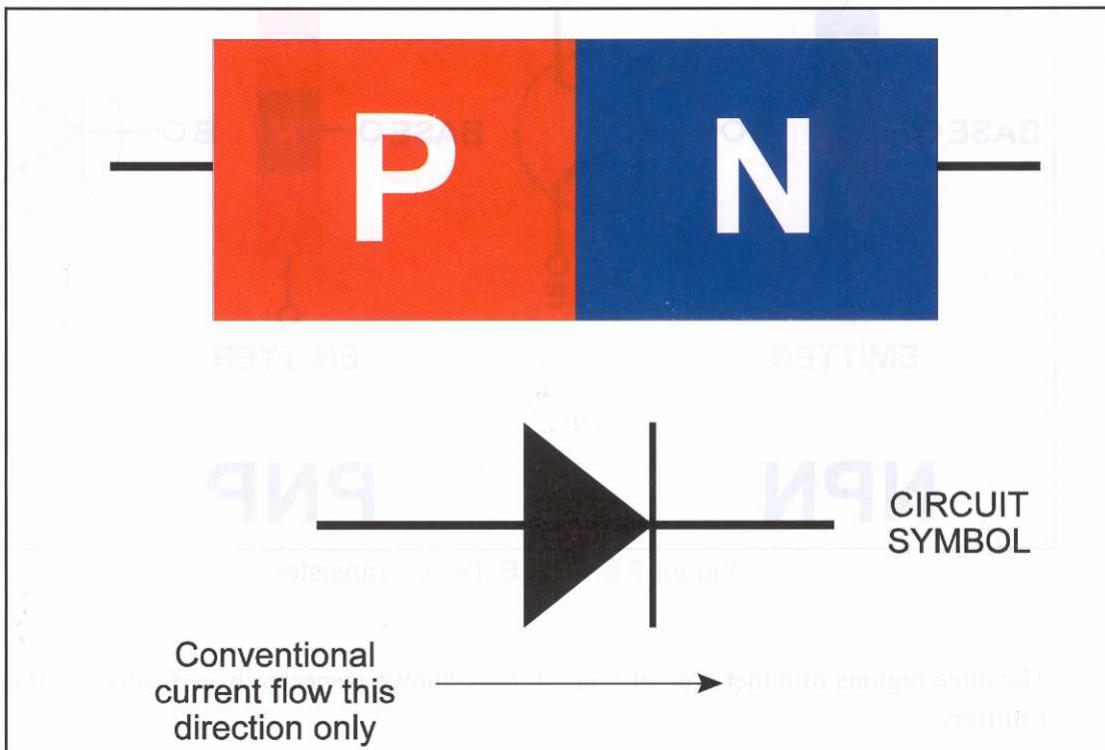
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 6/16
---	--	---	--

7.10 BAĞLANTI DİYOTU

Şekil: 7.7'den de görülebileceği gibi akım P-N tipte bir maddeden yapılmış bir yarı iletkende sadece tek bir yönde akabilir.

Bir başka deyişle madde, redresör gibi hareket eder ve termionik diyot (vana) ile benzer iletme karakteristikleri gösterir.

Bu yüzden **bağlantı diyotu** olarak ifade edilir.



Şekil: 7.7

7.11 TEK KUTUP YADA BAĞLANTI TRANSİSTÖRÜ

Yapımı: Bu, iki bağlantı diyotunun birleşimidir veya p-n-p transistörü olarak adlandırılan iki N-tip yarı iletkenin arasına yerleştirilmiş ince tabaka (tipik olarak 25 nm) p-tip yarı iletkenden (Şekil 7.8 sol) yada p-n-p transistörü olarak adlandırılan iki p-tip yarı iletkenin arasına yerleştirilmiş ince tabaka n-tipi yarı iletken tabakadır.

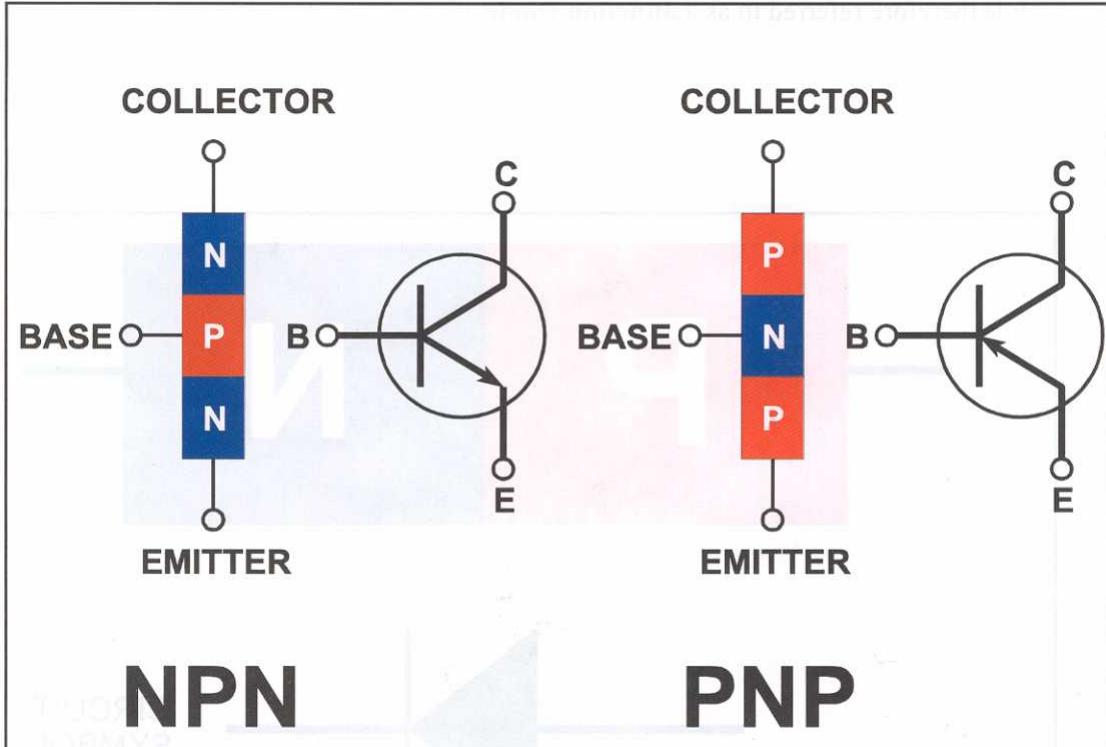
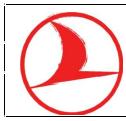
Her bir transistör için bu üç bölge sırasıyla, **alıcı**, **baz** ve **verici** olarak adlandırılır.

Her bir transistör için devre simbolü sadece verici ve baz arasındaki okun yönü açısından farklılık gösterir.

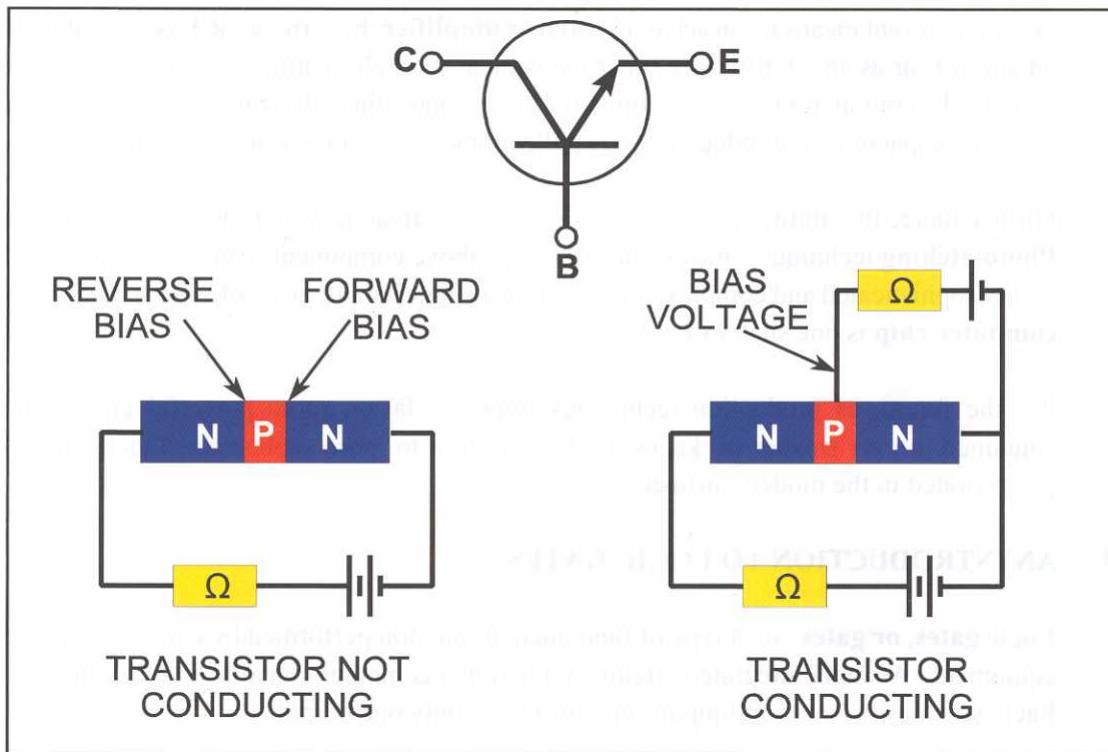
Ok her zaman varsayılan akım yönünü gösterir. Buna bağlı olarak, n-p-n transistörleri için ok, bazdan vericiye doğru, p-n-p transistörleri için ise vericiden baza doğrudur.

Çalışması: N-P-N transistörü: Şekil 7.9'un solundaki gibi, alıcı verici arasında bir elektromotif kuvvet uygularsa, akım oluşmaz.

Ancak Şekil 7.9'da sağda gösterildiği gibi baz ve verici arasında bir elektromotif kuvvet eklendiğinde vericiden alıcıya doğru yüksek miktarda bir akım olur. İletkenden (Şekil 7.8 sağ) oluşur.



Şekil: 7.8



Şekil: 7.9

Transistordeki akımın oluşmasının altında yatan teori oldukça karmaşık ve kitabın kapsamı dışındadır. Ancak basit bir anlatımla olaylar aşağıdaki gibi olmaktadır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/16
---	--	---	--

N-P-N transistörünün baz ve vericisi arasında bir elektromotif kuvvet uygulandığında bağlantı ileriye meyillidir ve yüksek miktarda serbest elektron baz bölgesine doğru çekilirler.

Ancak, ince baz bölgesinde, bu elektronlarla birleşmek için az sayıda delik oluşur ve bunun sonucunda ekstra elektronlar uygulanan pozitif potansiyele gelecekleri alıcı bölgesine doğru hareket ederler.

Kaynağın pozitif terminaline gitmek üzere elektronlar baz bölgesini her terk ettiğinde serbest elektronlar ile birleşen delikler değiştirilirler.

Buna bağlı olarak, küçük baz-verici akımı büyük verici-alıcı akımını oluşturur.

Çalışması: P-N-P Transistörleri: P-n-p transistörlerinin çalışması, uygulanan elektromotif kuvvetin yönündeki farklılık dışında n-p-n transistörleri ile benzerdir.

7.12 ÖZET

Bir transistörün büyük verici-alıcı akımını küçük baz-verici akımı ile kontrol edebilmesi, baz-verici akımının kapanıp açılması ile **anahtar yada amplifikatör** gibi, yada verilen voltaja alternatif akım sinyalinin ilave edilmesi ile amplifikatör gibi davranışabilen. Bağlantı diyotu ve direnç, kapasitor ve induktör gibi diğer elektronik parçaların birleştirilmesi sonucu transistörlerin uygulama alanı hemen sınırsız olur.

İlaveten, doping uygulanan alanların **Foto-Etching** tekniği ile kontrol edilebilmesi, yukarıdaki parçaların tümünün ufak bir silikon parçası içinde çok karmaşık devrelere sokulabileceği anlamına gelir. Bilgisayar čipleri, bunun bir örneğidir.

Gelecekte, üretim teknikleri gelişikçe, daha hızlı ve etkili devreler daha küçük paketler içine konulabilecektir. Bu da modern uçaklarda daha gelişmiş teknolojilerin kullanımına olanak verecektir.

7.13 MANTIK KAPILARINA GİRİŞ

Mantık kapıları yada kapılar, bilgisayarlar ve alaklı cihazlar tarafından gerçekleştirilecek temel fonksiyonlardır. Bilgisayara entegre edilmiş bir devre birçok kapı devresi içerir. Her bir kapının birçok girişi olabilmesine rağmen tek bir çıkışı olmak zorundadır.

Sıklıkla kullanılan altı mantık kapısı bulunmaktadır. "VE", "VEYA", "TERSE ÇEVİR", "NVEYA", "NVE" ve "ÖZEL VE". Kapıların her birinin adı yapılan işi temsil etmektedir.

7.14 İKİLİ MANTIK

Mantık kapıları ikili mantık ile çalışır. Giriş yada çıkışlar dijital gösterimdeki 1 yada 0 dan biri ile temsil edilir. Bunlara dayanan diğer ifadeler de sıklıkla kullanılır.

- a) '1' – açık, doğru, yüksek (H), kapalı, hizmette.
- b) '2' – kapalı, yanlış, az (L), açık, hizmette değil.

7.15 DOĞRULUK TABLOLARI

Doğruluk tabloları, ikili verilerin sistematik gösterim şeklidir. Bu tablolar mantık kapılarının giriş ve çıkışları arasındaki bağlantıları göstermektedir. Bu tipte veriler bir kapının çalışmasını açıklayabilir. Hata gidermek maksadıyla, doğruluk tablosu sıklıkla gözden geçirilir ve bir set giriş için doğru çıkış belirlenir.

7.16 KAPI SEMBOLLERİ

Her bir mantık kapısının belli bir simbolü vardır. bu simboller bir yönü gösterecek şekilde tahsis edilmişlerdir. Girişler her zaman solda, çıkışlar ise her zaman sağda olacaklardır.

Mantık kapıları dijital verileri kullanarak çalıştığından, her türlü giriş ve çıkış sinyali 1 ve 0 dan oluşacaktır. Genel olarak 1 simbolü AÇIK yada pozitif voltajı, 0 simbolü ise KAPALI yada negatif voltajı göstermektedir. Negatif voltaj genellikle sıfır voltaj yada toprak olarak algılanır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 9/16
---	--	---	--

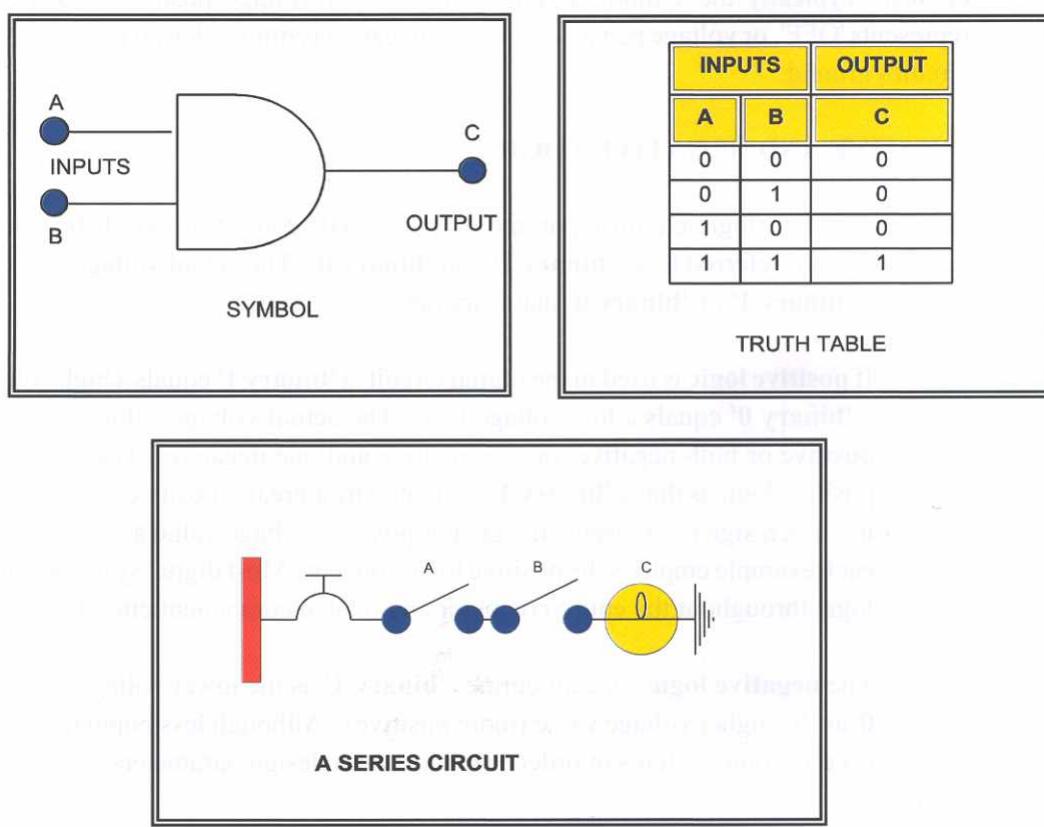
7.17 POZİTİF VE NEGATİF MANTIK

Daha önce de belirtildiği gibi, mantık devresi giriş ve çıkış sinyalleri iki ayrı seviyede olur. Bu seviyeler genellikle **ikili 1** ve **ikili 0** dır. Bu iki seviyeye ulaşmak için gerekli gerçek voltaj her devre için farklı olabilir.

- Dijital bir devrede pozitif mantık kullanılıyorsa **ikili 1** yüksek voltaja, **ikili 0** düşük voltaja eşit olacaktır. Gerçek voltaj değerlerinin her ikisi de pozitif veya her ikisi de negatif olabilir. Buradaki tek şart **ikili 1**, **ikili 0**'a göre daha yüksek bir voltajla üretilir. Her bir sinyal daha yüksek voltajı ikili 1 olarak kabul edecekinden her bir örnek pozitif mantığı kullanmaktadır. Çoğu dijital sistemler tüm bilgisayar ve yan parçaları üzerinde pozitif mantığı kullanır.
- Tam tersine negatif mantıkta ise **ikili 1** daha düşük olan voltajı göstermekte ve **ikili 0** daha yüksek olan voltajı göstermektedir. Daha az popüler olmasına rağmen, negatif mantık bazı dizayn parametrelerini karşılamak üzere bazı sistemlerde kullanılmaktadır.

7.18 “VE” KAPISI

“**VE**” kapısı, 1 çıkışı elde edebilmek için girişlerin tümünün **1** olması gereği bir durumu göstermektedir. Bir “ve” kapısısı olabilmek için giriş 1, giriş 2, giriş 3, vb. değerlerinin, **1** çıkışı elde edebilmek için, 1 olmalarına ihtiyaç vardır. Girişlerden herhangi birinin **0** olması durumunda çıkış da **0** olacaktır. İki girişli bir “ve” kapısının sembolü ve doğruluk tablosu şekil 7.10'da gösterildiği gibidir.



Şekil: 7.10

Basit bir “**VE**” devresi bir ampülü yakmak için birbirine seri bağlanmış iki anahtarla da şekil 7.10'daki gibi gösterilebilir. Anahtarlardan biri **0** durumunda ise ampul de **0** durumunda olacaktır.

“**VE**” kapısı kimi zaman **Hepsi yada Hiçbiri** kapısı olarak da adlandırılır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 10/16
---	--	---	---

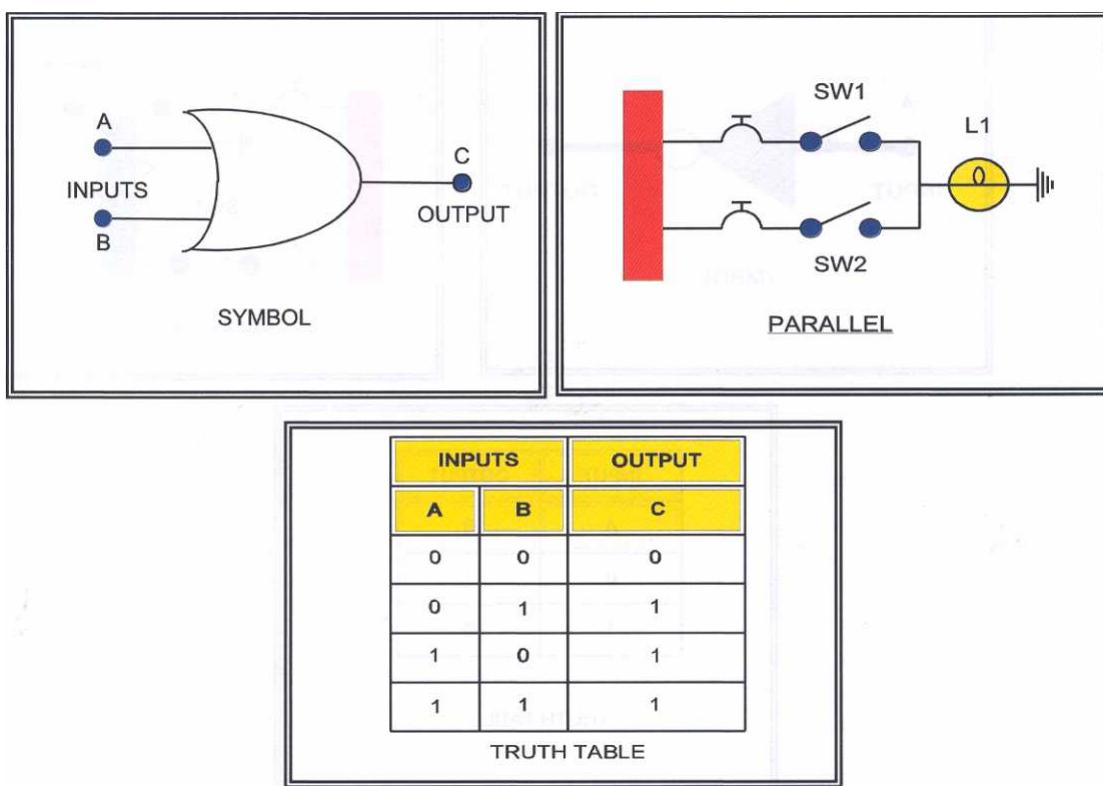
7.19 “VEYA” KAPISI

“VEYA” kapısı, girişlerden birinin **1** olması durumunda çıkışın **1** olacağı durumu göstermektedir. Bir “veya” kapsısi olabilmek için giriş 1, giriş 2, giriş 3, vb. değerlerinden birinin, **1** çıkışı elde edebilmek için, **1** olmasına ihtiyaç vardır.

“VEYA” kapısı sadece tüm girişler 0 olduğunda 0 çıkışı üretecektir. Girişlerden herhangi biri 1 ise diğer giriş değerlerinin değeri ne olursa olsun çıkış 1 olacaktır.

İki girişli “veya” kapısının simbolü ve doğruluk tablosu şekil 7.11’de gösterildiği gibidir.

Basit bir veya devresi bir ampulü kontrol eden paralel bağlanmış iki anahtar ile temsil edilebilir. Anahtarlardan biri **1** durumunda iken ampul de **1** durumunda olacaktır.



Şekil: 7.11

Veya kapısı kimi zaman biri yada hepsi olarak da adlandırılır.

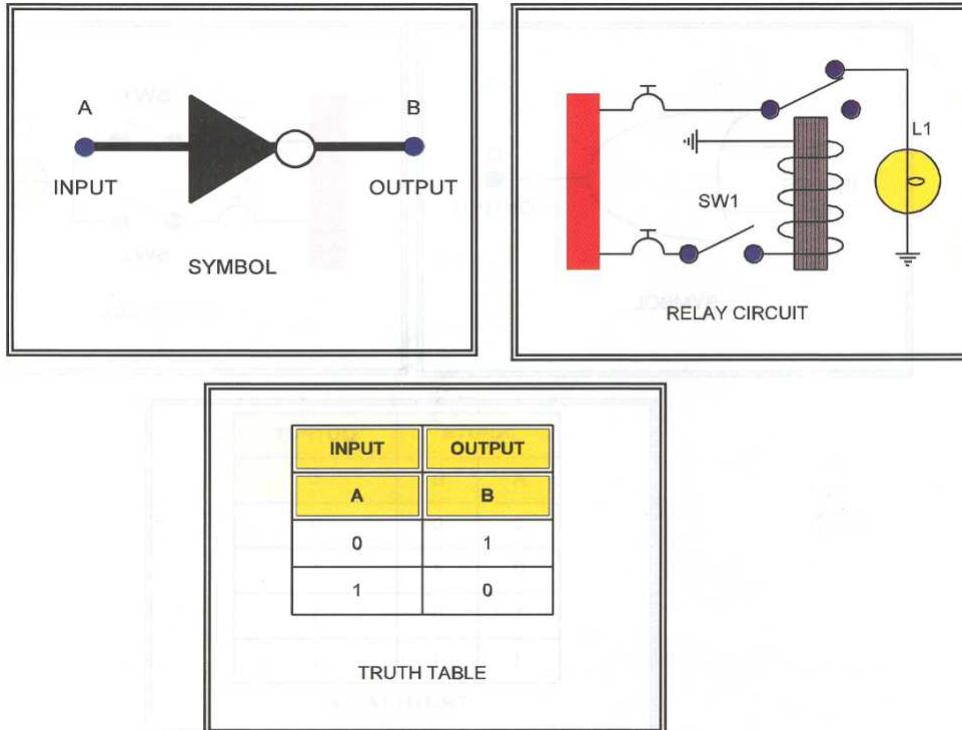
7.20 “TERSE ÇEVİR” YADA “DEĞİL” KAPISI

“TERSE ÇEVİR” kapısı giriş sinyalinin durumunu terse çevirmede kullanılır. “Terse çevir” kapısı sadece 1 giriş ve “çıkıştan ibarettir ve genellikle diğer kapılar ile birlikte kullanılırlar.

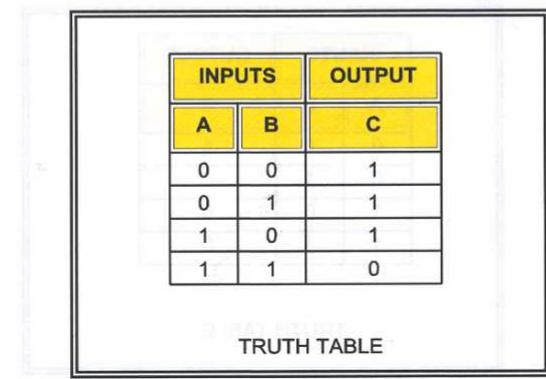
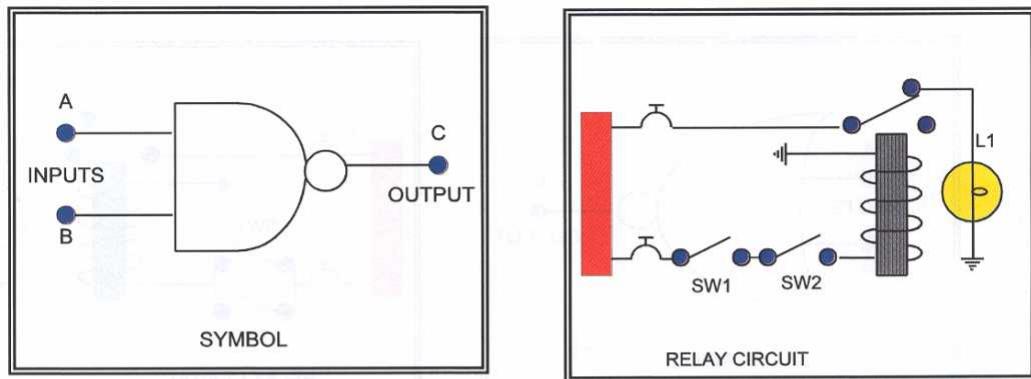
“Terse çevir” kapısı bazı durumlarda “Değil” kapısı olarak da ifade edilir. “Terse çevir” kapısının simbolü ve doğruluk tablosu aşağıdaki şekildeki şekil 7.12’de gösterildiği gibidir.

Bir “terse çevir” devresi bir ışığı açan yada kapayan ve normalde kapalı durumda olan bir röleyi kontrol eden bir anahtar olarak düşünülebilir. Şekil 7.12’de gösterildiği gibi anahtar **1** durumunda iken ışık **0** durumunda olacaktır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 11/16
---	--	---	---



Şekil: 7.12



Şekil: 7.13

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 12/16
---	--	---	---

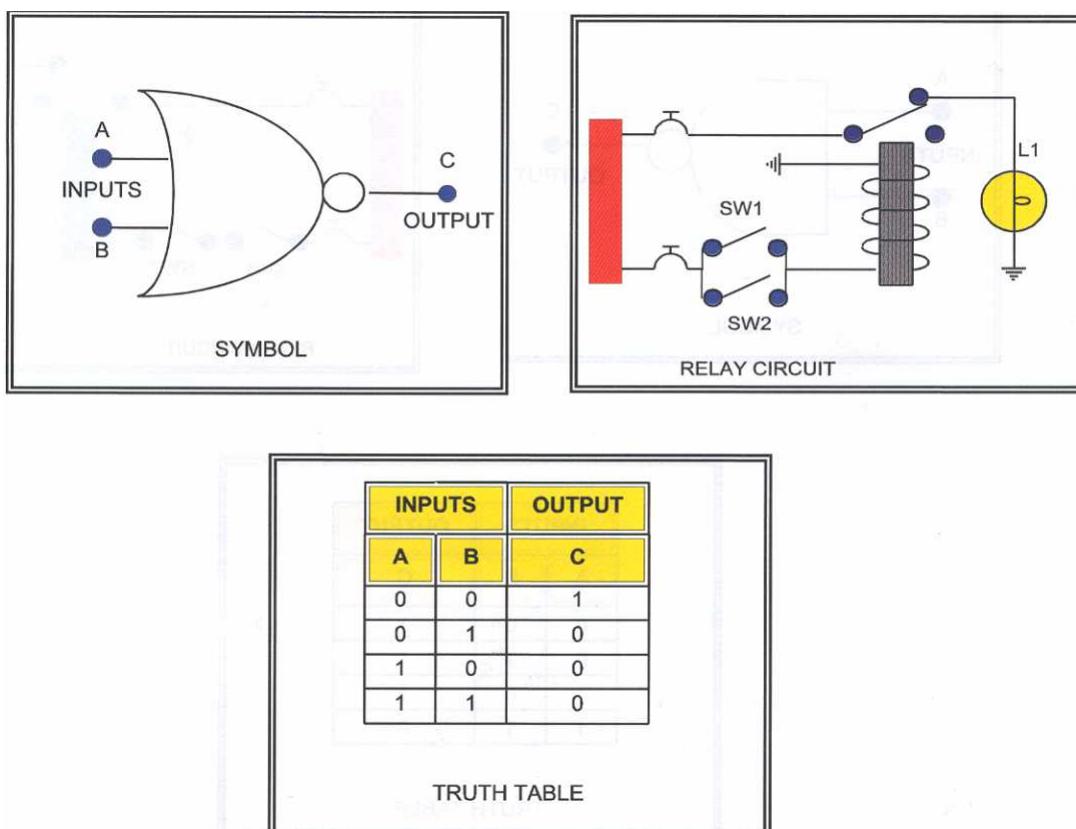
7.21 “NVE” KAPISI

“NVE” kapısı çıkışı tersine çevrilmiş olan bir “VE” kapısıdır. Bu kapının çıkışı girişlerden herhangi biri 0 olduğunda 1 olacaktır. Bu “VE” kapısının tam tersidir. “NVE” kapısının gösterimi şekil 7.13’de gösterildiği gibidir.

Şekil 7.13’de gösterilen “NVE” kapısı devresi anahtarlardan herhangi birinin kapalı olması durumunda çıkış oluşturmayacaktır.

7.22 “NVEYA” KAPISI

“NVEYA” kapısı “VEYA” kapısının çıkışının ters çevrilmiş halidir. Bunun sonucu olarak girişlerden herhangi birinin 1 olması sonucunda çıkış 0 olacaktır. “NVEYA” kapısının sembolü, doğruluk tablosu ve bu kapayı temsil eden röle devresi şekil 7.14’de gösterilmiştir.



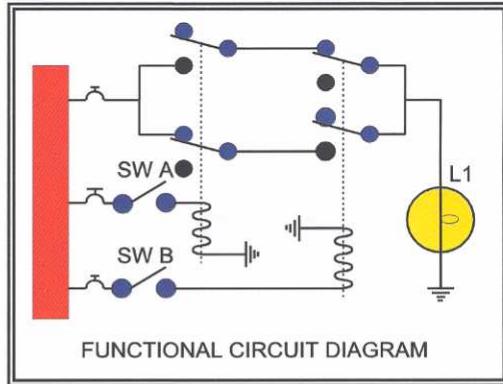
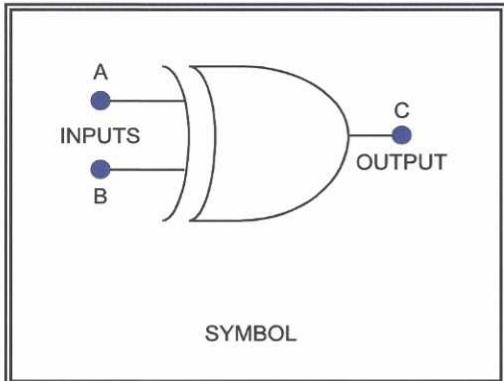
Şekil: 7.14

7.23 “ÖZEL VE” KAPISI

“Özel ve” kapısı giriş sinyalleri birbirlerinden farklı olduklarında 1 çıkışı üretecek şekilde dizayn edilmiştir. “Özel ve” kapısının gösterimleri şekil 7.15’de gösterilmiştir. Bu kapı en fazlı 2 giriş sinyalini birbirleri ile kıyaslayarak bir çıkış oluşturur.

Şekil: 7.15’deki doğruluk tablosunda gösterildiği gibi, giriş sinyalleri aynı değerlerden oluşuyorsa çıkış 0, farklı değerlerden oluşuyorsa çıkış 1 olacaktır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 13/16
---	--	---	---



INPUTS		OUTPUT
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

TRUTH TABLE

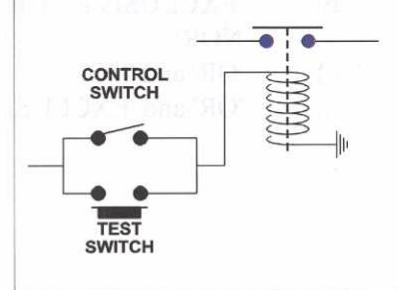
Şekil 7.15

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 14/16
---	--	---	---

AC ELECTRICS**LOGIC GATES****SELF ASSESSMENT QUESTIONS - LOGIC**

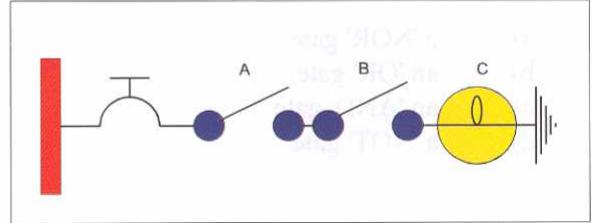
1. The logic function of the circuit shown is; -

- a) AND
- b) OR
- c) NOR
- d) NOT

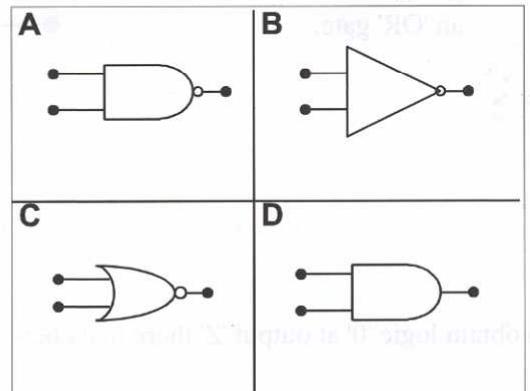
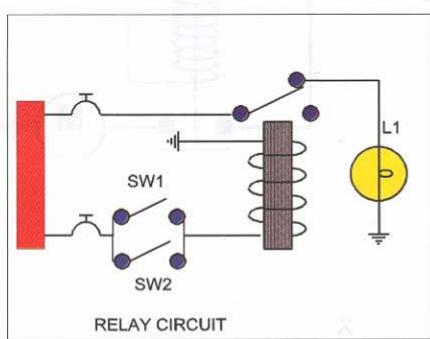


2. The circuit shown here represents; -

- a) an 'AND' gate.
- b) a 'NOR' gate.
- c) an 'OR' gate.
- d) an 'EXCLUSIVE OR' gate.



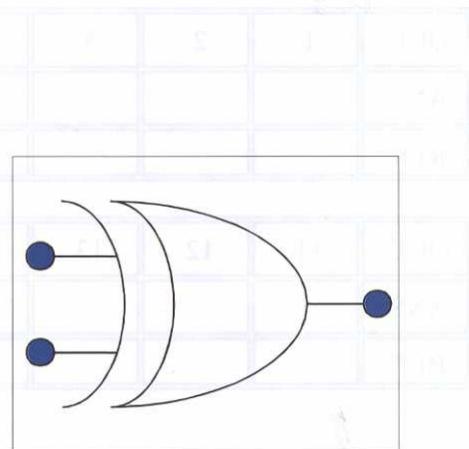
3. The diagram is the equivalent of which of the accompanying symbols; -



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 15/16
---	--	---	---

AC ELECTRICS**LOGIC GATES**

8. A transistor ;-
- a) can only be used as an amplifier.
 - b) can be used as a semi-conductor to act as an automatic switch or an amplifier.
 - c) is an inverted silicon controlled rectifier.
 - d) can be used as a semi-conductor to act as an automatic switch or an amplifier.
9. A transistor ;-
- a) is made up of crystals in the arrangement of emitter, base and collector.
 - b) is made up of crystals in the arrangement of emitter, collector and base.
 - c) is made up of crystals in the arrangement of collector, emitter and base.
 - d) requires a current of ten amps through the base to transmit.
10. A gate with only one input and one output;-
- a) cannot be a 'double' gate.
 - b) is a 'NOT' gate.
 - c) can only be a 'semi-gate'.
 - d) cannot be a 'NOT' gate.
11. The two most commonly used gates are;-
- a) 'NOT' and 'NOR'.
 - b) 'OR' and 'EXCLUSIVE AND'.
 - c) 'AND' and 'OR'.
 - d) 'AND' and 'NAND'.
12. Truth tables illustrate the relationship between;-
- a) inputs and outputs.
 - b) integrated gates for trouble shooting.
 - c) the sequence of operation of the gates.
 - d) electronic and electrical circuits.
13. The output expression for this type of gate is;-
- a) 'AND'.
 - b) 'EXCLUSIVE NOR'
 - c) 'EXCLUSIVE OR'.
 - d) 'EXCLUSIVE NOT'.

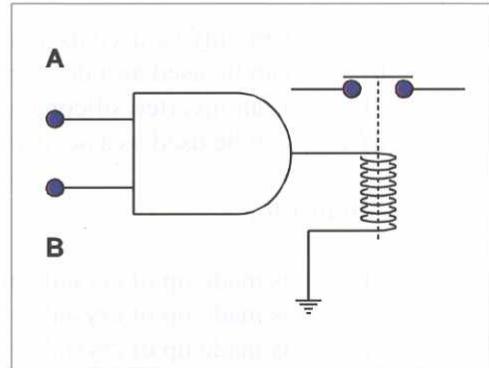


	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 16/16
---	--	---	---

AC ELECTRICS**LOGIC GATES**

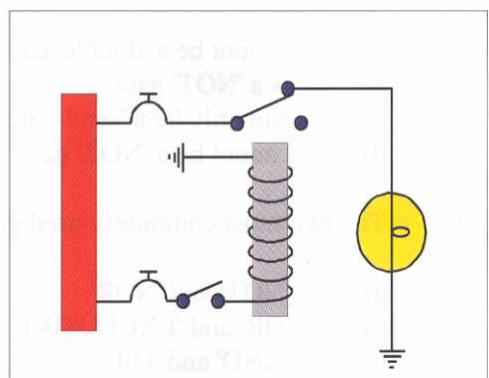
14. In order to energise the relay shown in this circuit, the logic state at the inputs must be; -

- a) logic '0' at points 'A' and 'B'.
- b) logic '0' at point 'A' and logic '1' at point 'B'.
- c) logic '1' at points 'A' and 'B'.
- d) always identical at points 'A' and 'B'.



15. The type of logic gate represented by this diagram is; -

- a) 'OR'
- b) 'NAND'
- c) 'AND'
- d) 'NOT'.

**LOGIC SELF ASSESSMENT ANSWERS**

QUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ANS	B	A	C	A	C	D	C	D	A	B
REF										

QUE	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ANS	C	A	C	C	D					
REF										

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/38
---	--	---	--

BÖLÜM 1

TEMEL PRENSİPLER

İÇİNDEKİLER

- 1.1 GİRİŞ
- 1.2 ALTERNATİF AKIM
- 1.3 RADYO DALGALARI
- 1.4 POLARİZASYON
- 1.5 HAREKET HIZI
- 1.6 DALGA BOYU
- 1.7 FREKANS ÜNİTELERİ
- 1.8 FREKANS ÜNİTELERİNİN KULLANIMI
- 1.9 DALGA BOYU, FREKANS VE HAREKET HIZI
- 1.10 FREKANS/DALGA BOYU DÖNÜŞÜMÜ
- 1.11 FREKANS SPEKTRUMU
- 1.12 FAZ
- 1.13 FAZ FARKI
- 1.14 ZAYIFLAMA
- 1.15 KIRILMA
- 1.16 YAYILIM DÜZERGAHI
- 1.17 DOĞRUDAN VE YERDEN YANSIYAN DALGALAR
- 1.18 YÜZEY DALGALARI
- 1.19 YER DALGASI
- 1.20 GÖK DALGASI
- 1.21 İYONOSFER
- 1.22 İYONİZE TABAKALAR
- 1.23 D-TABAKASI
- 1.24 E-TABAKASI
- 1.25 F-TABAKASI
- 1.26 HF GÖK DALGALARI
- 1.27 FADING
- 1.28 SÖNME
- 1.29 HF GÖK DALGASI MENZİLİ
- 1.30 GÖK DALGALARI-ÖZET
- 1.31 FREKANS/YAYILMA TABLOSU
- 1.32 ÇILGIN YAYILMA
- 1.33 KANAL YAYILIMI
- 1.34 DAĞILIM YAYILIMI
- 1.35 MODÜLASYON
- 1.36 GENİŞLİK MODÜLASYON (AM)
- 1.37 YAN FREKANSLAR
- 1.38 YAN BANTLAR VE BANT GENİŞLİĞİ
- 1.39 TEK YAN BANT YAYINI
- 1.40 FREKANS MODÜLASYONU
- 1.41 HAVA POLAR GRAFİKLERİ
- 1.42 EMİSYON SINİFLARI
- 1.43 FREKANS/DALGA BOYU DÖNÜŞÜMÜ
- 1.44 DOĞRUDAN DALGA
- 1.45 CEVAPLAR

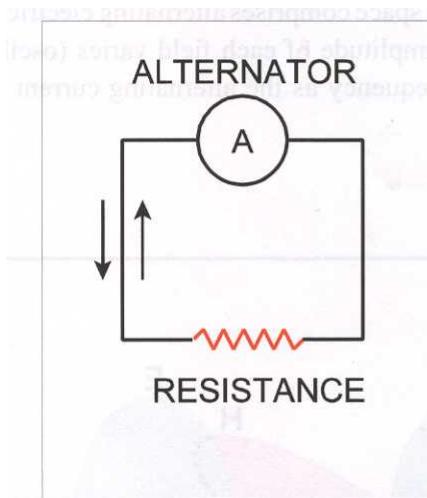
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/38
---	--	---	--

1.1 GİRİŞ

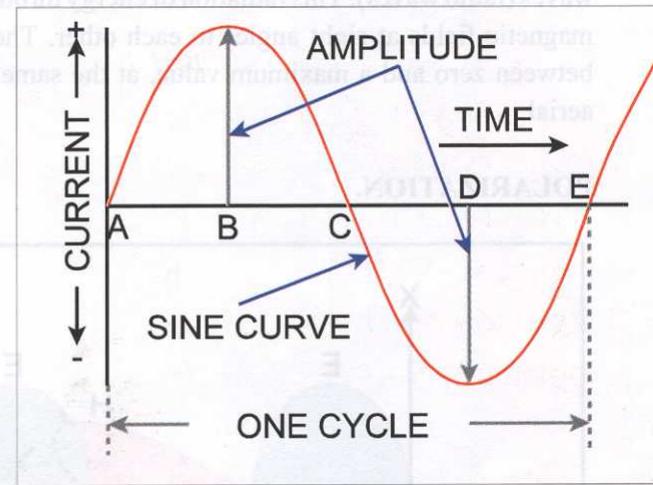
Radyo teorisinin kısmen anlaşılabilmesi, seyrüsefere yardımcı çeşitli radyo yardımcılarının limitlerinin algılanabilmesine yardımcı olur. Bu notların amacı, çok az bir matematik ile bazı temel bilgileri anlatmaktadır.

1.2 ALTERNATİF AKIM

Şekil: 1.1(a), basit bir devredeki alternatif akımı göstermektedir. Basit olarak bunu anlamı, akım yönünün düzenli olarak değişmesidir. Bir an, akım saat yönünde iken bir an sonra akım saat yönünün tersi istikamette olacaktır. Şekil: 1.1(b)'de gösterilen akımın zamana göre grafiği bir sinüs eğrisi biçimindedir.



Şekil: 1.1 (a)



Şekil: 1.1 (b)

Şekilden de görüleceği gibi, akım (A) noktasında sıfırdan başlayarak (B) noktasında maksimum yükseklige ulaşmakta tekrar (C) noktasında sıfır noktasına gelmekte (D) noktasında aksi istikamette maksimum değere ulaşmakta ve daha sonra (E) noktasında tekrar sıfır değerine gelmektedir. Bir dönüşümün tamamlandığı bu sürece CYCLE denir ve alternatif akımın bir salınımını temsil eder. Grafikteki (+) ve (-) işaretler akımın farklı yönlerini temsil etmektedir.

Şekil: 1.1 (a)'da da görülebileceği gibi akım (B) ve (D) noktalarındaki anlık akım en yüksek değerdedir ve bu en yüksek değere akım için AMPLITUDE denir. Alternatif akım voltajı için de benzer bir şekil çizilebileceğinden genislik alternatif akım parametresi (akım, voltaj) için tepe değer olarak tanımlanabilir.

Frekans bir saniyedeki CYCLE sayısı olarak tanımlanır ve HERTZ (Hz) cinsinden ölçülür. Bir cycle için gerekli zamana da PERİYOT denir ve T ile gösterilir. Frekans ve periyot arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir:

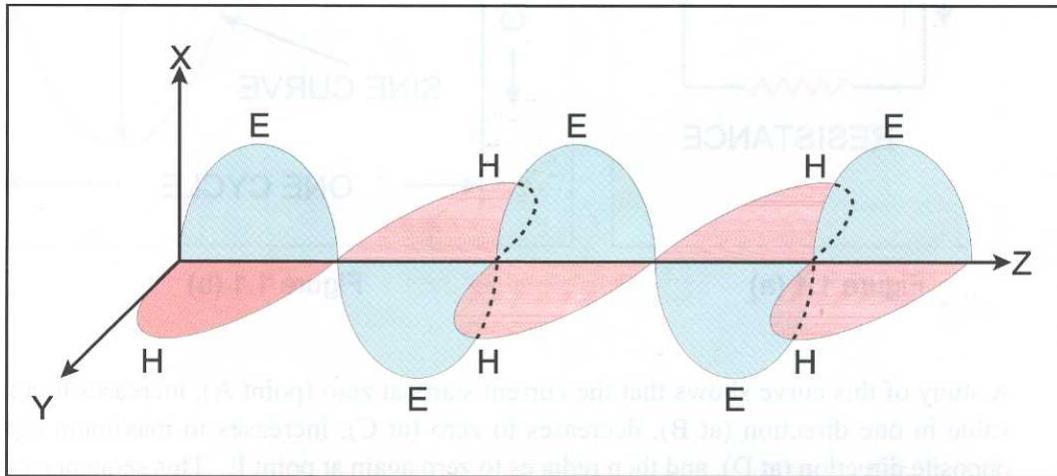
$$F = 1/T \quad T = 1/F$$

1.3 RADYO DALGALARI

Yeterince yüksek frekanslı bir alternatif akım vericiye verildiğinde enerji vericide kalmayıp uzaya doğru elektromanyetik dalgalar halinde dağılmaktadır. Uzaydaki bu enerji radyasyonu birbirlerine dik olan alternatif elektriksel ve manyetik alanları ihtiva eder. Her manyetik sahanın büyüklüğü maksimum değer ile sıfır arasında değişir (salınım olur) ve vericideki alternatif akımla aynı frekansta olur.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 3/38
---	--	---	--

1.4 POLARİZASYON



Şekil: 1.3 Dikey Polarizasyon

Bir elektro manyetik dalganın elektriki saha salınım düzlemi veya yönünün tanımlanabilmesi için polarizasyon terimi kullanılır. Örneğin; dikey bir verici, elektriksel alan (E) salınımılarının dikey düzlemdede olduğu, manyetik saha (H) salınımılarının yatay düzlemdede olduğu dikey olarak polarize edilmiş bir radyo dalgası üretir. Verimli bir şekilde alınabilmesi için alıcının da dikey olması gerekmektedir. Aynı şekilde verici yatay ise alıcının da yatay olması gerekecektir.

Elektrik ve radyo dalgaları birbirlerine dik açılarda salınım yapmakla birlikte her ikisi de radyo dalgalarının yayıldığı yöne dik açıdadır. Şekil 1.3 dik olarak polarize edilmiş bir dalganın manyetik ve elektriki sahalarının E ve H olarak pik (en yüksek) değerlerini göstermektedir.

1.5 HAREKET HIZI

Radyo dalgaları ışık hızı ile hareket ederler. Bu hız sabit ve 300,000,000 m/s veya 162,000 knot/s dir.

1.6 DALGA BOYU

Bir radyo dalgasının dalga boyu radyo sinyalinin bir "cycle"ının transmisyonu esnasında kat ettiği mesafe olarak tanımlanır. Dalga boyu normal olarak metre olarak ifade edilir. Dalga boyunun bir metreden küçük olduğu durumda ise santimetre yada milimetre kullanılır.

1.7 FREKANS ÜNİTELERİ

Frekans Hertz (Hz) olarak ifade edilir. Bir Hertz saniyede bir CYCLE'a eşittir. Radyo frekansları çok yüksektir ve kolaylık sağlama açısından aşağıdaki birimler kullanılabilir.

Kilo-Hertz	(kHz)	= 1,000 Hz	= 10^3 Hz
Mega-Hertz	(MHz)	= 1,000,000 Hz	= 10^6 Hz
Giga-Hertz	(GHz)		= 10^9 Hz
Tera-Hertz	(THz)		= 10^{12} Hz

1.8 FREKANS ÜNİTELERİNİN KULLANIMI

3000 kHz'e (3 MHz) kadar kHz kullanılır.

3 ila 3000 MHz (3 GHz) değere kadar MHz kullanılır.

3 GHz ve yukarısı için GHz birimi kullanılmakta ancak MHz kullanılmaya devam edilmesi daha yaygındır. THz ise radyo seyrüsefer amaçları için pek kullanılmaz.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 4/38
---	--	---	--

Örnekler: Droitwitch Yayın İstasyonu 200 kHz
Doppler Seyrüsefer Yardımcıları 8800 Mhz veya 8.8 Ghz

1.9 DALGA BOYU, FREKANS VE HAREKET HIZI

Bu değerler arasındaki bağıntı: $c = f \cdot \lambda$

Burada,
 c = hareket hızı (m/s)
 f = Hz cinsinden frekans
 λ = metre cinsinden dalga boyu

yukarıdaki ilişki, $f = c/\lambda$ yada $\lambda = c/f$ olarak da yazılabilir.

Bu formüllerle dalga boyu ve frekansın birbirine çevrilmesi oldukça basittir. Formülden de görülebileceği gibi frekans ve dalga boyu ters orantılıdır. Bunun sonucu olarak frekans arttıkça, dalga boyu azalacaktır. Frekans iki katına çıkarsa dalga boyu yarıya düşecektir.

Aşağıdaki listelenen vericiler dalga boyu ve frekans arasındaki ters orantıyı örneklemektedir.

	Frekans	Dalga boyu
Driotwitch Yayın İstasyonu	200 kHz	1500 metre
Fan Marker	75 MHz	4 metre
Yaklaşma Radarı	10,000 MHz	3 cm

1.10 FREKANS/DALGA BOYU DÖNÜŞÜMÜ

Örnek 1: 1500 metre dalga boyuna denk gelen frekans nedir?

Frekans Hz = Hareket hızı (metre/san)/Dalga boyu (metre)
 $= 300,000,000 / 1,500$
 $= 200,000 \text{ Hz} = 200 \text{ kHz}$

Örnek 2: 300 kHz frekanstaki yayının dalga boyu nedir?

Dalga boyu = Hareket hızı (metre/san)/Frekans (Hz)
 $= 300,000,000 / (300 \times 1,000)$
 $= 1,000 \text{ m}$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 5/38
---	--	---	--

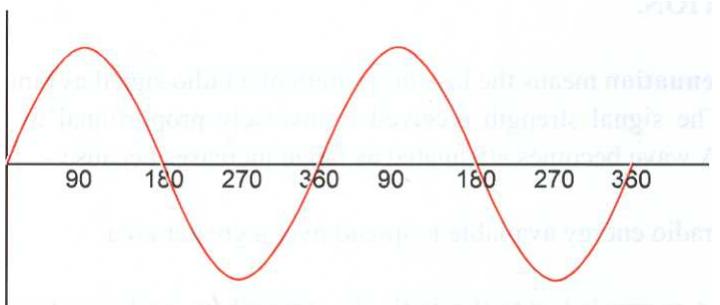
1.11 FREKANS SPEKTRUMU

Frequencies	Frequency Band	Wavelength	Facilities
3-30 kHz	VLF (Very Frequency) Low	100 km - 10 km	Very long range navigation .
30-300 kHz	LF (Low Frequency)	10 km - 1km	Decca, NDB, Loran -C, long/medium wave broadcasting stations (B/S).
300-3,000 kHz	MF (Medium Frequency)	1 km - 100 metres	NDB, B/S Radio Range.
3 - 30 MHz	HF (High Frequency)	100 metres-10 metres	HF R/T
30 - 300 MHz	VHF (Very High Frequency)	10 metres -1 metre	VHF R/T, VDF, VOR, marker beacons, ILS.
300 - 3,000 MHz	UHF (Ultra High Frequency)	1 metre -10 cm	ILS Glidepath, DME, some Surveillance Radar.
3 - 30 Ghz (3,000 - 30,000 MHz)	SHF (Super High Frequency)	10 cm -1 cm	Precision Approach Radar (PAR), some Surveillance Radar, Doppler, Airborne Weather Radar (AWR), Radio Altimeter.
30 - 300 GHz	EHF (Extremely High Frequency)	1 cm -1 mm	Airfield Surface Movement Radar, experimental radar.

1.12 FAZ

Daha önceki paragraflarda alternatif akım veya voltajın bir döngü boyunca yaptığı sinüs dalgasına uygun değişimler açıklanmıştır. Belirli bir anda bir döngü üzerinde ulaşılmış olan noktaya akımın yada voltajın **fazı** denir. Faz derece ile gösterilir. (0° ile 360° arasında)

Şekil: 1.4 Faz



1.13 FAZ FARKI

Aynı frekanstaki iki radyo dalgası "Aynı fazda" yada 10 ile 3590 arasında herhangi bir derecede "Faz farklı" olabilir. Aralarında sabit bir faz farkı olabilmesi için iki sinyalin aynı frekansta olması gereklidir. Değişik frekanslara sahip dalgaların faz farkı devamlı olarak değişecektir. VOR ve Decca gibi bazı radyo araçları ile konum hattının belirlenmesi iki sinyal arasındaki faz farkının ölçülmesi ile olur. Şekil 1.5 aynı fazlı ve faz farklı sinyallere örnekler göstermektedir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 6/38
---	--	---	--

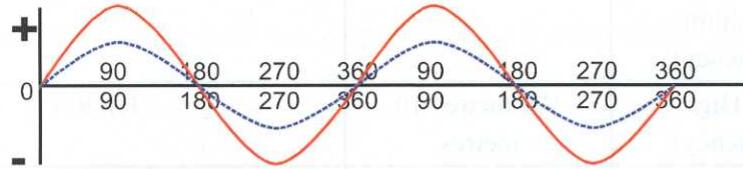


Figure 1.5(a) Two Waves In Phase

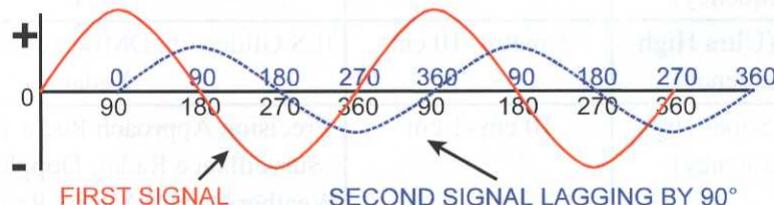
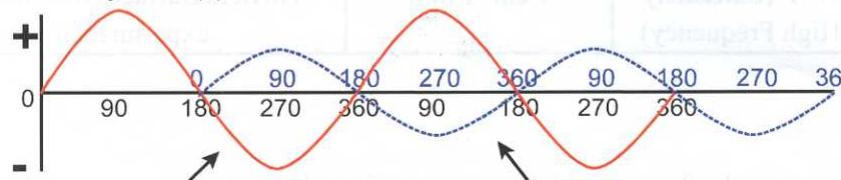


Figure 1.5(b) Two Waves 90° Out of Phase



Şekil: 1.5

1.14 ZAYIFLAMA

Zayıflama, vericiden olan menzilin artmasıyla radyo sinyallerinin kuvvetindeki azalmadır. Alınan sinyal yayın istasyonuna olan mesafe ile ters orantılıdır. Bunun sebebi:

- a) Radyo dalgası daha büyük bir alana yayılmaya elverişlidir.
- b) Radyo enerjisi yerde, atmosferde ve bazen de yeryüzü üzerindeki iyonlaşmış tabakalarda kaybolur.

Radyo yayılımının çalışma menzilini belirleyen bir faktör de vericinin gücündür. Elde edilen menzil gücün karekökü ile orantılıdır. Bir başka deyişle menzilin iki katına çıkarılması için verici gücү dört kat arttırmalıdır.

1.15 KIRILMA

Genel bir kural olarak radyo dalgaları, yeryüzü yüzeyi boyunca büyük dairesel bir yol takip edecek şekilde bir doğru boyunca hareket ederler. Belli koşullarda bu sinyal güzergahının yönü değişimdir. Bu istikamet değişimine **kırılma** denir. Kırılmanın miktarı duruma bağlı olarak büyük farklılıklar gösterebilir. En sıkça görülen kırmalar;

Sahil kırması: Bir sinyalin bir sahil şeridini geçtiğinde istikametinde oluşan değişiklik.

Atmosferik kırmıma: Özellikle alçak irtifalarda sıcaklık, basınç ve nem durumlarındaki değişiklerden dolayı istikamette oluşan değişiklik.

Iyonosferik kırmıma: İstikamette iyon tabakasını geçerken oluşan değişim.

1.16 YAYILIM GÜZERGAHI

Verici ve alıcı arasında radyo dalgasının kat edeceğİ millece mesafenin direk olmasına ihtiyaç yoktur. Bir sonraki paragrafta radyo sinyallerinin takip edebileceği değişik güzergahlar tanımlanmaktadır. Birçok durumda sinyal alıcıya aynı anda birden çok güzergahı takip ederek ulaşabilir ve bu güzergahların uzunluğundan dolayı sinyaller arasında faz farkı olacaktır. Bu gibi faz farklılıklarını sinyalin kuvvetinin etkiler.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 7/38
---	--	---	--

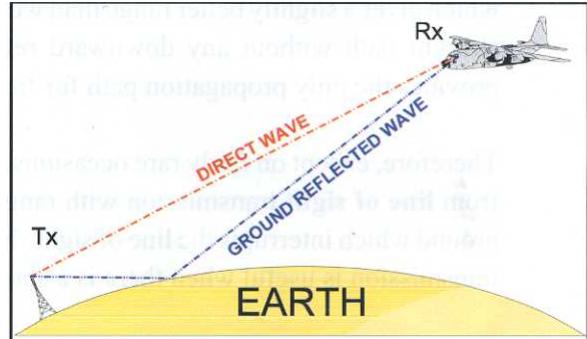
Şekil 1.5c'de görüldüğü gibi farklı yollardan alıcıya 180° faz farkıyla ulaşan iki ayrı dalganın büyüklükleri de aynı ise birbirlerini yok edeceklerdir. Sonuçta sinyalin kuvveti 0 olacak ve sinyal alınamayacaktır. Faz farkından dolayı sinyal kuvvetinde oluşan bu değişime **fading** denir.

1.17 DOĞRUDAN VE YERDEN YANSIYAN DALGALAR

Vericiden alıcıya doğru doğrusal bir hat boyunca ilerleyen dalgaya **doğrudan dalga** denir. Bu dalgalara ilave olarak yerden yansiyip alıcıya ulaşan dalgalara ise **yerden yansyan dalgalar** denir. Bu iki dalganın birleşimi **uzay dalgası** olarak tanımlanır ve şekil 1.6a'da gösterilmektedir.

Şekil: 1.6a Uzay dalgası

(Bu bundan sonraki şekillerde Tx vericiyi, Rx alıcıyı temsil edecektir).



Yansıyan ve doğrudan gelen dalgalar farklı yollar izlediklerinden alıcıya büyük bir faz farkıyla ulaşabilirler. Bu durum yerden yansyan dalgada yansıma yaptığı noktada, fazda oluşan değişim sonucunda daha karmaşık bir hale gelecektir. Bunun neticesinde de, Örneğin; bir yer istasyonuna doğru uçan bir uçak fadinge yada o istasyon ile VHF iletişiminin kaybına maruz kalabilir. Bu olayın olduğu mesafe uçağın irtifasına, vericinin yerden yüksekliğine ve frekansına bağlıdır.

Dünya yüzeyinin yuvarlaklığını doğrudan dalgaların kullanımını kısıtlar. Şekil 1.6b'de de görülebileceği gibi ufuk hattının altında kalan bir uçak iletişim için doğrudan dalgaları kullanamaz.

Yere teget geçen en alt noktadaki doğrudan dalgaya ufuk işini denir. Uçakların doğrudan dalgaları kullanabilmeleri için uçak irtifasının artırılması yada yer istasyonunun yüksekliğinin artırılması gerekmektedir.



Şekil: 1.6b Görüş hattı

Doğrudan dalganın alınması için maksimum menzilin hesaplanması için aşağıdaki formül kullanılır:

$$\text{Menzil (nm)} = 1.25 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

Burada h_1 = yer istasyonunun yüksekliği (ft AMSL)
 h_2 = uçağın irtifası (ft AMSL)

Bu formül atmosferin alt tabakalarındaki küçük kırılmalar müsaade etmektedir. Bunun sonucunda elde edilen menzil aşağı doğru hiçbir kırılma olmadığı tam doğrusal bir hata göre hesaplanacak menzilden daha iyidir. Normal şartlar altında uzay dalgası 30 MHz frekanstan daha büyük dalgalar için tek istikamettir.

Bu sebepten, çok nadir durumlar dışında, menzili dünyanın yuvarlaklığını ve görüş hattını kesecik herhangi bir yükselti ile kısıtlanan VHF ve daha yüksek frekanstaki dalgalarda komünikasyon görüş hattından olumsuz bir şekilde etkilenir. Belirtilmelidir ki görüş hattından dolayı olan bu menzil kısıtlaması mevcut frekansların yetersizliğinde kullanılaklı olacaktır.

Örneğin, uç durumları dışında, VHF ve R/T ile coğrafi olarak birbirlerinden yeterince ayrılmaları koşulu ile aynı frekansta yayın yapan istasyonların birbirlerinden etkilenmesine yer yüzünün yuvarlaklığını engel olur.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/38
---	--	---	--

1.18 YÜZEY DALGALARI

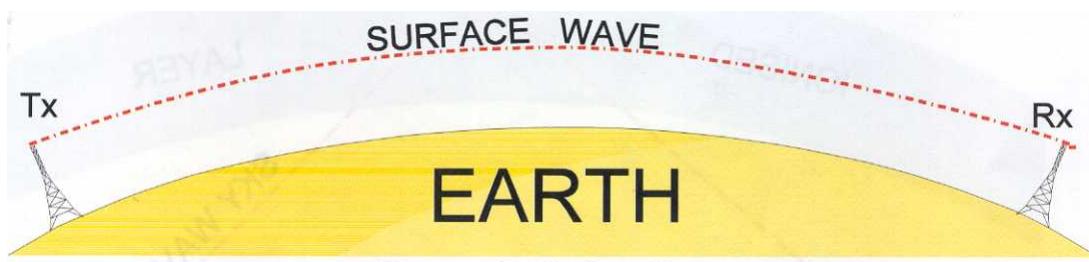
Sayıt yayılma için tek yol uzay dalgaları ise, iletişim sadece görüş hattı boyunca olacaktır. Ancak, şekil 1.7'de gösterildiği gibi **yüzey kırılması** olayı dünya yüzeyinin yuvarlaklığını takip eden bir yüzey dalgası yaratabilir.

Tüm dalga hareketleri için olan yüzey kırılması, dalgaların engeller üzerinden geçebilmesine olanak verir. Yüzey dalgaları ile engel dünyadır ve yüzey kırılmasının miktarı dalga boyunun dünyanın yarıçapına göre büyüklüğe bağlıdır. Daha büyük dalga boylarında (küçük frekanslarda) yüzey kırılması daha artmış yüzey dalgası menzili oluşturur.

Yeryüzü şekli de menzili iki sebepten dolayı etkiler;

- a) Dalganın aşağı doğru bükülmesini etkiler.
- b) Farklı yüzeyler dalgadan farklı miktarda radyo enerjisi emerler ve bu da zayıflama miktarını etkiler. Zayıflama, kara üzerinde denize göre daha fazladır ve dolayısıyla yüzey dalgasının menzili deniz üzerinde daha fazladır.

Frekans da burada önemlidir. Düşük frekanslar daha az zayıflamaya maruz kalırlar ve buna bağlı olarak daha yüksek yüzey dalgası menzili yaratırlar.



Şekil: 1.7 Yüzey dalgası

Yüzey dalgası yağılımı karmaşık olmasına rağmen aşağıdaki kurallar söylenebilir:

- a) Yüzey dalgalarının menzili düşük frekanslarda daha yüksektir (yüksek yüzey kırılması ve düşük zayıflama).
- b) 30 Mhz'den daha büyük frekanslarda yüzey dalgası menzili sadece birkaç mildir (düşük yüzey kırılması ancak hızlı zayıflama).
- c) Çok düşük frekanslarda yüzey dalga menzili büyktür ve neredeyse kara üzerinde de deniz üzerindeki kadar büyktür. Ancak frekans arttıkça kara üzerinde menzil düşüşü çok daha hızlı olur.

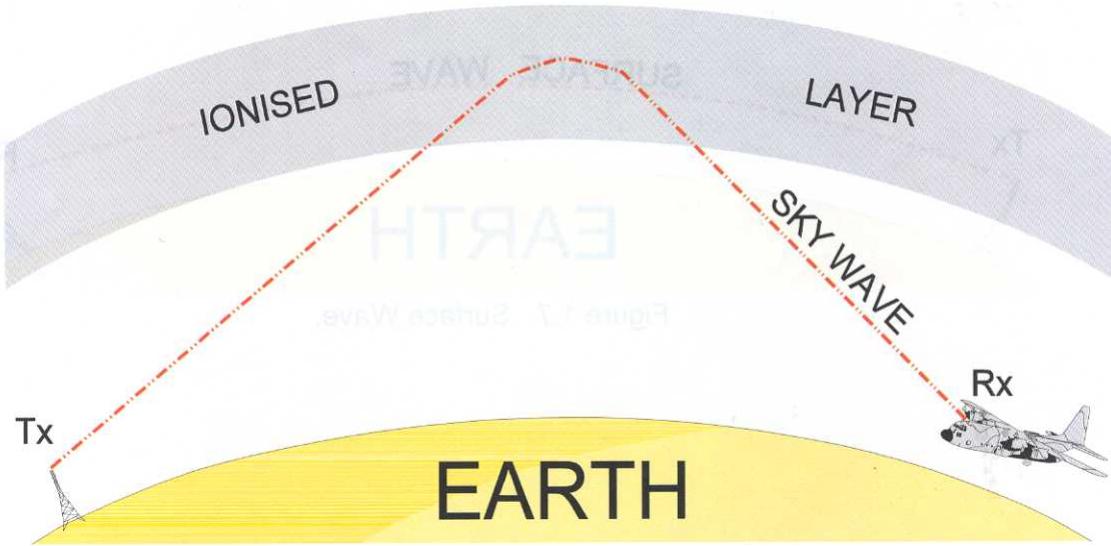
1.19 YER DALGASI

Yer dalgası terimi, doğrudan dalga, yerden yansyan dalga ve yüzey dalgasının birleşimi için kullanılır. Bunların her biri bir arada bulunmak zorunda değildir. Örneğin; ufkun altındaki yer dalgası frekansın yeteri kadar düşük olduğu varsayılrsa (30 MHz'in altında) sadece yüzey dalgasını içerir.

1.20 GÖK DALGASI

Dalgaların diğer bir hali de gök dalgasıdır. Dünya üzerindeki iyon tabakasından aşağıya yansyan veya kırılan dalgalar vardır ve bunlara bazen iyonize dalgalar denir. Takip eden paragraflarda gök dalgaları daha detaylı anlatılacaktır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 9/38
---	--	---	--



Şekil: 1.8 İyonosferik Kırılma

1.21 İYONOSFER

Güneşin ultraviyole ışınları atmosferdeki elektronların atomlarından ayrılmalarına neden olurlar. Böylece elektron kaybeden atomlar pozitif yüklü iyon haline gelirler. İyonizasyonun yoğunluğu, ultraviyole ışınlarının kuvvetine ve havanın yoğunluğuna bağlıdır. Bu olayların olduğu ve yerden yaklaşık 50 km ile 500 km mesafe arasında uzanan atmosfer tabakasına İyonosfer denir. İyonosfer tabakası troposfer tabakasının üzerinde yer alan stratosfer tabakasının üzerinde bulunur.

Bu tabakanın içinde belli birkaç iyonize tabaka vardır. Radyo dalgaları bu ve benzeri tabakalara girdiğinde dalganın doğrusal yolundan sapmasına neden olan kırmızılar meydana gelir. Kırmızıların miktarı, frekansa, dalganın tabakaya giriş açısına ve iyonizasyonun yoğunluğuna bağlıdır. Şekil 1.8'de görüldüğü gibi belli durumlarda dalga o kadar çok eğilir ki gök dalgası olarak yeryüzüne geri döner.

1.22 İYONIZE TABAKALAR

Gündüz saatlerinde yüksekliğin artan sırasına göre sıralanmış ve D, E, F, F₂ olarak belirtilen dört ana iyon tabakası vardır. Geceleri güneş ışınları kaybolduğunda yine iyonize tabakalar bulunur ancak birkaç tabaka halinde ve daha az yoğunluktadır. Güneş ışınlarının kuvveti ekvatora göre konuma göre değiştiğinden İyonosfer tabakasının yapısı dünya üzerinde büyük farklılıklar gösterir.

Güneş ışınları ultraviyole radyasyonu etkilediğinden iyonize tabakaları etkileyen diğer bir faktör de güneşin durumudur. Şekil 1.9a, 1.9b, 1.9c, yazın ve kışın, gündüz ve gece Britanya üzerindeki tabakaların yaklaşık dikey dağılımlarını göstermektedir.

1.23 D-TABAKASI

Bu tabaka, güneşin doğusundan hemen sonra ve sadece gündüz saatlerinde oluşan tabakadır. En alt seviyede olan ve yoğunluğu fazla olmayan tabakadır. VLF dalgaları tabakaların tabanından yansır. LF ve MF dalgaları tabakaya girer ve bir kırmızıya maruz kalmadan ciddi bir şekilde zayıflarlar. Yüksek frekanslı dalgalar daha az zayıflamaya bu tabakadan geçerler. Bu olayın LF ve MF dalgalarına pratikteki etkisi, gündüz yukarı giden dalgaların D-tabakası tarafından emileceği ve böylece daha üst tabakalar tarafından kırmızıya yer yüzüne geri gelecek olan LF/MF gök dalgaları gündüz çok zayıf yada tamamen yok olacağıdır.

1.24 E-TABAKASI

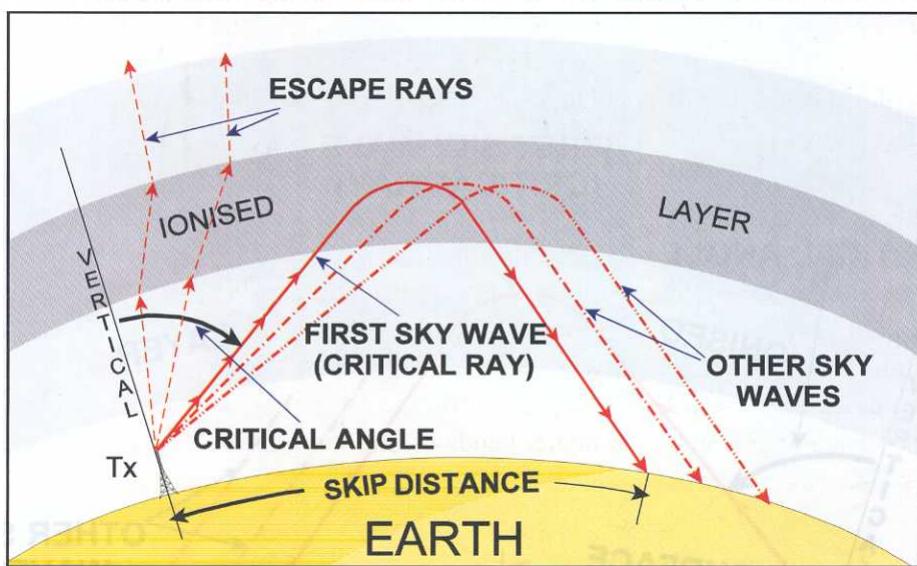
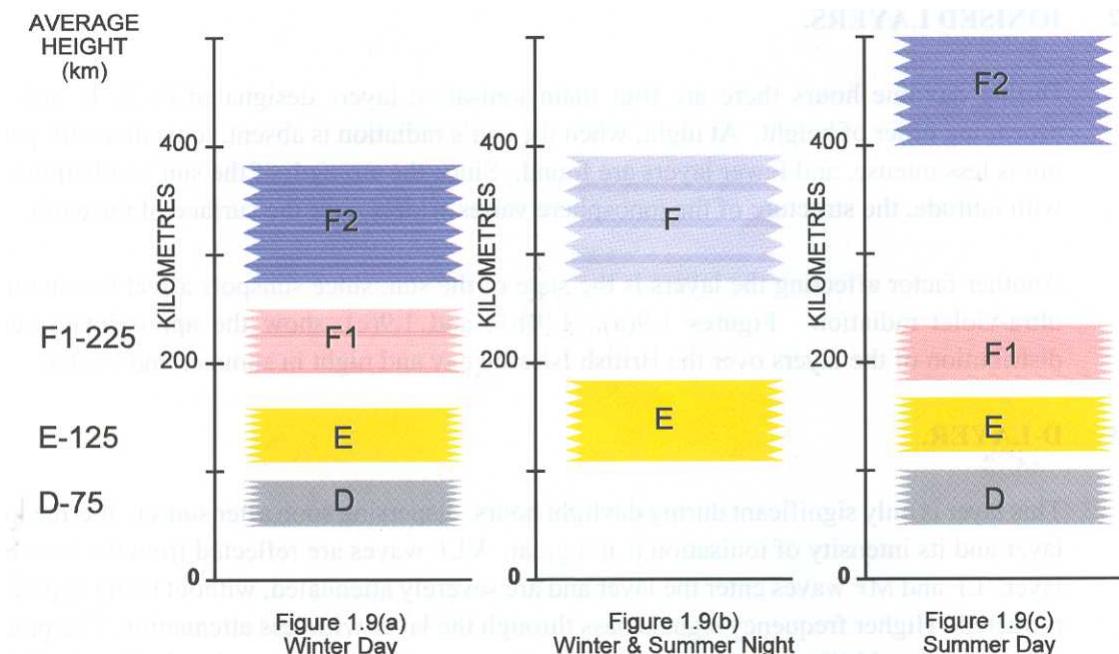
Eskiye Kennelly-Heaviside olarak bilinen bu tabaka gündüzleri kuvvetli bir şekilde iyonize durumda bulunurken akşamları ise daha az iyonize bir şekilde bulunmaya devam ederler. Akşamları LF ve MF bantlarında kuvvetli gök dalgaları üretir ancak gündüzleri D-tabakası önceki paragrafta belirtildiği üzere bu gök dalgalarının kullanımına olanak vermeyecek kadar zayıflama yaratır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 10/38
---	--	---	---

Kullanılabilir HF uzay dalgaları E-tabakaları tarafından gece ve gündüz üretilebilirler. Daha sonra anlatılacak olan üç durumlar haricinde VHF dalgaları çok az bir kırılmaya maruz kalarak E-tabakasından geçebilirler. İyonosferik kırılma UHF, SHF ve EHF sinyalleri için ihmal edilebilir düzeydedir ve dolayısıyla bu bantlarda gök dalgaları oluşmaz.

1.25 F-TABAKALARI

Geceleri E-tabakasının üzerinde, esasen Appleton tabakası olarak bilinen, bir tek F-tabakası bulunur. Ancak gündüz saatlerinde bu tabaka F1 ve F2 tabakaları olarak iki tabaka bölünür. F-tabakası en yüksek ve en yoğun iyon tabakasıdır. Kuvvetli gök dalgaları LF, MF ve HF bantlarında geceleri üretilirler, ancak E-tabakasında olduğu gibi gündüzleri sadece HF bandı kullanılabılır. F-tabakası gök dalgasına sahiptir. E-tabakasında olduğu gibi VHF ve daha yüksek frekanslı dalgalar F-tabaksından, genelde hiçbir gök dalgası üretmeden, uzaya kaçarlar.



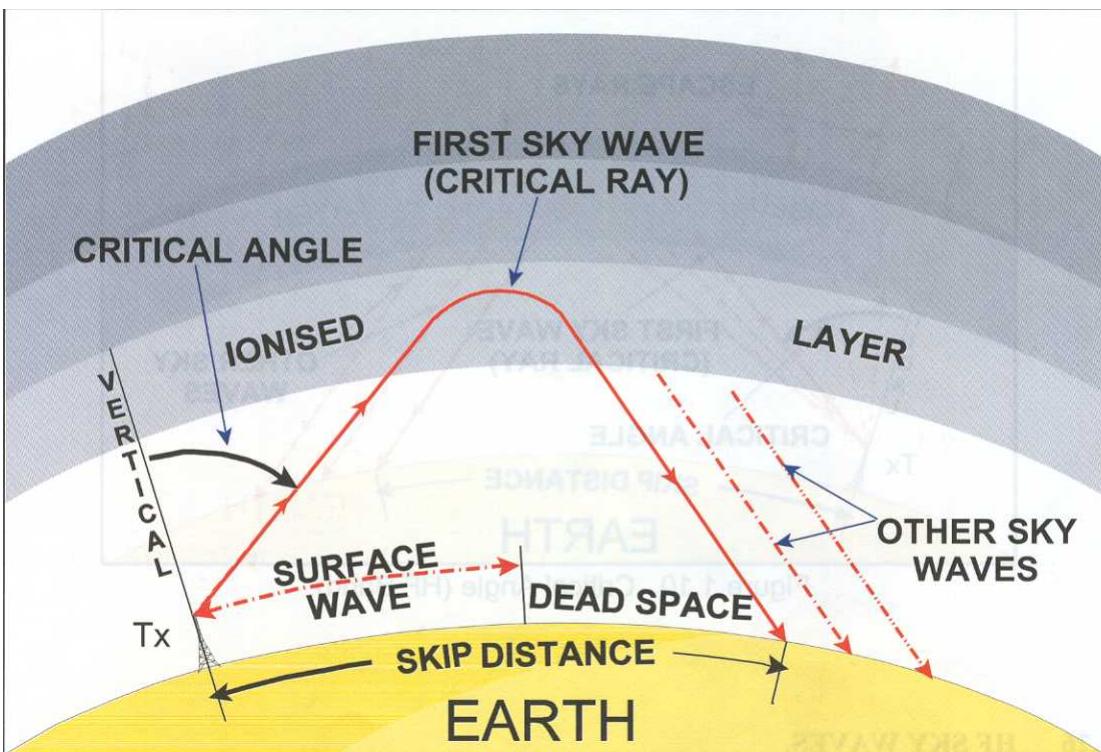
Şekil: 1.10 Kritik açı (HF bandı)

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 11/38
---	--	---	---

1.26 HF GÖK DALGALARI

Gök dalgası hareketi HF bandında olur (3-30 MHz). Ancak, uzun menzilli radyo iletişimini için alıcı ve verici arasında açık bir hareket alanı olup olmadığını belirleyen birçok değişken faktör vardır.

Verilen bir frekans ve iyonosfer durumu için, dalganın kırılarak yön değiştirme miktarı dalganın tabakaya giriş açısına bağlı olacaktır. Şekil 1.10'dan da görülebileceği gibi tabakaya dik olarak giren dalgalar tabakadan kaçabilirler. Ancak daha yukarıda ve daha fazla iyonlaşmış bir tabakadan geri dönebilirler.



Şekil: 1.11

Dikeyden olan açı büyükçe dalgaların kırılma miktarı da büyüyecek ve belli bir kritik açıyla ulaşıldığında yol, dalganın geri dünyaya 'ilk gök dalgası' olarak gelmesine imkan tanıyacak kadar büükümüş olacaktır. Kritik açıdan daha büyük açılarda da gök dalgası oluşacak ve bunların menzili ilk gök dalgasından daha büyük olacaktır. İlk gök dalgasının vericiden olan menzili belli bir frekans ve durumlar bütünü için **sekme mesafesi** olarak tanımlanır.

Dikkat edilmelidir ki bir HF vericisinden çıkan yer dalgası ilk gök dalgasının yeryüzüne geldiği noktadan çok daha kısa bir mesafede tamamen zayıflayabilir. Bunun sonucu olarak da ne yer dalgalarının ne de gök dalgalarının alınabildiği bir **ölü bölge** oluşur. Şekil 1.11 bu durumu göstermektedir.

Kritik açı en çok frekansa bağlıdır. Frekans ne kadar yüksekse kritik açı da o kadar büyük olacaktır. Dolayısıyla sekme mesafesinin azaltılması için daha düşük bir frekans kullanılmalıdır. Bu durum HF iletişimleri için optimum frekansın belirlenmesinde ve sekme mesafesinin alıcının uzaklığından daha düşük olmasının sağlanması durumunda önem kazanacaktır.

Frekans düşürüldükçe kritik açı da düşer ve sekme mesafesi kısalır. Kritik açının sıfır olduğu frekansa **kritik frekans** denir. Bu dikey yansıtma yapacak en yüksek frekanstır. Daha yüksek frekanslarda dikey gelen dalga geçerek dışarı kaçacaktır.

Kritik frekans ve daha düşük frekanslarda tabakadaki iyonlaşma dikey yansımalar yapacak yoğundur. E ve F tabakaları için dünyanın çeşitli yerlerinde kritik frekans ölçümleri yapılmıştır ve bu değerler geçmiş kayıtlarla birlikte optimum HF R/T çalışma frekanslarının belirlenmesinde kullanılır.

Belirtilmelidir ki yaklaşık 30 MHz üzerindeki frekanslarda dalgalar dalganın dikeyle yaptığı açı ne olursa olsun genellikle tabakadan uzaya kaçarlar. Bu yüzden VHF ve daha yüksek frekanslı bantlarda gök dalgaları çok nadiren görülür.

İyi ve yüksek menzilli bir HF R/T alımı için çok fazla zayıflamaya mahal vermeyecek bir frekans seçilmelidir. 20 MHz gibi nispeten yüksek bir frekans kullanıldığında enerjinin büyük kısmı E-

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 12/38
---	--	---	---

tabakasından geçerek daha fazla iyonlaşmış F-tabakasından yansıyacaktır. (Frekans ne kadar büyükse yansımıya yaratmak için gerekli iyonlaşma miktarı da o kadar çok olacaktır.)

Bu durumun avantajları vardır. Şekil 1.12'de gösterildiği gibi F-tabakasından tek bir yansımıma E-tabakasından olacak iki yansımıma ile aynı menzile sahip olacaktır. F-tabaksı yansımıası daha kuvvetli olacaktır çünkü E-tabakasındaki üç enerji kaybı yaratan yön değişimine karşı sadece bir kez yön değişmesine maruz kalmaktadır.

Şekil: 1.12

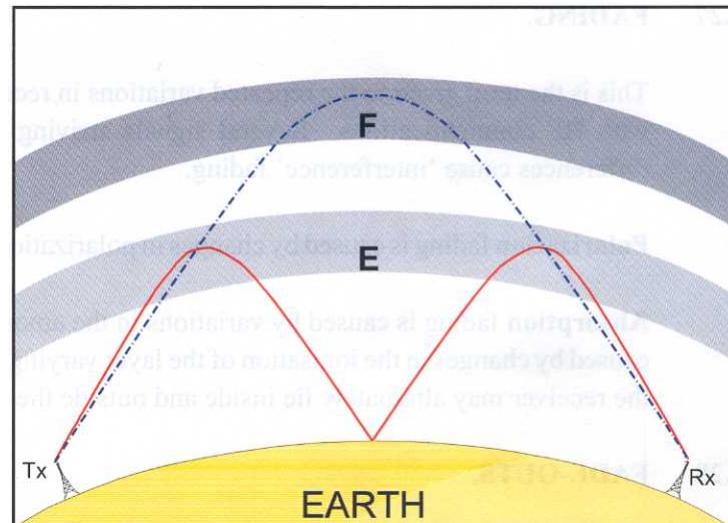
Buna ilaveten, sinyal E-tabakasının altındaki daha fazla zayıflama yaratan atmosferin daha yoğun olduğu ve gündüz D-tabakasının bulunduğu bölgede daha az bulunurlar. D-tabakası daha fazla zayıflama yaratır.

Burada belirtilmelidir ki, frekans azaltıldıkça ve E-tabakası yansımalarının zayıflatma etkisi arttıkça 'Kullanılabilir En Düşük Yüksek Frekans' denilen bir limite ulaşılır. Bu frekansın altında zayıflama sinyalin kullanılabilmesi için çok düşüktür. Bunun dışında yüksek frekanslar kullanılmasının bir diğer nedeni ise doğal radyo parazitlerinin düşük frekanslarda en kötü olmasıdır. Bu, VHF bandına yaklaşıldıkça en belirgin hale gelir.

Dolayısıyla en düşük zayıflamanın ve bu sayede belirli bir verici için alınan sinyalin en yüksek kuvvetin elde edilmesi için verici ve alıcı arasındaki yol için **Maksimum Kullanılabilir Frekansı (MUF)** geçmeyecek şekilde olabildiğince yüksek bir frekans seçilmelidir. MUF, vericinin hemen yanına kadar uzanan bir sekme bölgesi oluşturacak frekanstır. Daha büyük bir frekansta daha büyük bir kritik açı oluşacak ve böylece sekme mesafesi de daha büyük olacaktır. Bu mesafe alıcıya olan mesafeden daha büyük olduğunda verici ile gök dalgası teması ortadan kalkacaktır.

Iyonlaşmanın daha az olmasından ve aynı kırılma eğilimini elde etmek ve gündüzle aynı kritik açı ve sekme mesafesini elde etmek için daha düşük frekansların kullanılması gerektiğinden geceleri MUF çok daha düşüktür. Buna karşın geceleri iyonosferdeki sinyal zayıflaması çok daha azdır ve böylece ihtiyaç duyulan daha düşük frekans halen kullanılabilir durumdadır. **Sonuç olarak belli bir yol için gece frekansı gündüzün yarısı kadardır.** Görülebilir ki, kısa mesafeler F-tabakasından tek bir yansımı kullanılarak gündüzleri yerine geceleri çalışılabilir.

MUF sadece yol uzunluğu ve gece gündüzle değil, mevsim, meteor hareketleri ve güneş patlamalarının yarattığı ani iyonosferik değişimlerden de etkilenir. MUF'daki bu değişikliklerden dolayı HF yayın yapan istasyonlar 2 ile 20 MHz arası değişen frekanslar kullanmak durumundadırlar.



1.27 FADING

Bu, HF iletişimlerinde sıkılıkla rastlanan alınan sinyal kuvvetindeki tekrar eden değişimlerdir. Farklı yollardan, değişik faz farklarıyla gelen sinyaller, 'etkileşim' fadingi oluşturur.

Polarizasyon fadingi bir tabakadaki kırılma esnasında dalganın polarizasyondaki değişimlerle oluşur.

Emilme fadingi zayıflama miktarındaki değişimlerle oluşurken, '**sekme**' fadingi tabakanın iyonlaşmasındaki değişimler sonucu MUF'da oluşan değişimle bağlı olarak sekme bölgesinin alıcıyı dışına ve içine alacak şekilde değişmesidir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 13/38
---	--	---	---

1.28 SÖNME

HF iletişiminin tamamen kaybolması ve bunun saatlerce sürmesi kimi zaman karşılaşılan bir durumdur. Bu, güneşekti patlamalar sonucu oluşan radyo parazitlerin, düşük seviyelerde artan zayıflamanın ve F-tabakasındaki yansıtma verimliliğindeki azalmanın sonucudur.

1.29 HF GÖK DALGASI MENZİLİ

Hatırlanacağı gibi gök dalgaları muhtemelen vericiden birkaç yüz mil mesafe olan sekme mesafesi boyunca alınamayacaktır. Tek bir yansıtma ile elde edilebilecek teorik maksimum mesafe E-tabakasından yaklaşık 1300 nm, F-tabakasından yaklaşık 2500 nm dir. Bu maksimum teorik menzil verici sinyalinin yeryüzüne teget olarak geçmesi ile elde edilir.

8000 nm ve daha büyük menziller genel olarak F-tabakasından yapılan çift yansımalar ile elde edilir. Sinyal tabakadan kırılarak yeryüzüne döndükten sonra yerden yansıarak tekrar gökyüzüne çıkar ve kullanılamayacak kadar zayıflayana kadar bu yansıtma ve kırılmalar devam edebilir.

1.30 GÖK DALGALARI – ÖZET

Gök dalgaları kimi zaman kullanışlıdır ve kimi zaman parazit oluştururlar. HF bandında gündüz ve gece uzun menzilli iletişime imkan verirler. LF ve MF bantlarında gök dalgaları etkin menzili, hassasiyette fazla bir azalma olmadan artırırlar. Diğer yandan ADF hataları geceleri gök dalgalarının alınması sonucu artar. Gündüzleri bu dalgalar D-tabakası tarafından emilmektedir. LF/MF gök dalgaları da geceleri NDBler ve yayın istasyonları arasındaki etkileşimi ciddi bir şekilde arttırmır.

Hatırlanmalıdır ki gök dalgaları VHF, UHF, SHF ve EHF bantlarında çok nadiren görülürler ve bu dalgalardaki yayınların gece ve gündüz performansları arasında hemen hiç fark yoktur. Uzaktaki bir vericiden gök dalgalarının alınıp alınmayacağı aşağıdaki faktörlere bağlıdır.

- a) Kullanılan frekans bandı (gök dalgaları VHF ve daha yüksek frekanslar için çok nadirdir).
- b) Vericiden olan mesafe. Gök dalgaları derecesi iyonosferin durumuna göre değişen zayıflamaya maruz kalırlar. Parazit miktarı da değişkendir. Maksimum menzilin 8000nm'yi geçmesi olası değildir.
- c) Frekans-temel olarak sekme mesafesini etkileyen HF bandında.
- d) Vericinin gücü, yayılma tipi ve alıcının duyarlılığı.
- e) İyonosferin durumu-günün saati, yılın mevsimi ve güneşin durumu ile değiştir ve kırılma, zayıflama ve radyo parazit miktarını etkiler.

1.31 FREKANS/YAYILMA TABLOSU

Aşağıdaki tablo çeşitli frekans bantlarının ana özelliklerini özetlemektedir.

Frekans Bandı	Yayılış tipi
VLF (3-30 kHz)	Yer ve gök dalgaları
LF (30-300 kHz)	Gündüz yer dalgaları, Gece gök ve yer dalgaları
MF (300-3000 kHz)	Gündüz yer dalgaları, Gece gök ve yer dalgaları
HF (3-30 MHz)	Temel olarak gece ve gündüz gök dalgaları
VHF, UHF, SHF, (30-30000MHz)	Çılgın yayılma dışında Uzay Dalgası (görüş mesafesi yayılmış)

1.32 ÇILGIN YAYILMA

Daha önce de belirtildiği gibi 30 MHz üzerindeki frekanslardaki dalgalar görüş mesafesi boyunca yanı uzay dalgası şeklinde yayılırlar. Bazı çılgın yayılma durumlarında görüş mesafesi ile ulaşılabilceğinde çok daha uzun menzillere **kanal yayılımı** yada **dağılım yayılımı** ile ulaşılabilir.

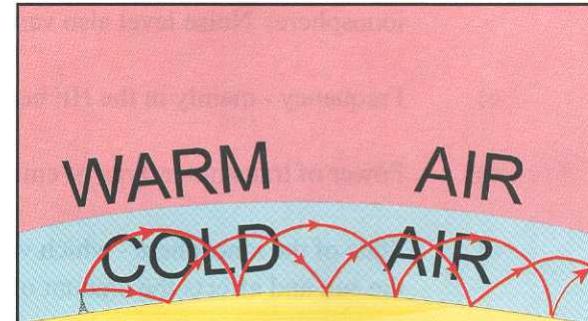
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 14/38
---	--	---	---

1.33 KANAL YAYILIMI

Aynı zamanda **süper-kırılma** olarak da adlandırılan bu etki, **sıcaklık değişimi** ve **irtifa ile nemliliğin ani düşüşü** sonucu ortaya çıkar. Bu tip meteorolojik durumlar kara üstünde yüzeyde yüksek basınç durumlarında gece ve sabahın ilk saatlerinde görülür. Soğuk bir seniz üzerindeki sıcak hava kütlesi de benzer bir etki yaratır. Daha yüksek seviyelerde de oluşabilir.

Radyo dalgalarının soğuk bir hava kanalında hapsolmaları şekil 1.13'de gösterilmiştir. Bu olay sinyallerin ufuğun yüzlerce mil gerisinden de alınabilmesine olanak sağlar. Bu etki en çok SHF ve UHF bantlarında mevcuttur ancak kanal yeterince derinse (500 ft) VHF bandında da görülebilir. Kanal yayılımı aynı R/T frekansı kullanan kontrol kulelerinde rahatsız edici bir etkileşim yaratabilir ve yer radarı monitörlerinde yanlış menzil göstergelerine neden olabilir.

Şekil: 1.13



1.34 DAĞILIM YAYILIMI

E-tabakası gibi zaman VHF bandında çok zayıf gök dalgaları yaratacak şekilde çok yüksek iyonlaşma yoğunluğuna sahip olur. Bu etki önceden tahmin edilemez ve gök dalgaları vericiden ileriye doğru yönde rasgele dağılırlar. Özel olarak tasarlanmış vericiler ile dağılım yayılımı daha uzun menziller elde etmek için kullanılabilir ancak bu güvenilir bir iletişim yöntemi değildir.

Dağılım yayılımı aynı frekanstan yayın yapan VHF radyo cihazlarının karşılıklı etkileşimine neden olabilir ve normal olarak bu etkileşimden görüş hattı yayını ile korunurlar. Televizyon programlarında bu etkileşimden zarar görürler.

1.35 MODÜLASYON

Konuşma, müzik yada basit ses frekansları şeklindeki bilgiler uzaya elektromanyetik dalgalar olarak iletilemezler çünkü, bunlardaki ses frekansları verimli bir iletim sağlayamayacak kadar düşüktür. Bu zorluğu yenebilmek için ses frekansı (örneğin mikrofondan) vericideki radyo frekansı taşıyıcı ile birleştirilirler. Bu işleme modülasyon denir.

Sonuçta oluşan dalga (Modüle Edilmiş Taşıyıcı Dalga veya MCW) uzaya iletilir. Radyo frekansı taşıyıcı dalgasının ses frekansını taşıdığı düşünülebilir. Alıcı, ses frekansını taşıyıcı frekansından ayırarak, şiddeti artırılmış ses frekansını kulaklıklara yada hoparlörlere verir. Kullanılan iki tip modülasyon, 'Frekans' ve 'genişlik' modülasyonlarıdır. Anlık sinyal modülasyonu da sıkılıkla kullanılmaktadır.

Şekil: 1.16

1.36 GENİŞLİK MODÜLASYONU (AM)

Şekil: 1.16a, sabit genişlikli, örneğin 300 kHz, radyo frekansı taşıyıcısını göstermektedir. Şekil 1.16b ise örneğin 2 kHz olan sabit genişlikte ve bilgi olarak iletilmesi gereken ses frekansını göstermektedir. Bu ses frekansı mors dili ile şifrelenmiştir ve bir NDB için belirleyici harfler

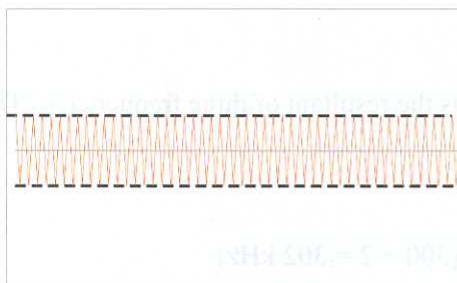
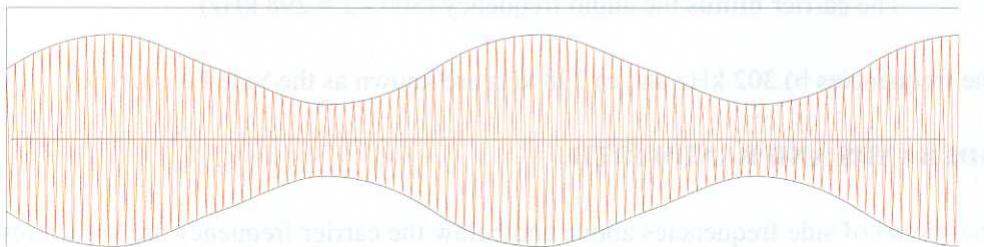


Figure 1.16 (a). RF 300 kHz.



Figure 1.16 (b). AF 2 kHz.



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 15/38
---	--	---	---

sağlayabilir. Şekil 1.16c ses dalgası ile modüle edilmiş taşıyıcı dalgayı göstermektedir. Oluşan dalga biçimini sinyal şifrelenmiş olsa da olmasa da A₂ emisyonu olarak bilinir.

Görülebilir ki taşıyıcı dalganın genişliği ses dalgasının frekansına bağlı olarak değişim göstermektedir. Taşıyıcı dalganın genişliğindenki değişim miktarı ses dalgasının genişliğine bağlıdır. Burada belirtilmelidir ki yukarıdaki ve diğer şekiller ölçekli değildir. Örneğin; şekil 1.16 da seçilen frekanslara göre ses dalgasının her bir döngüsü için taşıyıcı dalganın 150 döngü yapması gerekmektedir. Şekil 1.16c'ye dikkatli bakarsak taşıyıcı dalganın tepe noktaları ses dalgasının kileri takip eder. Bu, taşıyıcı dalga zarfı olarak adlandırılan kesik çizgiler ile gösterilmiştir. Bu zarfın genişliği iletilen sesin şiddetini göstermektedir. Taşıyıcının modüle edilme miktarı ise **modülasyon derinliği** olarak adlandırılır.

Modülasyon derinliği = (Sinyal genişliği / Taşıyıcı genişliği) x 100%

1.37 YAN FREKANSLAR

Şekil 1.16c'de gösterilen modüle edilmiş sinyal, üç frekansın sonucudur. Bunlar:

- a) Taşıyıcı frekansı (300 kHz)
- b) Taşıyıcı ve ses frekanslarının toplamı ($300 + 2 = 302$ kHz)
- c) Taşıyıcı ve ses frekanslarının farkı ($300 - 2 = 298$ kHz)

Yukarıda b) ve c) de gösterilen 302 kHz ve 298 kHz frekansları yan frekanslar olarak bilinirler.

1.38 YAN BANTLAR VE BANT GENİŞLİĞİ

Yan frekansların taşıyıcı frekansının üst ve altında kalan bölgelere üst ve alt yan bantlar denir. Modüle edilmiş emisyondaki frekansların toplam farklarına ise sinyalin bant genişliği denir. Şekil 1.16c'de gösterilen örnekte bant genişliği 4 kHz (302 ile 298 arasındaki fark) olacaktır. Modüle edilmiş ses frekansı 1 kHz değere düşürülürse bant genişliği sadece 2 kHz olacaktır.

Bir ses yada müzik frekansı, taşıyıcı üzerine eklenen, en az 5 kHz olan, birçok farklı ses frekansından oluşmaktadır. Dolayısıyla modüle edilmiş sinyalde bant genişlikleri en az 10 kHz olan birçok yan frekans mevcuttur. Bu tip bir sinyal A3E emisyonu olarak sınıflandırılır. Buna örnek VHF R/T olabilir.

1.39 TEK YAN BANT YAYINI

Yukarıdaki örnekte 298 kHz ve 302 kHz olan yan frekanslar aynı görevi yapmaktadır. Bilginin iletilmesi. Bunlardan bir tanesi vericide sıkıştırılabilir. Örneğin; 302 kHz'lık üst yan frekans sıkıştırılırsa, yayınlanan frekanslar 298 kHz'lık alt yan frekans ve 300 kHz'lık taşıyıcı frekansı olacaktır.

Bu tipte tek yan bant emisyonunun bazı avantajları vardır:

- a) Daha dar bant genişliği – frekans bandında daha az yer işgal etmek.
- b) Mevcut iletim gücü üç yerine iki frekansa dağılmıştır.

Emisyonun daha dar bir bant genişliğinde olması daha dar bant genişliği olan (daha seçici) bir alıcının kullanılmasına olanak sağlar. (Bir başka deyişle daha dar bir geçiş bandı olan bir alıcı kullanılabilir). Dar geçiş bantlı alıcı daha az frekans bantlarının kulaklığa geçişine izin verir. Bu da parazitlerin azalmasına ve etkin menzilin artmasına olanak verir.

Bir başka geliştirme yan frekanslardan birine ek olarak taşıyıcı frekansının da sıkıştırılmasıdır. Bu, daha da verimli bir sinyal verir 'sıkıştırılmış taşıyıcı tek yan bant'. Bu tip bir iletim, bilginin alınabilmesi için, vericide sıkıştırılmış taşıyıcı frekansının yerini alacak modifiye edilmiş bir alıcı gerektirir.

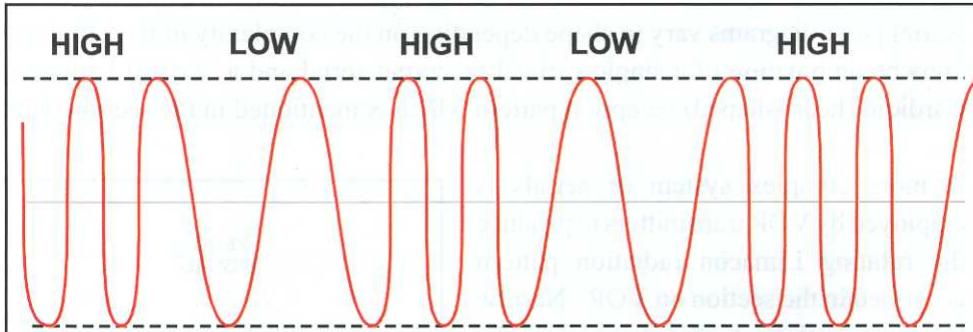
Tek yan bantlı emisyonlar (SSB) çoğunlukla en uygun mevcut gök dalgası yayılım yollarının kullanılması ile elde edilen çok uzun menzilli gök dalgası ses iletişimleri veren modern HF R/T verici/alıcıları ile kullanılırlar.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 16/38
---	--	---	---

1.40 FREKANS MODÜLASYONU (FM)

Bir taşıyıcı dalganın bu şekilde modüle edilmesi metodunda genişlik değişmezken frekansın, modüle edilen ses dalgasının frekansına bağlı olarak, bir ortalama değer etrafında değişmesi sağlanır. Bu, şekil 1.17'de gösterilmiştir.

Frekansın normal taşıyıcı frekansından ne kadar yukarı veya aşağı sapacağı modüle edilen sinyalin genişliğine bağlıdır. Frekansın değişim hızı ise modüle edilen sinyalin frekansına bağlıdır.



Şekil 1.17

Yan frekansların sayısının daha fazla olması ve daha çok fark oluşturması sebebiyle FM emisyonları denk gelen AM emisyonlarına göre daha büyük bant genişliğine sahiptir. Bu sebeple bant genişliklerinin kısıtlanması gereken sıkışık LF ve MF bantlarında FM kullanılmaz.

FM sistemlerinin en büyük avantajı, parazit frekanslarının taşıyıcı dalganın frekansından ziyade genişliğini modüle ettiğinden bu sistemlerin hemen hemen parazitsiz oluşudur. Bunun uygulamaları, BBC VHF ses yayını, VOR, radyo altimetreleri ve bazı havada Doppler algılayıcılarıdır.

1.41 HAVA POLAR GRAFİKLERİ

Bir vericini elektromanyetik radyasyonu nasıl yarattığının tam olarak bilinmesine gerek olmamakla birlikte radyo enerjilerinin nasıl dağıldığı hakkında genel bir bilgiye sahip olmak kullanışlı olabilir.

Bu dağılım çoğunlukla eş sinyal kuvveti noktalarını birleştiren bir polar grafik ile tasvir edilebilir. Benzer tasarımdaki bir hava alıcısı için bu kez alış paternini gösteren benzer bir polar grafiği uygun olacaktır.

Tek bir dikey vericinin sabit güçte bir sinyal verdiği düşünelim.

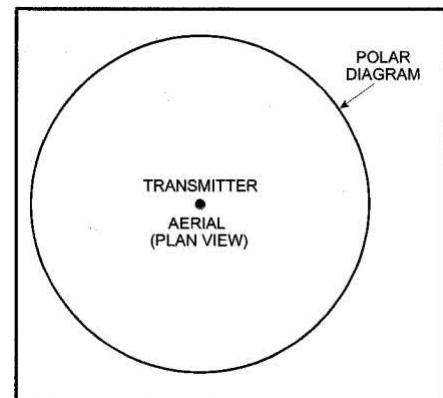
Teoride de olsa merkezinde bu vericinin olduğu bir daire boyunca hareket ettirilen bir alıcı, vericiden hep aynı güçte sinyal alacaktır. Dolayısıyla tek bir dikey verici için polar grafik (radyasyon paterni) şekil 1.18'deki gibi, vericinin merkezde olduğu bir daire olacaktır.

Şekil: 1.18

Dairenin yarıçapı burada önemli değildir çünkü bu daire basit olarak eş sinyal güçlerinin olduğu noktaların birleşimidir. Herhangi bir yarıçap seçilebilir. Dikey radyasyon paterni ise çok daha karmaşık olduğundan bu düzeyde ele alınmayacaktır.

Şekil: 1.18'de gösterilen polar grafiği, dikey bir alıcının alış paternini de gösterebilir. Sabit güç çıkışlı bir verici alıcının etrafında dairesel bir hat boyunca yatay düzlemede hareket ettirilerek alıcının sabit güçte sinyal alması sağlanabilir. Bu yüzden alıcı için polar grafik, vericide sabit güç sahip sinyaller yollayacak sabit çıkışlı vericilerin konumlarının birleşimidir.

Polar grafikler, sistemin karmaşıklığına bağlı olarak değişik şekiller alabilir. Tek bir dikey alıcı ve dönen bir verici ADF bölümünde açıklanacak Cardioid (kalp şekli) şeklinde bir alış paterni oluşturur.



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 17/38
---	--	---	---

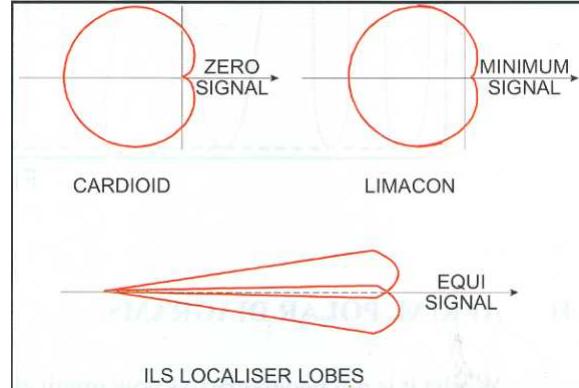
VOR vericileri tarafından oluşturulan Limaçon radyasyon paterni daha karmaşıktır ve VOR bölümünde incelenecektir. ILS ve PAR gibi uygun dizaynlarla dar ‘huzme’ veya ‘loplar’ oluşturulabilir. Şekil 1.19, şekil 1.18'de gösterilen tek yönlü patern ile karşılaştırılması gereken farklı radyasyon paternlerini göstermektedir.

Şekil: 1.19

1.42 EMİSYON SINIFLARI

İlk sembol (Ana taşıyıcı dalganın modülasyon şekli)

- N** Modüle edilmemiş taşıyıcı,
- A** Genişliği modüle edilmiş çift yan bantlı,
- J** Tek yan bantlı, sıkıştırılmış taşıyıcı,
- P** Modüle edilmemiş anlık sinyaller.



AYNI ZAMANDA

- H** Tek yan bantlı,
- F** Frekans modülasyonu,
- G** Faz modülasyonu,
- K** Genişlikte anlık sinyal modülasyonu.

İkinci sembol (Ana taşıyıcı dalgayı modüle eden sinyallerin yapısı)

- 0** Modülasyon yok,
- 1** Tek kanal, bilgi içeren, modüle edilmemiş,
- 2** Tek kanal, bilgi içeren, modüle edilmiş,
- 3** Tek kanal, analog bilgi içeren,
- 7** İki veya daha fazla kanal, dijital bilgi içeren,
- 8** İki veya daha fazla kanal, analog bilgi içeren,
- 9** Birleşik sistem (1, 2 veya 7 ile 3 veya 8),
- X** Diğer durumlar.

Üçüncü sembol (İletilecek bilginin türü)

- N** İletilecek bilgi yok,
- A** Kulak algılaması için telgraf,
- E** Ses yayını içeren telefon,
- W** Yukarıdakilerin birleşimi.

AYNI ZAMANDA

- B** Otomatik algılama için telgraf,
- C** Sabit görüntü,
- D** Veri iletimi, telemetri,
- F** Televizyon,
- X** Diğer durumlar.

En sık kullanılan gösterimler:

(NDB) NON A1A (VOR) A9W	NDB NON A2A (DME) PON	(HF İLETİŞİMİ) J3E (VHF İLETİŞİMİ) A3E	(ILS) A8W (MLS) NOX G1D
----------------------------	--------------------------	---	----------------------------

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 18/38
---	--	---	---

1.43 FREKANS/DALGA BOYU DÖNÜŞÜMÜ

Aşağıdaki frekansları dalga boyuna çevirin

- a) 2300 kHz
- b) 403.5 kHz
- c) 71.4 kHz
- d) 6670 kHz
- e) 45 Mhz
- f) 115 Mhz
- g) 300 Mhz
- h) 600 Mhz
- i) 243 Mhz
- j) 10 Ghz

Aşağıdaki dalga boylarını frekansa dönüştürün ve bunu kullanan seyrüsefer/ iletişim yardımını belirtin.

- k) 3520m
- l) 400m
- m) 2.62m
- n) 2.47m
- o) 89.5cm
- p) 3.41cm
- q) 28.3cm
- r) 3km
- s) 6.98cm
- t) 0.02m

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 19/38
---	--	---	---

1.44 DOĞRUDAN DALGA

Deniz seviyesindeki bir VHF anteninden yapılan yayının maksimum teorik menzilini hesaplayın. Uçak aşağıdaki irtifalarda olacaktır.

1. 2500ft
2. 8100ft
3. 19000ft
4. 31000ft
5. 6400ft

VOR' un uçak tarafından alınabileceği maksimum teorik menzili deniz mili cinsinden hesaplayın:

	VOR İRTİFASI	UÇAK İRTİFASI
6.	400ft	3600ft
7.	1600ft	10000ft
8.	325ft	3600ft
9.	1500ft	20000ft
10.	1370ft	22500ft

Bir uçağın aşağıdakileri kullanarak DME sinyalini alabilmesi için uçması gereken minimum teorik irtifayı hesaplayın:

	DME İRTİFASI	UÇAK MENZİLİ
11.	MSL	75nm
12.	900ft	150nm
13.	6400ft	400nm

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 20/38
---	--	---	---

1.45 CEVAPLAR

a) Frekans/Dalga boyu dönüşümleri

Ques	Answer	Ques	Answer
1.	130.5m	11.	85.2 khz Decca
2.	743m	12.	750 khz NDB
3.	4200m	13.	114.4 Mhz VOR
4.	45m	14.	121.5 Mkhz VHF R/T (International Distress)
5.	6.67m	15.	335 Mhz ILS Glidepath
6.	2.61m	16.	8800 Mhz Doppler
7.	1m	17.	1060 Mhz DME
8.	50cm	18.	100 khz Loran C
9.	1.235m	19.	4300 Mhz Radio Altemeter
10.	3cm	20.	15 Ghz ASMI

Tablo

b) Doğrudan dalga

Ques	Answer	Ques	Answer
1.	15.75 km	8.	97.5 nm
2.	208.5 km	9.	225 nm
3.	319 km	10.	234 nm
4.	407.5 km	11.	3,600 ft
5.	585.5 km	12.	8,100 ft
6.	160 nm	13.	57,600 ft
7.	175 nm		

Tablo

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 21/38
---	--	---	---

RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES****RADIO PROPAGATION REVISION QUESTIONS**

1. Draw a diagram to show two cycles of an electromagnetic wave and illustrate the following terms:
 - a) Cycle
 - b) Wavelength
 - c) Amplitude
2. What is the speed of radio waves in m/sec and nm/sec ?
3. State the formulae that are used to indicate the relationships of frequency, wavelength and speed of radio waves.
4. Convert:
 - a) a wavelength of 3.2 cm to a frequency and nominate its navigation aid.
 - b) a frequency of 15 Ghz to a wavelength and nominate its navigation aid.
 - c) a wavelength of 4m to a frequency and nominate its navigation aid.
 - d) a frequency of 15 Mhz to a wavelength and nominate its navigation aid.
5. Nominate the navigation aid and frequency band, by name and numerical limits, for the following frequencies:
 - a) 10.2 khz
 - b) 404.5 khz
 - c) 110.25 Mhz
 - d) 4.3 Ghz
6. Define the meaning of phase and draw a diagram which shows two radio waves of different amplitudes 135° out of phase.
7. Explain the terms "Horizontally" and " Vertically Polarised" with reference to the effecient transmission and reception of radio waves.
8. What is the theoretical maximum range in nautical miles at which an aircraft at 10000 ft would receive a VHF transmission from mean sea level ?
9. Explain the following terms in relation to the propagation of radio emissions
 - a) Attenuation
 - b) Refraction
 - c) Diffraction
10. List the factors which cause radio waves to be refracted as they enter the ionosphere.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 22/38
---	--	---	---

RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES**

11. With reference to HF communications make a sketch to show:
- a) Skip distance
 - b) Dead space
 - c) Critical angle
 - d) The theoretical maximum range from a single hop
12. Why, for a given reception range, is the daytime HF frequency markedly different to the nighttime frequency; what is the approximate relationship ?
13. State, in each of the following cases, two frequency bands in which you would expect:
- a) the use of large transmitting aerials
 - b) considerable static interference
 - c) negligible static interference
 - d) maximum attenuation in precipitation
 - e) reception at ranges greater than 300 nm (exclude HF skywaves)
14. Describe the two types of " Freak Propagation".
15. With reference to MODULATION:
- a) Why is it necessary to modulate a radio transmission ?
 - b) Name the three main methods of modulation and draw diagrams to illustrate their differences.
 - c) Which type of modulation is restricted to the higher frequency bands and why is this so
16. With reference to POLAR DIAGRAMS:
- a) What is a Polar diagram ?
 - b) The simple directional LOOP polar diagram has one major disadvantage. What is this and how is it resolved ?

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 23/38
---	--	---	---

RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES****SELF ASSESSMENT QUESTION PAPER**

1. Phase comparison is only possible between two signals with the same:

- a) Amplitude
- b) Frequency
- c) Amplitude and frequency
- d) Plane of polarisation

2. The advantages of single sideband over double sideband communications systems are:

- a) Bandwidth halved/power output many times greater
- b) Bandwidth halved/signal to noise ratio greater/more power may be transmitted
- c) Bandwidth reduced by 2/3 better signal to noise ratio greater
- d) Bandwidth reduced by 1/3 power output reduced

3. A signal with a wavelength of 7360 metres lies in the:

- a) VLF band
- b) LF band
- c) MF band
- d) HF band

4. A frequency at which skywaves are unlikely to occur by day or night is:

- a) LF
- b) MF
- c) HF
- d) VHF

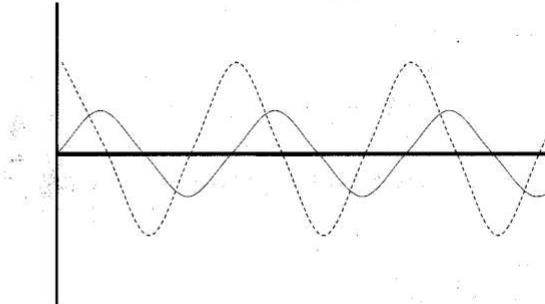
5. Which situation will give the greatest surface wave range?

	<u>Surface</u>	<u>Frequency</u>
a)	Sea	110.0 MHZ
b)	Desert	500 kHz
c)	Mountains	1.5 MHz
d)	Sea	500 KHz

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 24/38
---	--	---	---

RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES**

6. A frequency which corresponds to a wavelength of 12 cm is:
- a) 2500 KHz
 - b) 360 MHz
 - c) 2500 MHz
 - d) 3600 MHz
7. A maritime reconnaissance aircraft using primary pulsed air to surface radar first detects a large vessel on this radar at a range of 110 NM. Considering only line of sight limitations of the system the aircraft altitude must be approximately:
- a) 230 ft
 - b) 790 ft
 - c) 2300 ft
 - d) 7700 ft
8. The diagram below shows two radio waves with:
- a) The same frequency and amplitude, one 90° out of phase with the other
 - b) The same frequency, one being 270° out of phase with the other and having twice its amplitude
 - c) Different frequencies and amplitudes, and a phase difference of 90°
 - d) The same frequency, one being 270° out of phase with the other and having half its amplitude
9. You are heading west over the mid Atlantic at dusk. Which combination of frequencies would be most suitable for HF communications with stations ahead and behind?



	Ahead	Behind
a)	9 MHz	9 MHz
b)	9 MHz	3 MHz
c)	3 MHz	9 MHz
d)	9 KHz	3 KHz

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 25/38
---	--	---	---

RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES**

10. Coasting out over the Irish Atlantic coast at dawn, pick suitable HF frequencies for communication with stations ahead and behind the aircraft:

	Ahead	Behind
a)	3 KHz	9 KHz
b)	9 MHz	3 MHz
c)	3 MHz	9 MHz
d)	9 MHz	9 MHz

11. The wavelength corresponding to a frequency of 108.95 MHz is:

- a) 0.275 m
- b) 275 m
- c) 27.5 m
- d) 2.75 m

12. A horizontally polarised wave is emitted from a.....antenna with thefield in theplane and the.....field at 90° to it.

The correct line to complete the above statement is:

- | | | | | |
|----|------------|------------|----------|------------|
| a) | horizontal | electrical | vertical | magnetic |
| b) | vertical | electrical | vertical | magnetic |
| c) | horizontal | magnetic | vertical | electrical |
| d) | vertical | magnetic | vertical | electrical |

13. The optimum frequency of an HF signal is one which:

- a) Puts the receiver just within the surface wave coverage
- b) Puts the receiver just within the minimum skip distance
- c) Puts the receiver just outside the minimum skip distance
- d) Allows a skywave to return to the surface

14. As the frequency of a signal entering the ionosphere increases, the amount of refraction suffered by the signal will:

- a) Increase
- b) Decrease
- c) Increase by day, decrease by night
- d) Decrease by day, increase by night

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 26/38
---	--	---	---

RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES**

15. A transmitter polar diagram is a line joining:
- a) Points bounding the limits of reception
 - b) Points at which the signal to noise ratio will be 3 : 1
 - c) Points at which the signal to noise ratio will be 5 : 1
 - d) Points at which the signal strength will be equal
16. As the frequency of a transmitter is increased the range of the surface wave will:
- a) Increase
 - b) Decrease
 - c) Remain the same by day but increase by night
 - d) Increase over the sea only
17. The type of modulation described as A3E is used in:
- a) ILS equipment
 - b) VHF communications
 - c) HF single side band communications
 - d) Doppler VOR
18. As the frequency of an HF transmission is increased the dead space will:
- a) Decrease
 - b) Increase due only to the increase of the minimum skip distance
 - c) Increase due only to the decreased surface wave coverage
 - d) Increase due to both the increasing minimum skip distance and to decreasing surface wave range
19. Atmospheric ducting is most likely to occur close to the surface of the earth when:
- a) There is a marked inversion and no change in humidity with height
 - b) There is a marked inversion and a marked increase in humidity with height
 - c) There is a marked inversion and a marked decrease in humidity with height
 - d) Over the sea
20. The wavelength corresponding to a frequency of 9875 MHz is:
- a) 0.303 m
 - b) 0.303 cm
 - c) 3.03 cm
 - d) 30.3 cm

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 27/38
---	--	---	---

RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES**

21. A radio aid has a wavelength of 31 cm. The frequency of transmission and the band in which it operates are:

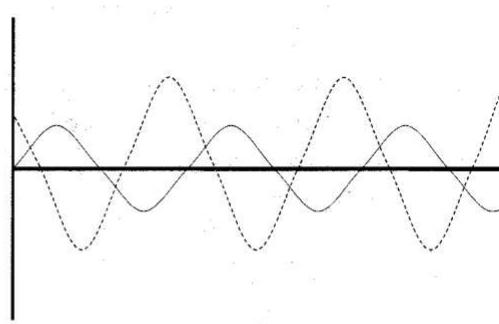
<u>Frequency</u>	<u>Band</u>
------------------	-------------

- | | | |
|----|-----------|-----|
| a) | 967.7 KHz | UHF |
| b) | 967.7 MHz | UHF |
| c) | 9.677 Ghz | SHF |
| d) | 96.77 MHz | VHF |

22. Study the diagram below which shows two radio signals:

The signal with theamplitude has a phase difference of.....from the other signal.

The line which correctly completes the above statement is:



- | | | |
|----|---------|------|
| a) | Smaller | 325° |
| b) | Larger | 225° |
| c) | Smaller | 045° |
| d) | Larger | 135° |

- 23 VLF surface waves achieve a greater range than LF surface waves because:

- | | |
|----|--|
| a) | VLF diffraction is greater and attenuation is less |
| b) | VLF diffraction and attenuation are less |
| c) | VLF diffraction is less and attenuation is greater |
| d) | VLF diffraction and attenuation are greater |

24. J3E is the emission designator for:

- | | |
|----|-------------|
| a) | VHF comms |
| b) | Doppler VOR |
| c) | Decca |
| d) | HF comms |

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 28/38
---	--	---	---

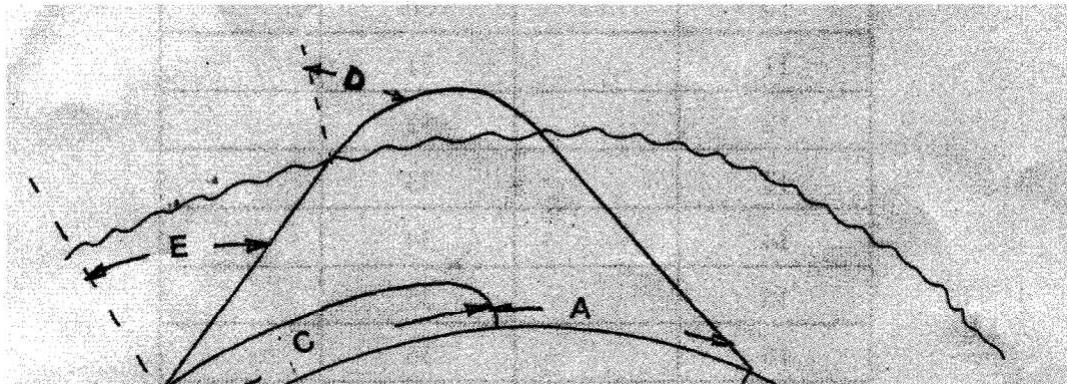
RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES**

25. The maximum theoretical range at which an aircraft at FL225 can receive signals from a VOR situated at 1600 ft AMSL is:
- a) 194 NM
 - b) The DOC limit
 - c) 237.5 NM
 - d) 68.75 NM
26. A horizontally polarised wave is emitted from:
- a) Horizontal antenna with the electrical field in the vertical plane and the magnetic field in the horizontal plane
 - b) Vertical antenna with the electrical field in the vertical plane and the magnetic field in the horizontal plane
 - c) Horizontal antenna rotating about a horizontal axis with magnetic and electrical fields in alternating horizontal and vertical planes
 - d) Horizontal antenna with the electrical field in the horizontal plane and the magnetic field in the vertical plane
27. As frequency increases:
- a) Wavelength decreases and antenna size increases
 - b) Wavelength decreases and power requirements increase
 - c) Wavelength increases and antenna size decreases
 - d) Wavelength decreases and antenna size decreases
28. Loran operates at 100 KHz the wavelength and band are:
- a) 3000cm LF
 - b) 3000mm VLF
 - c) 3 Km LF
 - d) 3 NM LF
29. A radio aid has a wavelength of 18.75 cm the frequency and band are:
- a) 16 MHz UHF
 - b) 16 Ghz SHF
 - c) 1.6 Ghz UHF
 - d) 16 KHz SHF

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 29/38
---	--	---	---

RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES**

30. Frequency modulation techniques are not used in the LF/MF/HF bands because:
- a) The power requirements would be too high
 - b) Naturally occurring static would swamp the signal
 - c) The large bandwidth required is not available in these congested bands
 - d) Frequency modulation had not been invented when frequencies in these bands were allocated to users
31. What is the average height of the F layer of the ionosphere:
- a) 75 km
 - b) 225 km
 - c) 275 km
 - d) 500 km
32. Look at this diagram. The correct labelling for Critical Angle, Dead Space and Skip Distance will be:



- | | <u>critical angle</u> | <u>dead space</u> | <u>skip distance</u> |
|----|-----------------------|-------------------|----------------------|
| a) | A | C | D |
| b) | A | B | C |
| c) | D | A | B |
| d) | E | A | B |

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 30/38
---	--	---	---

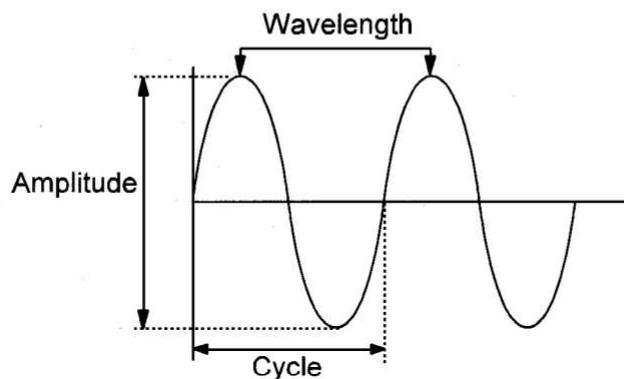
RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES****ANSWER SHEET**

QUESTION	ANSWER	QUESTION	ANSWER
01		21	
02		22	
03		23	
04		24	
05		25	
06		26	
07		27	
08		28	
09		29	
10		30	
11		31	
12		32	
13		33	
14		34	
15		35	
16		36	
17		37	
18		38	
19		39	
20		40	

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 31/38
---	--	---	---

RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES****RADIO THEORY****REVISION QUESTION ANSWERS (P 3.1 - 29)**

1.

2. 300×10^6 m/s and 162000nm/sec

3. $c = f \lambda$

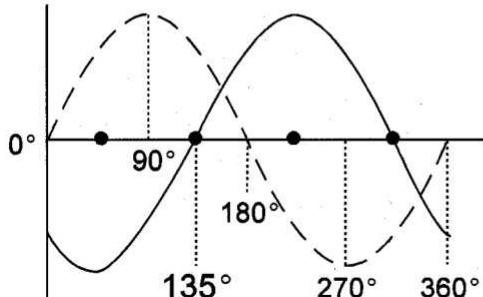
- 4.
- a) 9375 Mhz AWR
 - b) 2 cm ASMI
 - c) 75 Mhz Fan marker
 - d) 20 m HF radio

- 5.
- | | |
|----|-----------------------------|
| a) | omega 3 - 30 khz |
| b) | NDB MF band 300Khz - 30 Mhz |
| c) | VOR VHF 30Mhz - 300 Mhz |
| d) | Rad Alt SHF 3 - 30 Ghz |

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 32/38
---	--	---	---

RADIO THEORY

6. Phase is a rotational relationship (measured in degrees) between two sine waves



The reference wave always commences at the graph intercept (dotted line) and this point is 0° of phase rotation. The phase points are now marked along the reference sine wave 0° 90° 180° 270° etc. The variable sine wave passes through zero volts going positive 135° out of phase with the reference sine wave. It must be the same frequency, the amplitude is unimportant.

7. A horizontally polarised system uses horizontal Transmitter and Receiver antennas. The "E" waves are horizontal and the "H" (magnetic) waves are vertical.
A vertically polarised system has vertical antennas Vertical "E" and Horizontal "H"
8. Providing no intervening high ground

$$R_{MAX} (\text{nm}) = 1.25 \times (\sqrt{H_1 (\text{ft})} + \sqrt{H_2 (\text{ft})})$$

$$R_{MAX} (\text{nm}) = 1.25 \times (\sqrt{0} + \sqrt{10,000})$$

$$R_{MAX} (\text{nm}) = 1.25 \times 100$$

$$R_{MAX} (\text{nm}) = 125 \text{ nm}$$

9. **Attenuation** occurs as soon as the radio waves leave the antenna, it is the process of making smaller.

Refraction occurs because of changes in velocity when a radio wave passes from one medium to another. ie. From land to sea, or from atmosphere to ionosphere.

Diffraction is the process of bending of a radio wave to stay in contact with earth's surface. Diffraction varies inversely with frequency.

10. Radio waves refraction in ionosphere

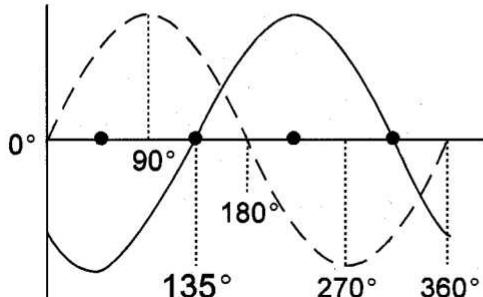
- i) Frequency and therefore wavelength

Frequency increases, refraction decreases

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 33/38
---	--	---	---

RADIO THEORY

6. Phase is a rotational relationship (measured in degrees) between two sine waves



The reference wave always commences at the graph intercept (dotted line) and this point is 0° of phase rotation. The phase points are now marked along the reference sine wave 0° 90° 180° 270° etc. The variable sine wave passes through zero volts going positive 135° out of phase with the reference sine wave. It must be the same frequency, the amplitude is unimportant.

7. A horizontally polarised system uses horizontal Transmitter and Receiver antennas. The "E" waves are horizontal and the "H" (magnetic) waves are vertical.
A vertically polarised system has vertical antennas Vertical "E" and Horizontal "H"
8. Providing no intervening high ground

$$R_{MAX} (\text{nm}) = 1.25 \times (\sqrt{H_1 (\text{ft})} + \sqrt{H_2 (\text{ft})})$$

$$R_{MAX} (\text{nm}) = 1.25 \times (\sqrt{0} + \sqrt{10,000})$$

$$R_{MAX} (\text{nm}) = 1.25 \times 100$$

$$R_{MAX} (\text{nm}) = 125 \text{ nm}$$

9. **Attenuation** occurs as soon as the radio waves leave the antenna, it is the process of making smaller.

Refraction occurs because of changes in velocity when a radio wave passes from one medium to another. ie. From land to sea, or from atmosphere to ionosphere.

Diffraction is the process of bending of a radio wave to stay in contact with earth's surface. Diffraction varies inversely with frequency.

10. Radio waves refraction in ionosphere

- i) Frequency and therefore wavelength

Frequency increases, refraction decreases

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 34/38
---	--	---	---

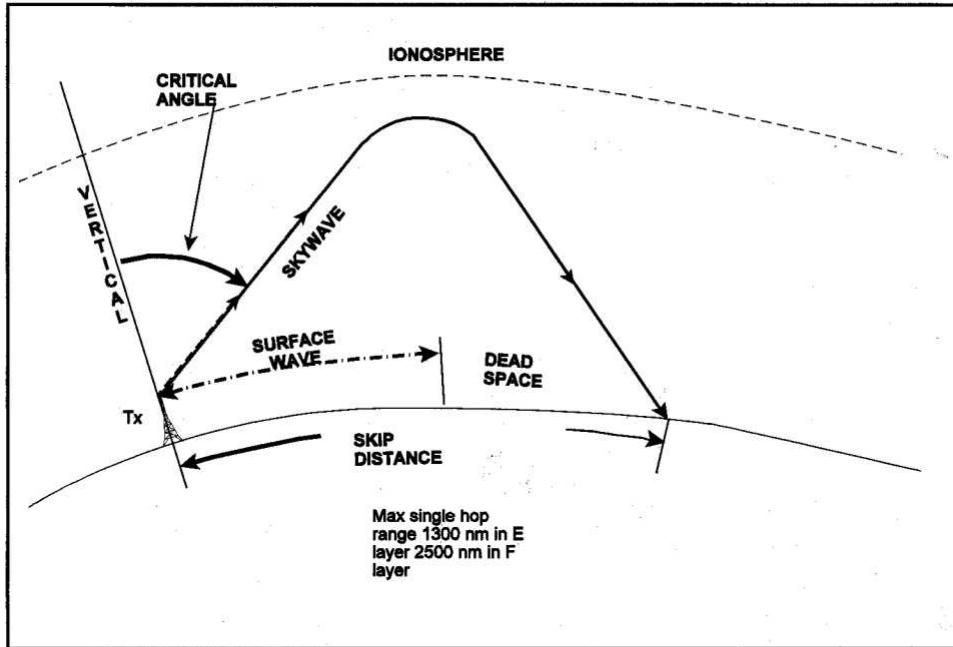
RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES**

Only a narrow band 2 - 25 KHz suffer the optimum refraction. Frequencies below this suffer excessive ionospheric attenuation. Frequencies above this pass straight through the ionosphere because they are not refracted enough.

- ii) Refraction varies with the state of the ionosphere -

- which varies a) diurnally)
 b) seasonally) Predictable variations
 c) with latitude)
 d) with short term solar disturbances (SIDS)

11.

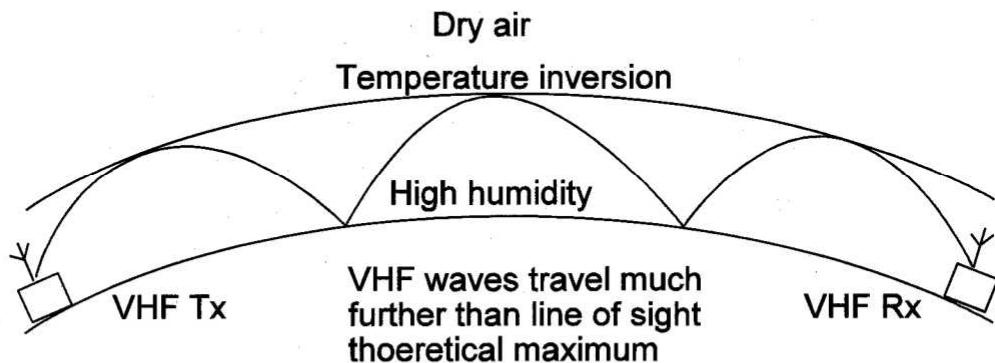


12. At night the base of the ionosphere is higher and the ionosphere is generally less strongly ionised. Therefore night refraction occurs at a markedly higher level so the night frequency needs to be reduced to approximately half the day frequency value. This reduces the critical angle and reduces the skip distance.

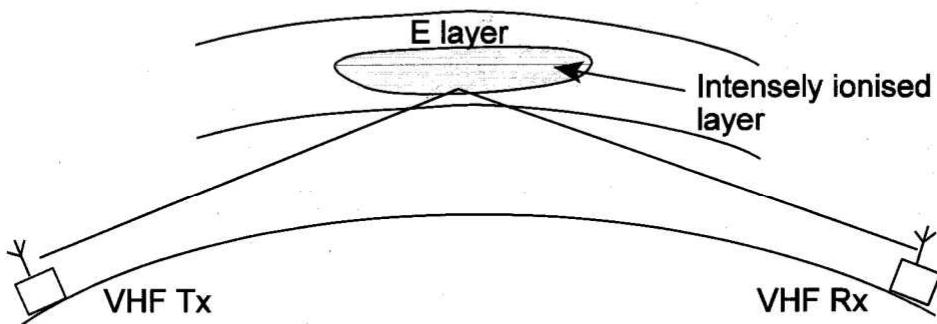
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 35/38
---	--	---	---

RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES**

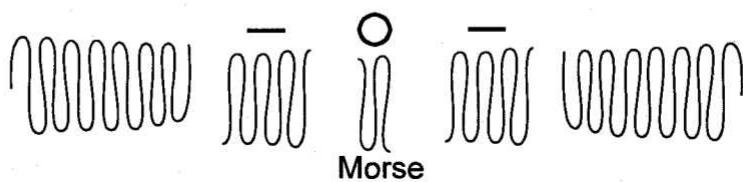
13. a) Decca Loran LF band
 b) LF/MF
 c) VHF upwards
 d) UHF/SHF/EHF (nothing currently in syllabus for EHF)
 e) Loran and Decca LF
14. a) Ducting at VHF and above



14. b) Sporadic "E"



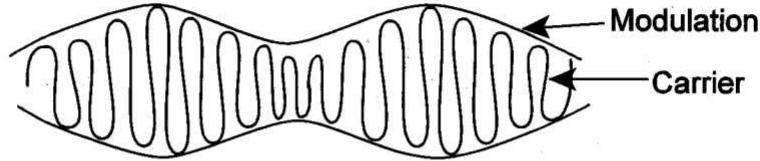
15. a) To superimpose intelligence on a carrier frequency
 b) (i) Keying



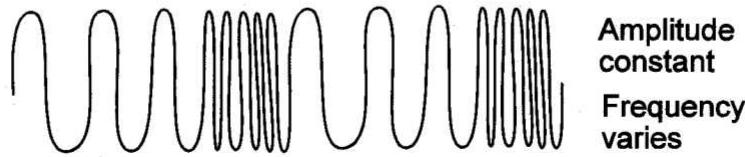
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 36/38
---	--	---	---

RADIO THEORY

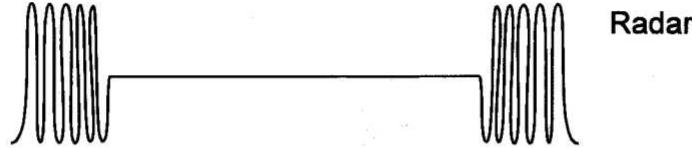
b) (ii) Amplitude AM



b)(iii) Frequency Mod (FM)



b)(iv) Pulse modulation

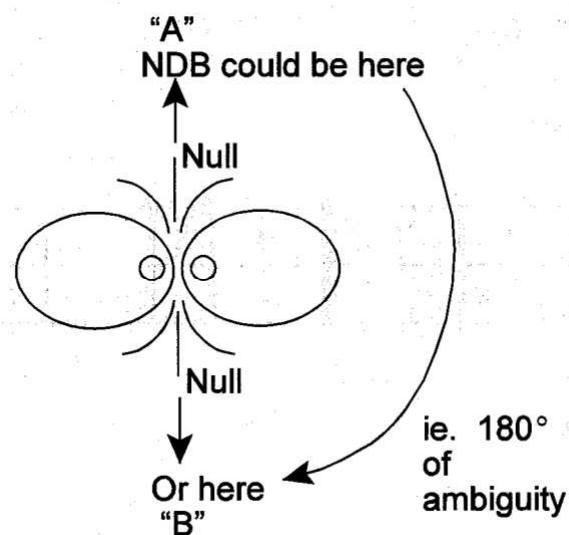


c) FM is limited to VHF and above because it requires a wide bandwidth which is not available in congested lower frequency bands.

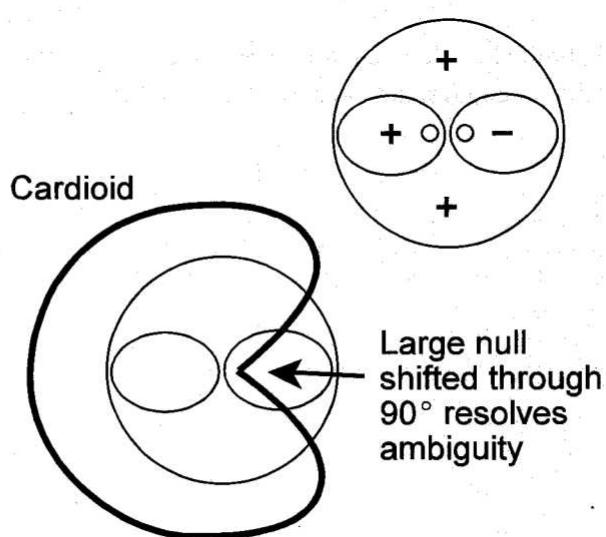
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 37/38
---	--	---	---

RADIO THEORY**BASIC PRINCIPLES**

16. A polar diagram is line joining points where signal strength is equal.

Loop Polar diagram

This 180° ambiguity is resolved by combining the loop PD with the sense PD and forming a cardioid PD.



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 38/38
---	--	---	---

RADIO THEORY

BASIC PRINCIPLES

RADIO THEORY ANSWER SHEETSELF ASSESSMENT QUESTIONS page 3.1 - 31 to 3.1 - 37.

No	A	B	C	D	REF	No	A	B	C	D	REF
1		X				21		X			
2		X				22		X			
3		X				23	X				
4				X		24				X	
5				X		25		X			
6			X			26				X	
7			X			27				X	
8	X					28			X		
9	X					29			X		
10		X				30			X		
11			X			31		X			
12		X				32				X	
13		X				33					
14	X					34					
15			X			35					
16	X					36					
17	X					37					
18				X		38					
19			X			39					
20		X				40					

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/13
---	--	---	--

BÖLÜM 2

OSİLATÖRLER

İÇİNDEKİLER

2.1 AMAÇ

2.2 ÇALIŞMA PRENSİBİ

2.3 OSİLATÖR ÇEŞİTLERİ

2.4 REZONANS FREKANSI

2.5 L.C OSİLATÖRÜ

2.6 PIEZO-ELEKTRİK ETKİSİ

2.7 KUARTZ KRİSTALİ İLE KONTROL EDİLEN OSİLATÖR

2.8 BANT GENİŞLİĞİ VE SEÇİCİLİK

2.9 KATOT İŞINI TÜPÜ

2.10 CRT PARÇALARI

2.11 MİKRO DALGA OSİLATÖRLERİ

2.12 KLYSTRON

2.13 MAGRETRON

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/13
---	--	---	--

2.1 AMAÇ

Osilatör, alternatif akım sinüs dalgası oluşturacak şekilde dizayn edilmiş bir elektronik devredir. Bu dalganın frekansı çok düşük değerlerden, birkaç yüz Hertz, V/UHF bantlarındaki frekanslara kadar olabilir. Bazı özel osilatörler S/EHF bandında da frekans üretebilirler.

Osilatörler radyo verici sistemlerinde, vericiden alıcıya bilgileri taşıyacak **taşıyıcı dalgaları** üretmek için kullanılırlar.

Radyo alıcılarında kullanılan osilatörler ise genellikle alınan sinyalle karşılığında frekansı alınan sinyalden daha az olan ve genişletmesi ve üzerinde çalışması çok daha kolay olan bir **ara frekans** üretecek olan sinyali üretmeye yararlar. Buna **süper-heterodin prensibi** denir.

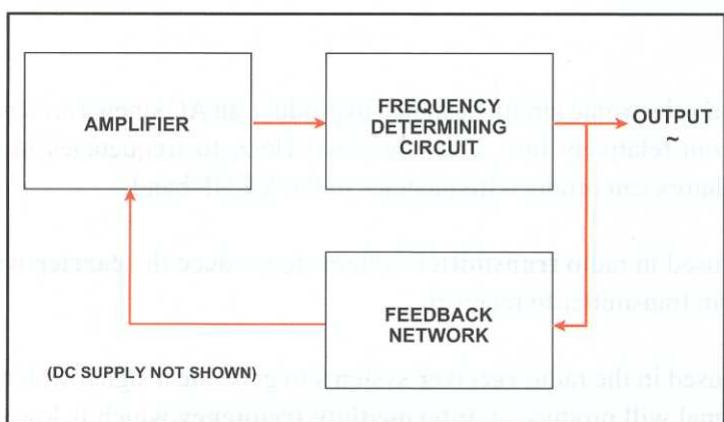
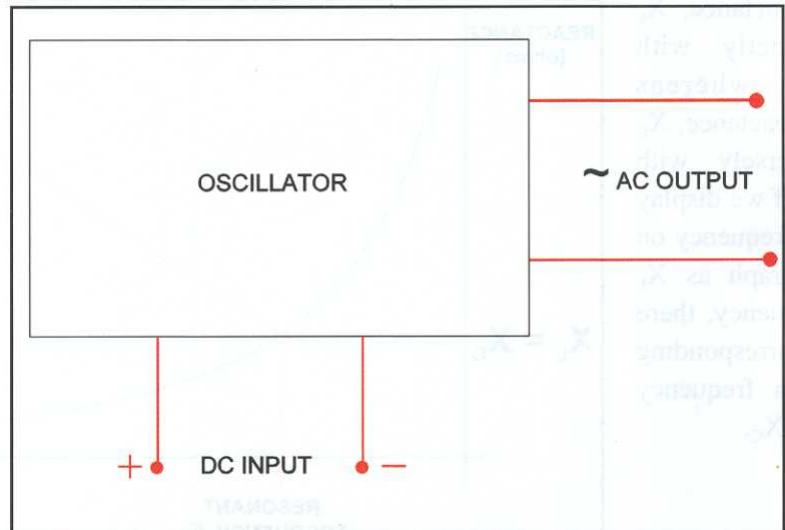
2.2 ÇALIŞMA PRENSİBİ

Osilatörler, herhangi bir giriş sinyali almadan, sadece bir doğru akım kaynağı ile alternatif akım salınım yapan çıkış sinyali üretebilirler. Bunu pozitif geri besleme ile yapabilirler. Tüm osilatörler üç temel kısımdan oluşurlar:

Şekil: 2.1

- a) Frekans belirleyici ünite,
- b) Amplifikatör,
- c) Pozitif geri besleme ünitesi.

Çalışma prensibi şekil 2.1 ve 2.2'de gösterilmektedir.



Şekil: 2.2

2.3 OSİLATÖR ÇEŞİTLERİ

Radyo sistemleri, sinüs dalgası şeklinde çıkış üreten sinüs osilatörlerini kullanırlar. Frekans belirleme ünitesi aşağıdaki tiplerden birinde olabilir:

LC (indüktans – kapasitans)

RC (rezistans – kapasitans)

Kristal

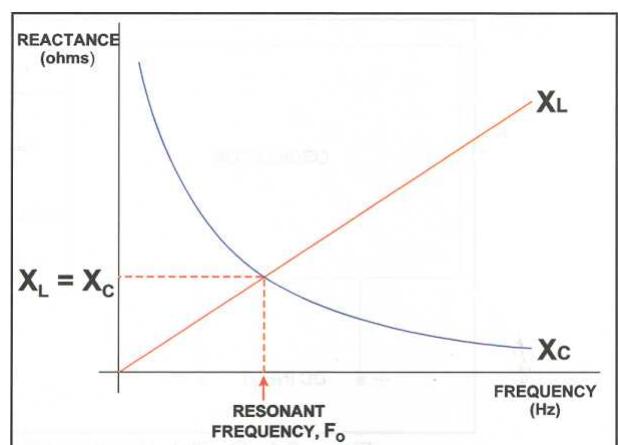
LC ve kristal osilatörler bu kitapta ele alınacaktır.

2.4 REZONANS FREKANSI

İndüktif tepki, X_L , frekansla doğru orantılı bir şekilde değişirken, kapasitif tepki, X_C , frekansla ters orantılı bir şekilde değişir. X_C ve X_L 'nin frekansa göre değişimlerini aynı grafikte gösterirsek, $X_C = X_L$ koşulunu sağlayan bir frekans değerinin olduğunu görürüz.

Şekil: 2.3

$X_L = X_C$ 'yi sağlayan frekans değerine rezonans frekansı denir (F_0).



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 3/13
---	--	---	--

Bu noktada;

$$2\pi FL = \frac{1}{2\pi FC}$$

Bu denklemden f çekilirse;

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Rezonans frekansında $X_L = X_C$ olacak ve akımların ilişkisinden dolayı birbirlerini yok edeceklerdir. Bu nedenle paralel LC devresi rezonans frekansında akıma olan dirençler yok olduğundan akım çok büyük miktarda yükselecektir.

5 H'lik bir induktör 2.5 F'lik bir kapasitöre paralel bağlanırsa, rezonans frekansı,

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(5 \times 10^{-6}) \times (2.5 \times 10^{-6})}} = 45016 \text{ Hz or } 45 \text{ khz}$$

Şimdi de yukarıdaki LC devresini bir tam osilatör devresine bağlayalım.

Şekil: 2.4

2.5 L.C. OSİLATÖRÜ

Yukarıdaki devrede tamamlanmış bir osilatör vardır. Bu, ayarlanmış toplayıcı osilatör olarak bilinir. **Frekans belirleme devresi** paralel bağlanmış L1 ve C1 ile sağlanır (kimi zaman **depo devresi** denir).

Amplifikatör TR1

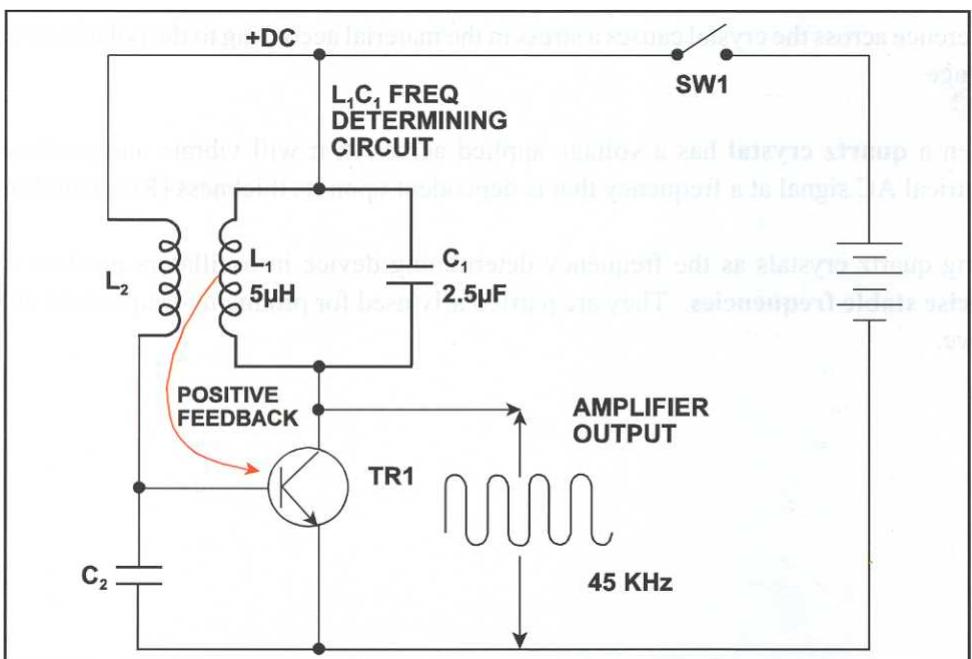
Transistörür ve görevi devredeki kayıpları telafi etmektir.

Pozitif geri besleme L1 ve L2 arasındaki transformatör çiftinden

TR1 bazına doğru sağlanır. Pozitif geri besleme devreyi salınım halinde tutar. Kendi aletlerini bırakıldığından dönüş, enerji uygulanmadığı takdirde kısa sürede sona erer. Ters yönde enerji uygulanması da dönüşü durduracaktır (negatif geri besleme).

SW1 anahtarı kapalı olduğunda transistör temas geçer ve LC devresine salınım yapma şok hareketini verir. Salınımın bir kısmı L1 ve L2 ile salınımların olmasını sağlayan baza birleştirilmiştir. TR1 toplayıcısından alınan çıkış 45 kHz'lık bir sinüs dalgasıdır.

C1 yada L1 farklı değerlerde bileşenlerle değiştirilirlerse çıkış frekansı da değişecektir. C1 değişken bir kapasitör ile değiştirilirse osilatörün çıkış frekansını değiştirebilmek için kolay bir imkan yaratmış oluruz.



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 4/13
---	--	---	--

2.6 PIEZO-ELEKTRİK ETKİSİ

Piezo-elektrik kristali mekanik bir baskiya maruz kaldığında bir elektromotif kuvvet üreten bir maddedir. Bu elektromotif kuvvet, uygulanan kuvvetin yönü değiştiğinde yön değiştirecektir. Tam ters şekilde bu madde üzerinde bir potansiyel fark oluşturulursa madde üzerinde kristal voltajının yönüne bağlı olan bir mekanik stres oluşur.

Bir **kuartz kristaline** bir voltaj uygulandığında titreşime maruz kalacak ve frekansı kalınlığına bağlı olan küçük bir elektriksel alternatif akım sinyali üretecektir (rezonans frekansı).

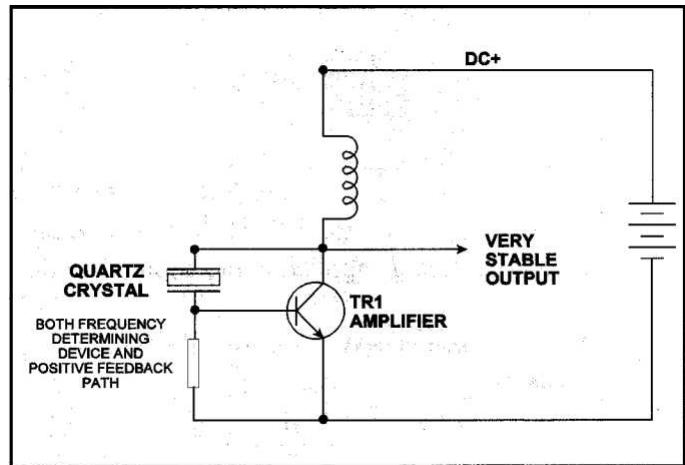
Osilatörlerde frekans belirleme cihazı olarak kuartz kristallerinin kullanılması yüksek düzeyde **kesin ve kararlı frekanslar** üretmesini sağlarlar. Bunlar özellikle VHF ve daha üst seviyede frekanslar üretmek için kullanılırlar.

2.7 KUARTZ KRİSTALI İLE KONTROL EDİLEN OSİLATÖRLER

Kristal hem frekans belirleme devresi hem de pozitif geri besleme sağlayıcı olarak kullanılır.

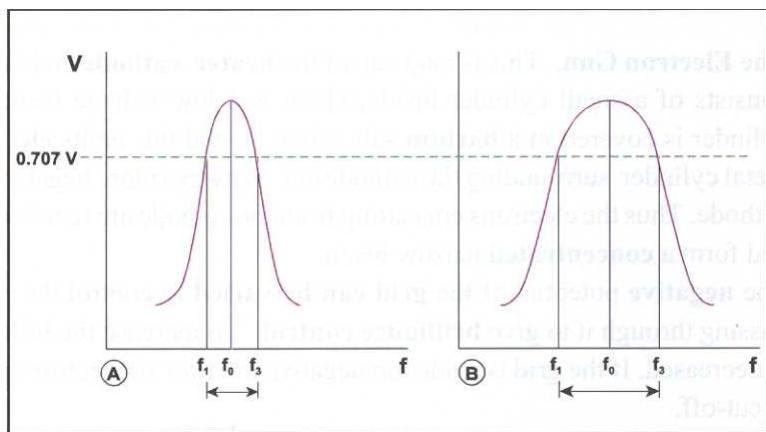
Cihaz ısındıkça, sıcaklık değişimlerinden dolayı LC osilatörünün çıkış frekansının değişmesine karşın kristal kontrollü osilatörler çok yüksek düzeyde kararlılık gösterir. Ancak bunun dezavantajı LC osilatörlerinde kolayca yapılabilen frekans değişiminin, kolay olmamasıdır. Ancak modern gelişmeler bu küçük kusurun çözümnesini sağlamıştır.

Şekil: 2.5



2.8 BANT GENİŞLİĞİ VE SEÇİCİLİK

Aşağıdaki şekillerde aynı rezonans frekansına, f_0 , sahip iki ayarlanmış LC devresinin frekans tepkileri görülmektedir. Yarım güç yada -3dB noktası olarak bilinen 0.707 Vp değerinde f_1 ve f_2 frekansları oluşmaktadır. Bunlar bize f_2-f_1 olan devre bant genişliğini verir. Görülebilir ki (B) devresinin (A) devresine göre daha büyük bir bant genişliği vardır.



Seçicilik ise, ayarlanmış alıcıların ardışık istasyonlar arasında ayırım yapabilme kabiliyetidir. Görülebilir ki dar bant genişliği olan bir devrenin seçiciliği daha çok olacaktır.

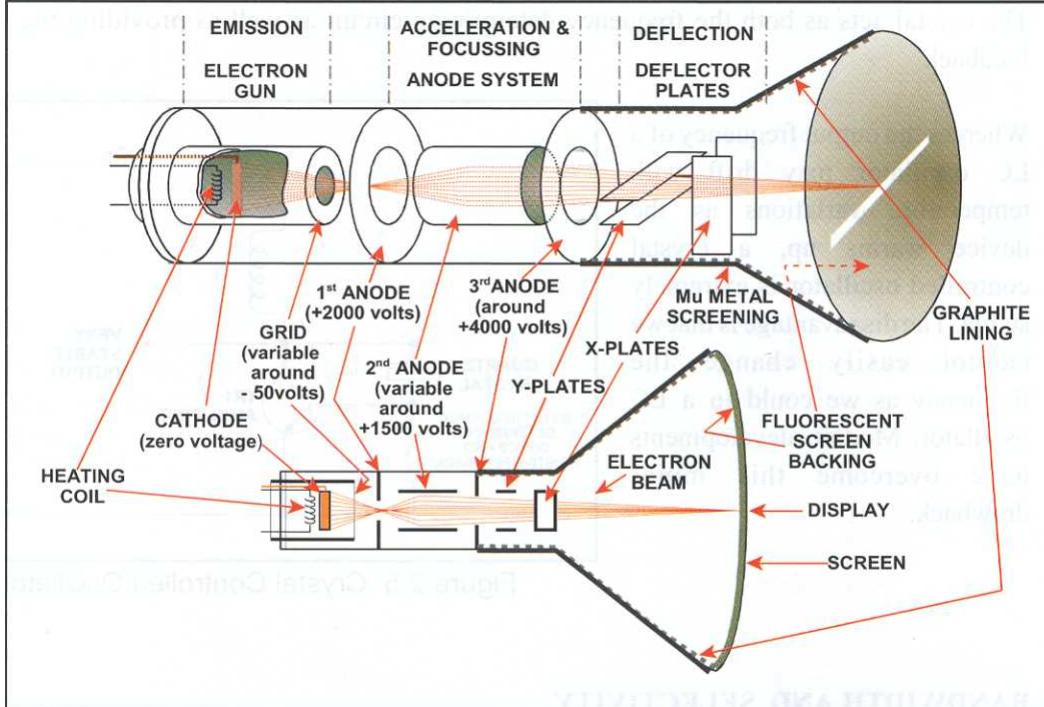
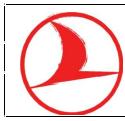
Şekil 2.6

2.9 KATOT IŞINI TÜPÜ

a) Açıklama: Bir katot ışını tüpü, (CRT), içinde kontrol edilebilir elektronların

oluşturulup bir görüntü vermek üzere bir ekrana yönlendirildiği içi boşaltılmış bir cam tüptür. Tüp, elektrostatik yada elektromanyetik tipte olabilir.

b) Uygulamalar: CRTler radar sistemlerinde dairesel görüntü verecek plan konum göstergeleri (PPI) olarak yada bilgisayarlı radar sistemlerinde kullanıldığımda dikdörtgen biçiminde görüntü verecek şekilde kullanılabilirler. Bir televizyon ekranı da CRT'nin bir parçasıdır.



Şekil: 2.7

2.10 CRT PARÇALARI

a) Elektron tabancası: Bu, **ısitıcı katot** ve **grit**den oluşmaktadır. Katot, içinde düşük voltaj ısitıcısı olan bir silindirden oluşmaktadır. Silindirin bir ucu ısitıldığında elektron yayan **baryum** tuzu ile kaplanmıştır. Grit, katotu çevreleyen metal bir silindirdir ve her zaman katodtan daha fazla negatif yüke sahiptir. Dolayısıyla katodtan çıkan elektronlar grit duvarları tarafından itilirler ve bu şekilde **konsantré** dar bir ışın oluştururlar.

Gritin negatif potansiyeli, parlaklık kontrolü yapmak için içinden geçecek elektron sayısını ayarlamak üzere değiştirilebilir. Parlaklığın artırılması için negatif yük azaltılır. Grit çok fazla negatif hale getirilirse elektronların akışı durur ve ışın kesilmiş olur.

b) Anot sistemi: Şekil 2.7'de görülebileceği gibi anot sistemi elektron ışınlarının tüp boyunca **hızlanması**ını sağlar çünkü katota göre çok daha **pozitiftir**. Aynı zamanda ikinci anodun potansiyelini ayarlayarak **odağın** kontrol edilmesini sağlar.

c) Sapma sistemi: Elektrostatik sistem tüp içinde **sapma levhaları** kullanırken, elektromanyetik sistem tüpün dışına sarılmış **bobinleri** kullanır. Elektrostatik sistemde, plakalar üzerindeki potansiyelin değiştirilmesi ile ekran üzerinde bir görüntü yaratmak üzere elektron ışınlarının ekranda düştüğü yeri hareket ettirmek için elektron ışınlarının yatay ve dikey olarak sapması sağlanır.

d) Florasan ekran: Ekranın iç kısmı elektron ışınlarına maruz kaldığında parlayan florasan bir madde ile kaplanmıştır. Bu parlamanın süresi ve rengi kullanılan malzemeye göre değişir. Renkli görüntüler için tüm renklerin elde edilebilmesi için **kırmızı, yeşil ve mavi** ana renklerindeki üç elektron ışını kullanılır. Ana renklerin aşağıdaki gibi birleştirilmesiyle üç ikincil renk oluşturulabilir.

Kırmızı + Yeşil = Sarı

Kırmızı + Mavi = Lila

Yeşil + Mavi = Eflatun

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 6/13
---	--	---	--

2.11 MİKRODALGA OSİLATÖRLERİ

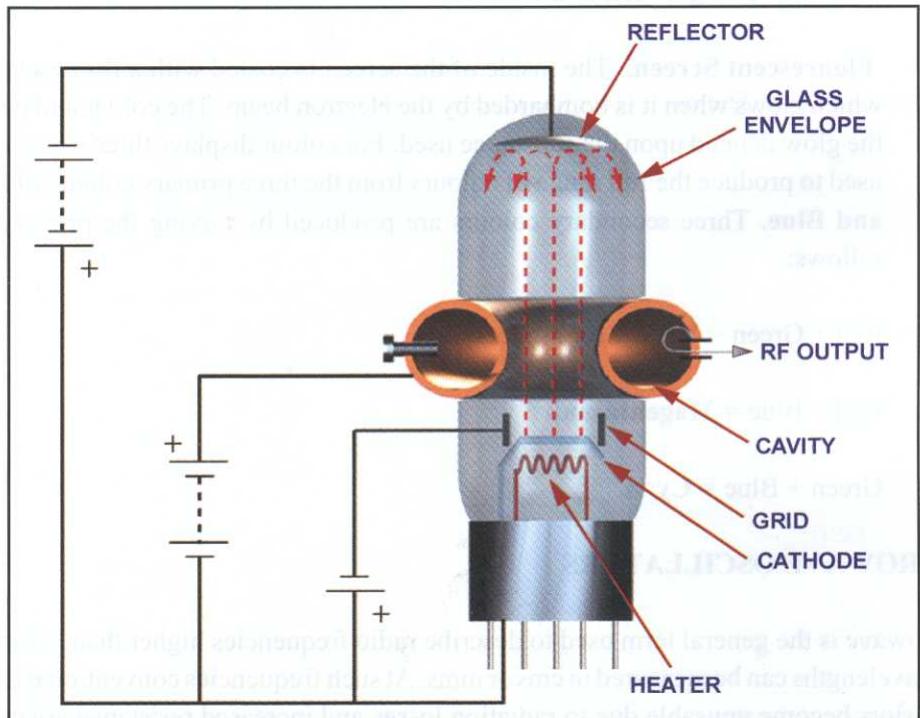
Mikrodalga, dalga boyalarının cm yada mm olarak ifade edilebildiği, 1 Ghz'den daha büyük frekanslı radyoları tanımlamak için kullanılır. Bu tip frekanslarda transistör kullanan normal devreler radyasyon kayıpları ve yüzey etkilerinden dolayı oluşan yüksek dirençten dolayı kullanılmaz durumda olurlar.

Klystron ve **Magnetron** mikrodalga osilatörleri için kullanılan iki cihazdır. Cihazların içine yerleştirilmiş frekans belirleme devreleri bulunmaktadır ve normal osilatörlere göre değişik prensipte çalışırlar.

Rezonans oyukları kullanırlar.

Rezonans oyukları dikdörtgen, küre veya silindir şeklinde olabilir. Bu oyuğun dalga boyunun yarısı olması gereken iç çapı rezonans frekansını etkiler. Yüzey etkilerinden dolayı akım oyuğun sadece iç kısımlarında olacaktır. Dolayısıyla dış yüzeyler oyuğun çalışmasına engel olmadan topraklanabilir.

2.12 KLYSTRON



Şekil: 2.8

Klystron, aşağıdakileri ihtiva eden düşük güçlü osilatördür;

- Rezonans oyuğu,
- Elektron tabancası,
- Yansıtıcı elektrot,
- Çıkış eşleyicisi.

Klystron osilatörü için olan aranjman şekil 2.8'de gösterilmektedir.

Katotda yaratılan elektronlar negatif silindir grit ve anot gibi hareket eden pozitif oyuk ile sert bir şekilde bir ışına odaklanırlar. Oyuğun ağızından geçen elektronlar ile pozitif geri besleme sağlanır ve sonra negatif yansıtıcı ile bunlar geri yansıtılır. Sonuç olarak oyuğun içinde bir salınım oluşmuş olur. Frekans, ayarlanabilir bir vida ile değiştirilebilen oyuk boyutlarına bağlıdır.

Oyuğun duvarlarında oluşan akım, bağlantı halkaları ile çıkış terminaline verilebilir. Klystronlar radar alicılarda düşük güç osilatörleri olarak kullanılırlar.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 7/13
---	--	---	--

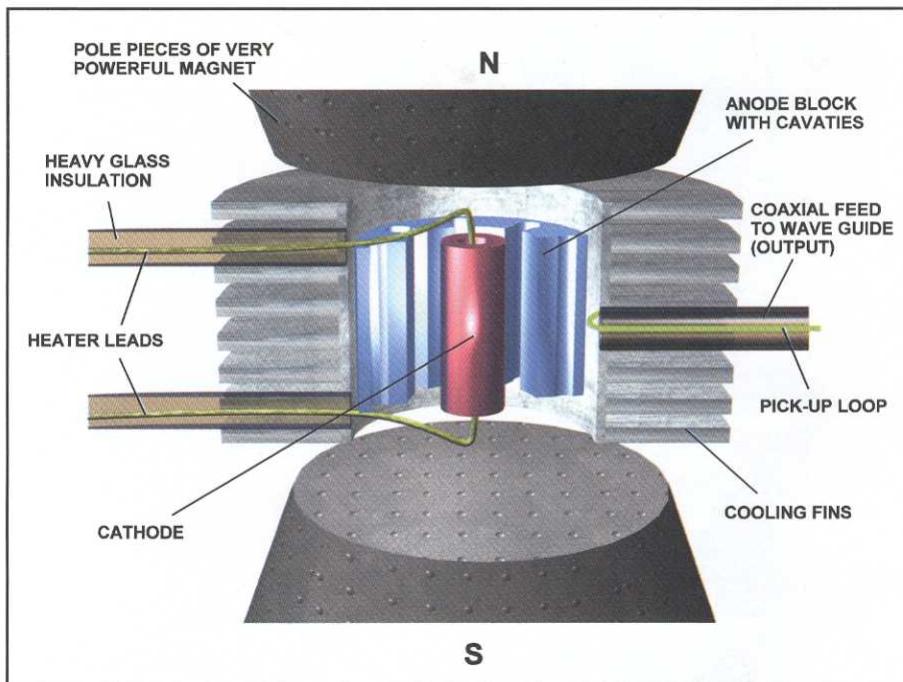
2.13 MAGNETRON

Mikro dalga osilatörlerinde daha yüksek güç elde edebilmek için magnetronlar kullanılır. Magnetronlar bakır bir kalıp içine açılmış oyuklardan yapılmıştır. Bu oyuklar, en kolay fark edilebileni yarık ve delikler olan bir çok çeşitten oluşabilir.

Magnetronların parçaları arasında, anot, katot, çıkış bağlantısı ve güçlü bir mıknatıs vardır. Oyuk bloğu şekil 2.9'da gösterildiği gibi mıknatısın iki kutbu arasına yerleştirilmiştir.

Katot tarafından yayılan elektronlar, karmaşık dairesel yörüngeleri takip eder ve katoda geri dönebilirler. Oyuklar içinde salınımlar olur ve oyuklardan birine olan bağlantı dalga yönlendiricisine bağlı eksensel besleme ile radyo enerjisinin alınmasına imkan verir.

Magnetronlar radar vericilerinde yüksek güç osilatörleri olarak kullanılırlar.



Şekil: 2.9

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/13
---	--	---	--

RADIO THEORY**OSCILLATORS****SELF ASSESSMENT QUESTIONS****OSCILLATORS**

1. The purpose of a basic Oscillator is to:
 - a. amplify a signal
 - b. attenuate a signal
 - c. produce a sine wave from a DC input
 - d. increase the frequency of a sine wave
2. A basic oscillator consists of
 1. amplifier
 2. positive feedback path
 3. negative feedback path
 4. frequency determining circuit
 5. DC supply
 6. AC supply
 - a. 1, 3, 4, 5.
 - b. 1, 2, 4, 5.
 - c. 1, 3, 4, 6.
 - d. 1, 2, 3.
3. An electrical resonant circuit is constructed from:
 - a. resistors and inductors in series
 - b. inductors and resistors in series or parallel
 - c. inductors and resistors always in parallel
 - d. capacitor and inductor which may be in parallel or series
4. When a parallel inductive capacitive circuit is operating at its resonant frequency:
 - a. capacitive reactance is greater than inductive reactance
 - b. inductive reactance is greater than capacitive reactance
 - c. inductive reactance equals capacitive reactance and a large circulating current exists
 - d. inductive reactance equals capacitive reactance and zero current flows in the circuit

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 9/13
---	--	---	--

5. Capacitive reactance:

- a. decreases as frequency increases
- b. increases as frequency increases
- c. remains constant with changes in frequency
- d. remains constant up to approximately 30MHz and then decreases with increasing frequency

6. Inductive reactance:

- a. decreases as frequency increases
- b. increases as frequency increases
- c. remains constant with changes in frequency
- d. effectively falls to zero at VHF and above

7. In a LC circuit the frequency where $XL = XC$ is called:

- a. Impedance (Z)
- b. Cancellation point
- c. Oscillation frequency (F_0)
- d. Resonant frequency (F_0)

Look at the circuit at annex A and answer the following 3 questions

8. Which components form the resonant circuit and control the frequency of operation:

1. C1
 2. L1
 3. TR1
 4. L2
 5. C2
- a. 1 and 2 only
 - b. 1, 2, 3, 5.
 - c. 2, 3, 4, 5.
 - d. 3 only

9. The NPN transistor TR1 is necessary to:

- a. form the positive feedback path to maintain oscillations
- b. act as the frequency controlling device
- c. act as an amplifier and make up for losses in the circuit
- d. form the negative feedback path to maintain oscillations

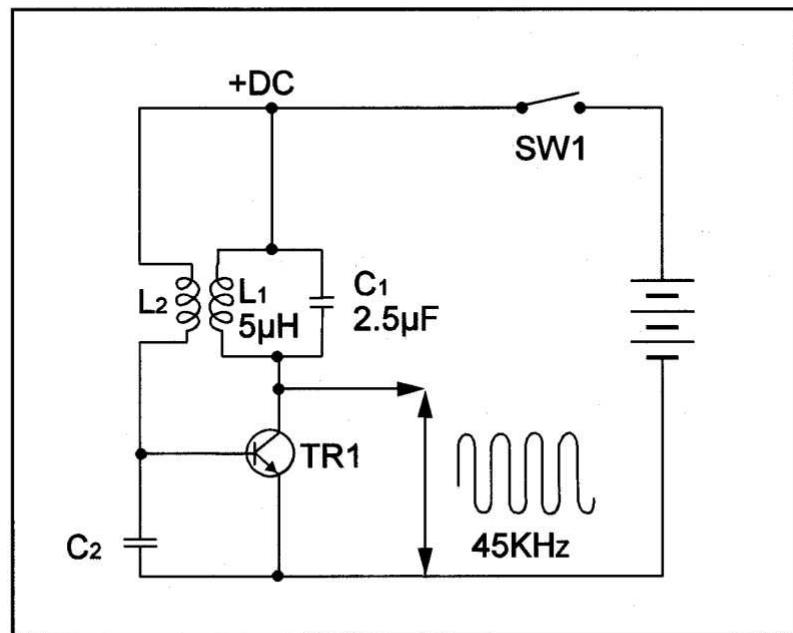
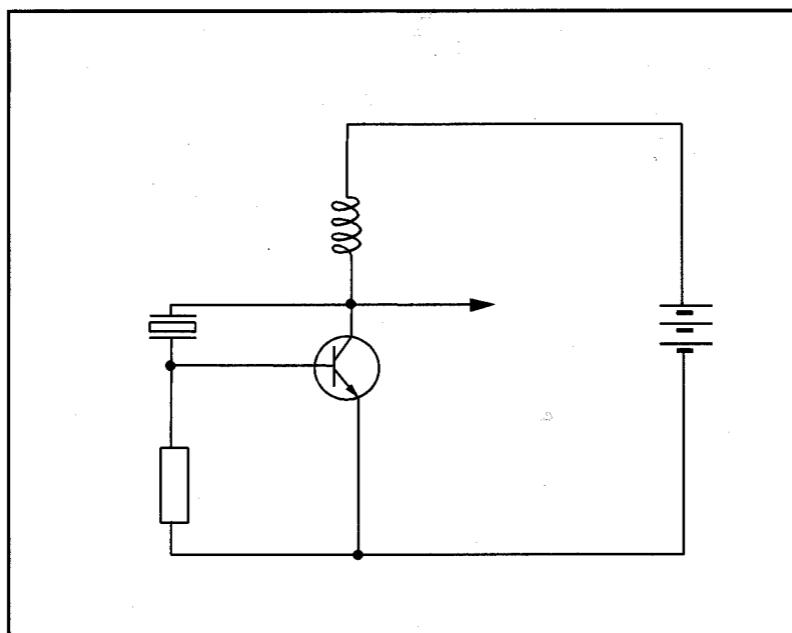
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 10/13
---	--	---	---

10. Positive feedback in the circuit:
- a. is provided by transistor TR1
 - b. is provided by transformer coupling between L1 and L2
 - c. is not necessary, the oscillations are maintained by negative feedback
 - d. is determined by the ratio of C1 to L1
11. In the circuit at Annex A it is necessary to make the output frequency variable. This could be achieved by:
- a. replacing C1 with a variable capacitor
 - b. placing a variable resistor in the emitter of TR1
 - c. increasing the turns ratio of L1 - L2
 - d. making the gain of transistor TR1 variable
12. The Piezo electric effect is:
- a. the resonance when $XL = XC$
 - b. the generation of sine waves by an oscillator
 - c. a quartz crystal vibrating at a frequency dependent on its thickness when an EMF is applied to it
 - d. a quartz crystal vibrating at a frequency dependent on the size of the EMF applied to it
13. Look at the circuit at Annex B. This shows:
- a. an audio frequency amplifier
 - b. a radio frequency amplifier
 - c. a crystal controlled oscillator
 - d. a LC controlled oscillator
14. The advantages of a crystal controlled oscillator over a LC controlled oscillator include:
- 1. cheapness of construction
 - 2. precise stable frequency output
 - 3. very narrow bandwidth
 - 4. frequency can easily be changed
- a. 2 and 3 only
 - b. 1, 2, and 3
 - c. 1, 3, and 4
 - d. there are no particular advantages

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 11/13
---	--	---	---

15. The output frequency of a magnetron depends on:
- a. the voltage applied to the cathode
 - b. the voltage applied to the anode
 - c. the size of the cavities
 - d. the material from which the cavities are constructed
16. To produce frequencies in the SHF (microwave) band which of the following could be used:
- 1. LC oscillator
 - 2. Crystal oscillator
 - 3. Magnetron
 - 4. Klystron
- a. 1 and 2 only
 - b. 2, 3, and 4
 - c. 3 and 4 only
 - d. 3 only
17. Oscillations in a magnetron are maintained by:
- a. electrons under the influence of a magnetic field energising the cavities
 - b. electrons under the influence of an electrostatic field creating negative feedback to the cavities
 - c. electromagnetic coupling between anode and cathode
 - d. electromagnetic coupling between heater and cathode
18. The high power pulse of a ground radar system is most likely to be produced by:
- a. crystal oscillator
 - b. klystron
 - c. klystron followed by a power amplifier
 - d. magnetron

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 12/13
---	--	---	---

ANNEX AANNEX B

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 13/13
---	--	---	---

OSCILLATORS SAQ. ANSWER SHEET.

No	A	B	C	D	REF
1			X		
2		X			
3				X	
4			X		
5	X				
6		X			
7				X	
8	X				
9			X		
10		X			
11	X				
12			X		
13			X		
14	X				
15			X		
16			X		
17	X				
18				X	

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 1/11
---	--	---	--

BÖLÜM 3

ANTENLER

İÇİNDEKİLER

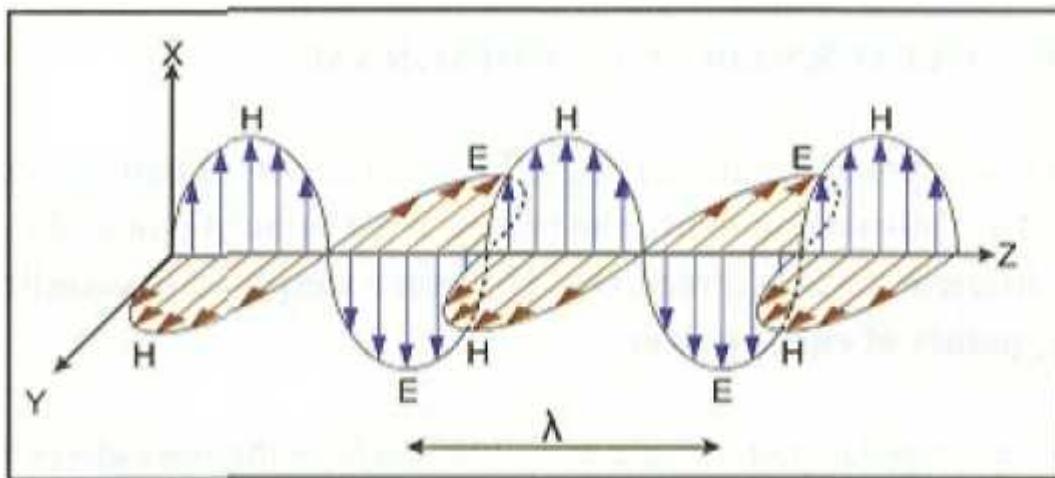
- 3.1 GİRİŞ**
- 3.2 KUTUPLAŞMA**
- 3.3 RADRASYON PATERNİ VEYA POLAR GRAFİĞİ**
- 3.4 YARIM DALGA ÇİFT KUTUPLU ANTENLER**
- 3.5 YÖN ANTENİ**
- 3.6 ANTEN BOYUTLARI**
- 3.7 ANTENLERİ BESLEYEN KABLOLAR (BESLEYİCİLER)**
- 3.8 ANTEN ÇEŞİTLERİ**

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 2/11
---	--	---	--

3.1 GİRİŞ

Bir tele alternatif akım verildiğinde, oradaki gücün bir kısmı uzaya yayılır. İlkine benzer, paralel ve uzaktaki başka bir kablo bu yayılan gücün bir kısmını alacak ve dolayısıyla üzerinde aynı frekansa sahip bir alternatif akım bu ikinci kabloda oluşacaktır. Bu, radyo dalgalarının verilip alınmasındaki temeli oluşturur.

Yukarıda anlatılanlar enerjinin bir noktadan diğer bir noktaya **elektromanyetik dalgalar** ile boşluk içerisinde aktarılmasını içerir. Bu dalga yayılma yönüne ve birbirlerine dik iki ayrı salınım yapan alandan oluşur. **Elektrik (E)** alanı dalgaların çıktıığı tele paralel olacak **manyetik (M)** alan ise dik açıda olacaktır. Bu tip bir dalganın görünümü şekil 3.1'deki gibi olacaktır. Ardışık gelen tepe noktaları arasındaki mesafe dalga boyu olarak adlandırılacaktır.

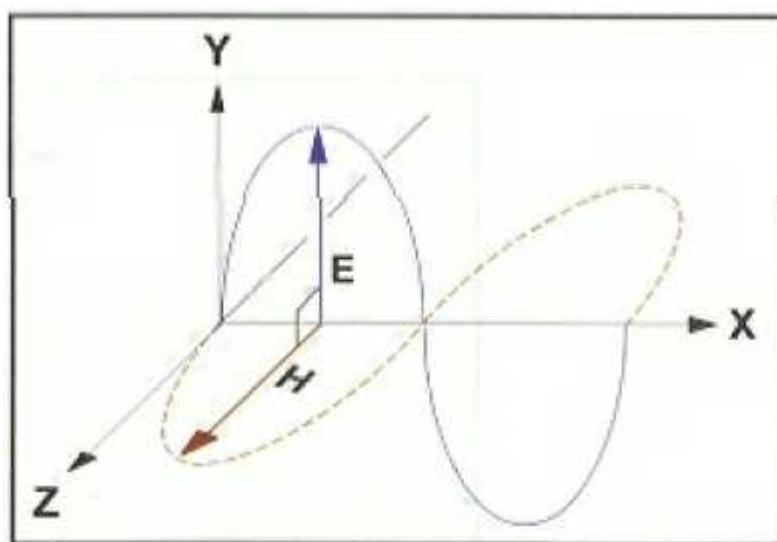


Şekil 3.1

3.2 KUTUPLAŞMA

Bir antenden çıkan elektromanyetik dalga **dikey** yada **yatay** olarak **kutuplaşmış** olabilir.

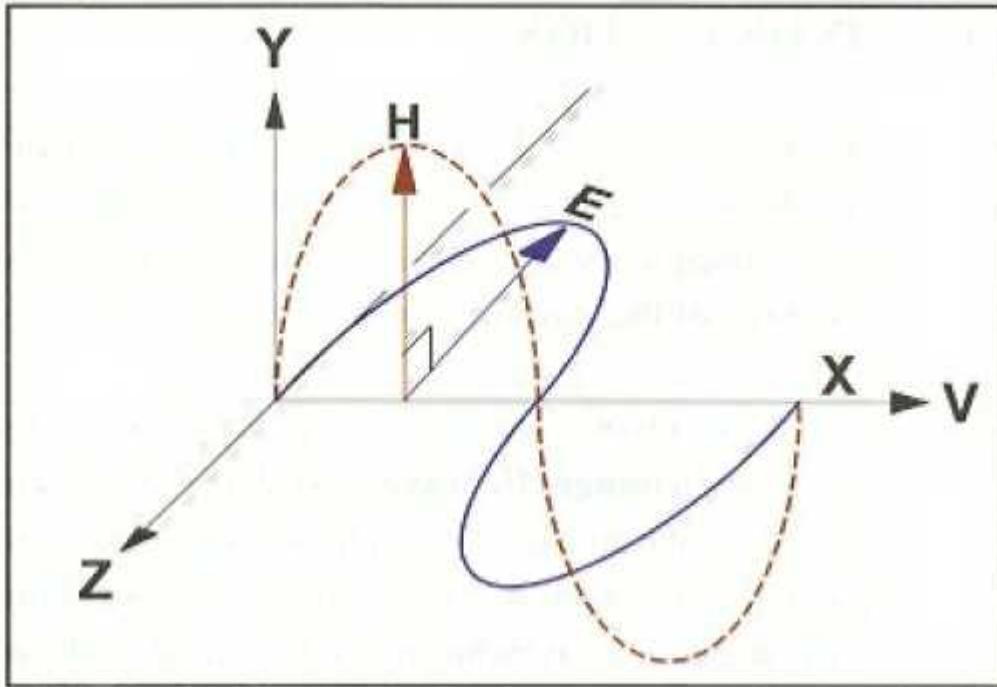
Dikey kutuplaşma: Bunun için **dikey elektrik alanı** ve **yatay manyetik alan** yaratacak bir **dikey antene** ihtiyaç vardır. Şekil 3.2 dikey olarak kutuplaşmış bir hareketi göstermektedir.



Şekil 3.2

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 3/11
---	--	---	--

Yatay kutuplaşma: Bunun için **yatay elektrik alanı** ve **dikey manyetik alan** yaratacak bir **yatay antene** ihtiyaç vardır. Şekil 3.3 yatay olarak kutuplaşmış bir hareketi göstermektedir.



Şekil 3.3

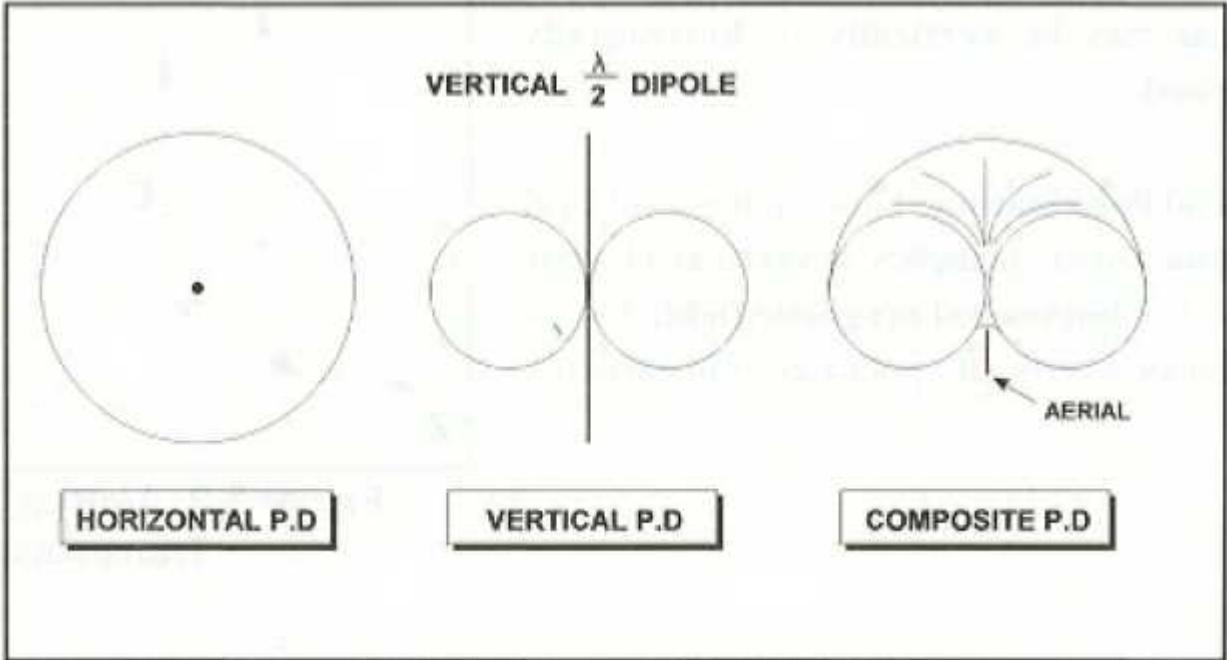
Dikkat edilmelidir ki, elektrik alanı ile anten aynı düzlemdedir ve alıcı ve verici antenler de aynı düzlemede olmalıdır.

3.3 RADYASYON PATERNİ VEYA POLAR GRAFİĞİ

Şu ana kadar bir antenin en önemli karakteristiği radyasyon paterni veya polar grafiğidir. Verici bir anten söz konusu olduğunda patern, güç yada alan kuvvetinin değişik açısal yönlerde çizilmesidir. Diğer bir deyişle, verici polar grafiği eş güç noktalarının birleştirilmesidir.

Bu polar grafik şekilleri çok çeşitlidir. Enerjinin her yönde eşit yayıldığı her yönlü patern, enerjinin tek bir yönde konsantre olduğu kalem işini paterni ve radyasyon enerjisinin bir fan şeklini aldığı kosekant kare paterni bunlara birer örnektir. Şekil 3.4, radyasyonun tek bir kablodanoluştugu her yönlü verici polar grafiğini göstermektedir.

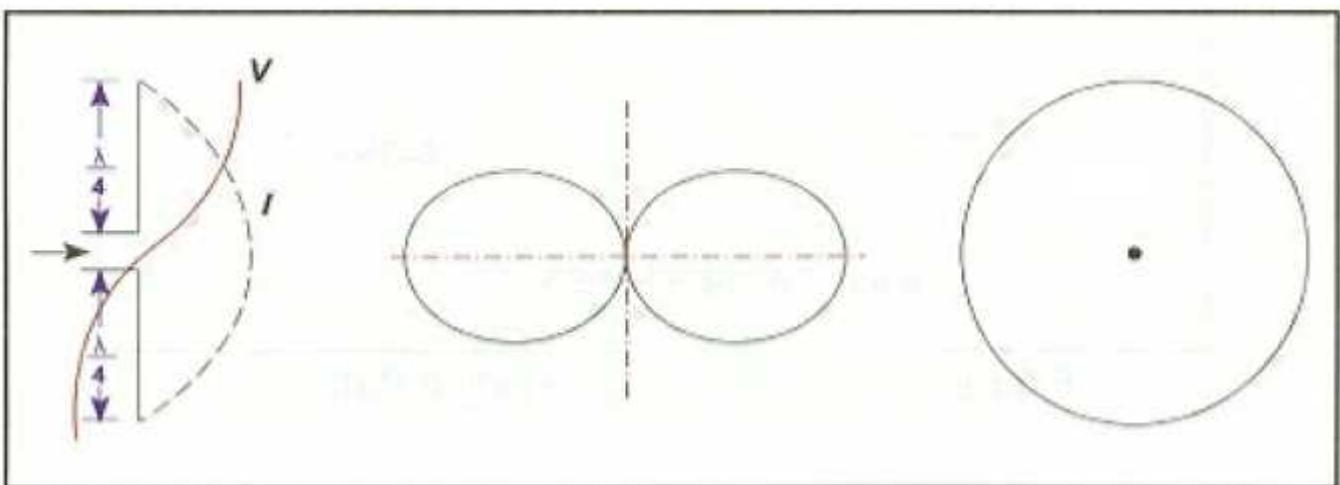
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 4/11
---	--	---	--



Şekil 3.4

3.4 YARIM DALGA ÇİFT KUTUPLU ANTENLER

Bilinen verimli antenlerden bir tanesi de yarımdalga çift kutuplu antenlerdir. Bunlar, iki çeyrek dalga boyu (verilen frekansta) vericilerdir ve merkezi beslemelidir. Şekil 3.5'de akım ve voltaj dağılımı ve yarımdalga çift kutup ilişkileri görülebilir. Dikkat edilebileceği gibi voltaj ve akımlar birbirleri ile 90° faz farkındadır.

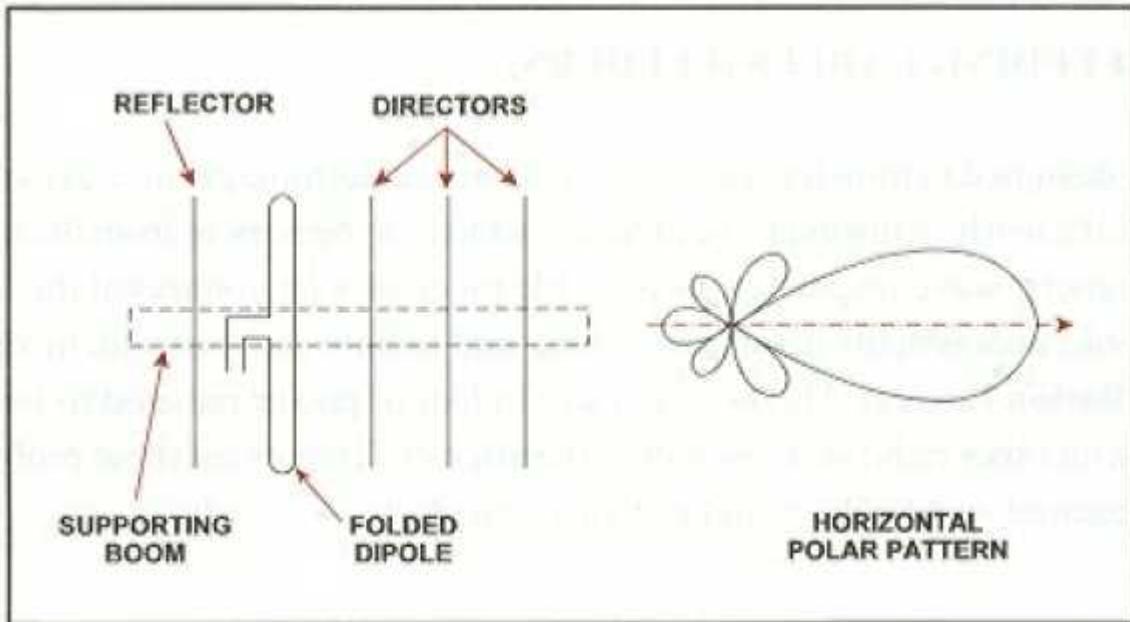


Şekil 3.5

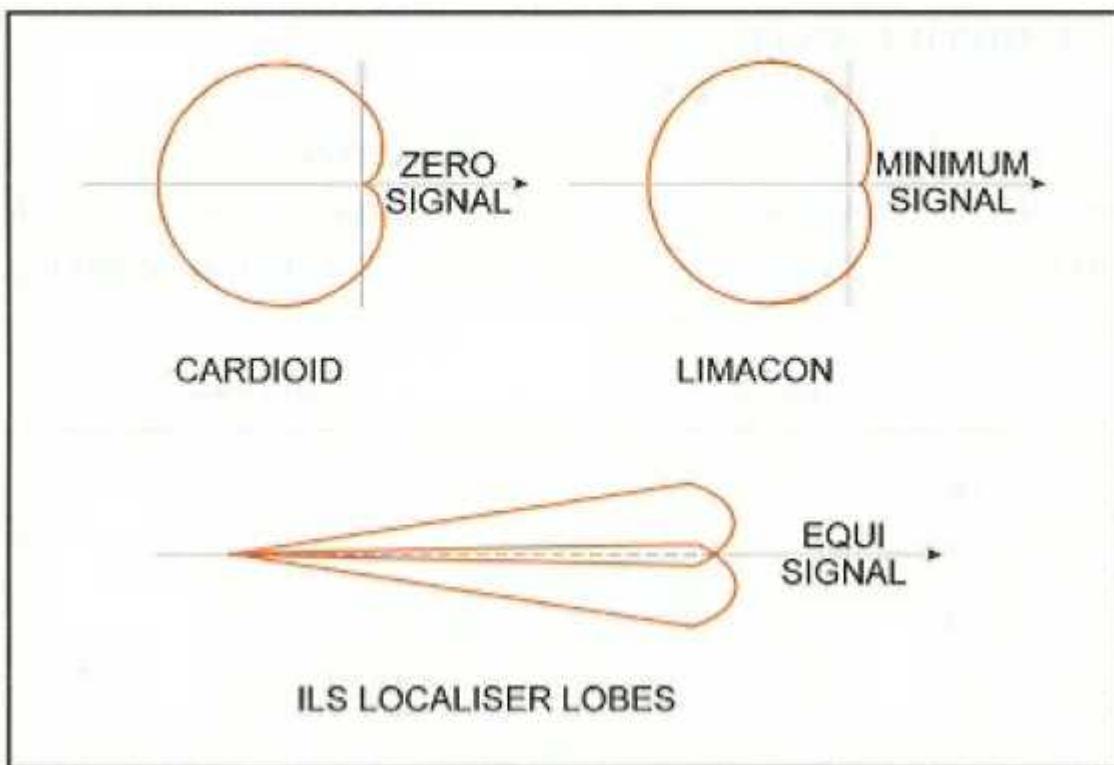
3.5 YÖN ANTENİ

Basit bir yarımdalga çift kutbu yukarıda görülebildiği gibi her yönlü yayımlama yapar. Çift kutbun yakınına beslenmeyen elemanlar yerleştirildiğinde, enerjinin tek bir yöne konsantr olması sağlanabilir. Çift kutbun önüne yerleştirilen bu küçük elemanlara (hareket yönünde) **yöneticiler** denir. Çift kutbun arka tarafına yerleştirilen büyük elemana ise **yansıtıcı** denir. Yönetici ve yansıtıcı elemanları birlikte **parazitik elemanlar** olarak anılır. Şekil 3.6, katlanmış, bir sinyal, yansıtıcı ve üç yönetici tarafından beslenen bir çift kutbu gösterir. Gösterilen işin paterni oluşur ve çoğunlukla **yagi dizisi** denir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 5/11
---	--	---	--



Şekil 3.6



Şekil 1.19

3.6 ANTEN BOYUTLARI

Bir yayın yapan kablolar olan antenlerin boyutları, yayınlanan frekansın dalga boyunun yarısına eşit olduklarımda en verimli şekilde çalışırlar. Pratikte bunu sağlamak düşük frekanslar için çok büyük antenlerin kullanılmasından sınırlımadan dolayı tam olarak mümkün değildir.

Bir induktans (L) veya kapasitans (C) veya ikisinin kombinasyonunun (LC) çift kutbu seri olarak bağlanması ile antenin doğal dalga boyunu artırmak mümkündür. Bu tip induktans, kapasitans yada bu ikisinin birleşiminin eklendiği antenlere **yüklü antenler** denir.

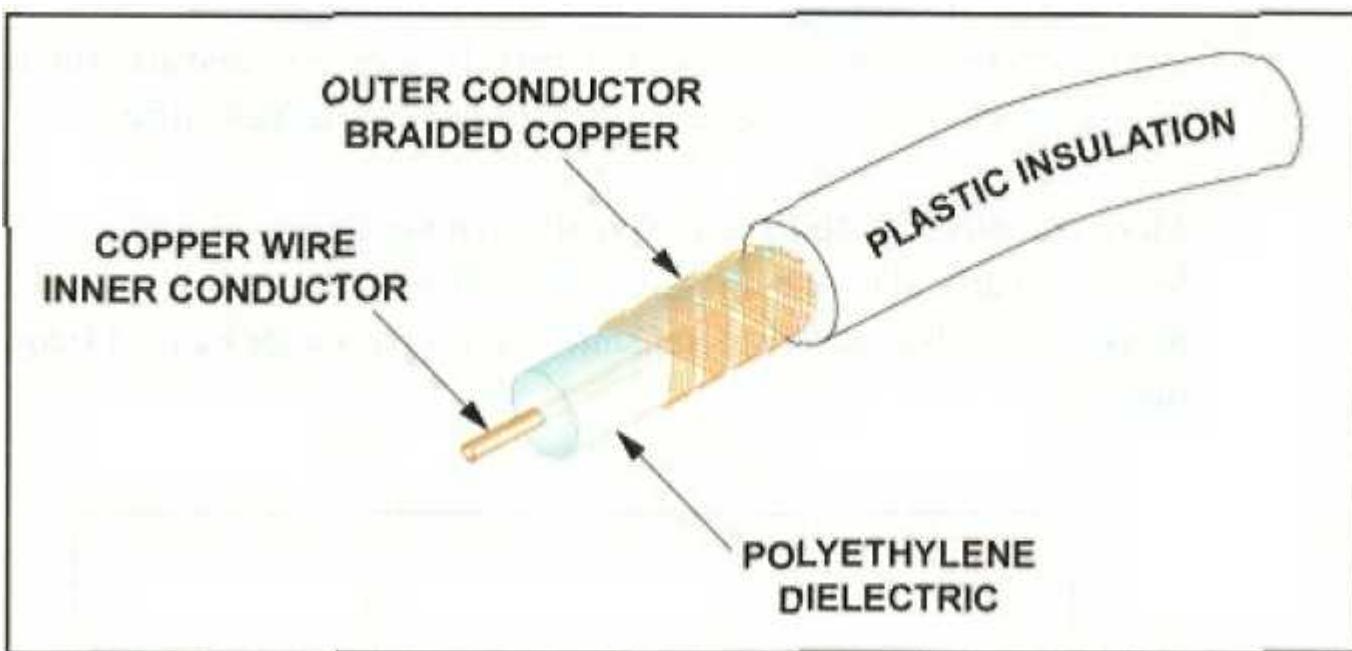
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 6/11
---	--	---	--

Bir uçak HF iletişimini anteni gibi geniş frekans bandında yayım yapmaya ihtiyaç duyan antenlerde, frekans değişikten sonra antene ‘ayarlama’ yapmak gerekebilir. Bu, devreyi besleyen antendeki L, C veya her ikisinin miktarlarını değiştirmeyi içerir.

3.7 ANTENLERİ BESLEYEN KABLOLAR (BESLEYİCİLER)

Antenler, maddelerden uzaya elektromanyetik dalgalar halinde verimli bir şekilde enerji transferi yapmak üzere tasarlanılmışlardır. Ancak antenler genellikle elektromanyetik dalgaların başladığı vericiye uzakta olacaklardır. Vericiden antene basit bir kablo bağlanırsa, şüphesiz uçak içinde elektromanyetik enerji yayan bir anten gibi davranış olacaktır. (**Radyasyon kaybı**). Bu, boşluğa yayılan güçte azalmaya ve uçak içindeki diğer radyo sistemleri ile karışmalara sebep olacaktır. Bu problemlerin önlenmesi için özellikle yüksek frekanslarda özel besleyicilere ihtiyaç duyulur.

- a) **Aynı eksenli kablolar:** Burada, sinyal içteki iletken tarafından verilirken, ekran adı verilen dıştaki iletken topraklanır. Bu sinyalin antene ulaşmadan dışarı kaçmasını (Radyasyon kaybını) önler ve aynı zamanda uçak içinde istenmeyen elektromanyetik alanlardan korur. Şekil 3.7 aynı eksenli kabloları göstermektedir.



Şekil 3.7

- b) **Dalga yönlendiricisi:** Aynı eksenli kablolar 1 Ghz üzerinde yüksek güç seviyelerinde kullanılmaz durumda olurlar. Radar sistemleri, elektromanyetik enerjiyi vericiden antene ve aynı zamanda alınan sinyalleri antenden alıcıya iletmek için boşluklu, dikdörtgensel metal tüpler kullanırlar. Boşlukta olması gereken enerji aslında bu tüp içinde hareket eder. Enerjinin bu tüp içinde tutulabilmesi sayesinde radyasyon kaybı hemen sıfıra düşer ve **yüzey etkisi** olayı da en aza indirilmiş olur.

- c) **Yüzey etkisi:** Bu olay yüksek frekanslı akımların iletkenin ince bir tabakasında (yüzeyinde) sıkıştığı VHF ve daha yukarı frekanslarda görülür. Hatırlanacağı gibi bir maddenin direnci, öz direncin,) uzunlukla, I, çarpılıp kesit alanına, A, bölünmesi ile bulunur.

$$\text{Rezistans} = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 7/11
---	--	---	--

Akımın sadece yüzeyden akmasını sağlayan yüzey etkisi etkin kesit alanını azaltır ve direncin artmasına ve buna bağlı olarak da sinyalin zayıflamasına neden olur.

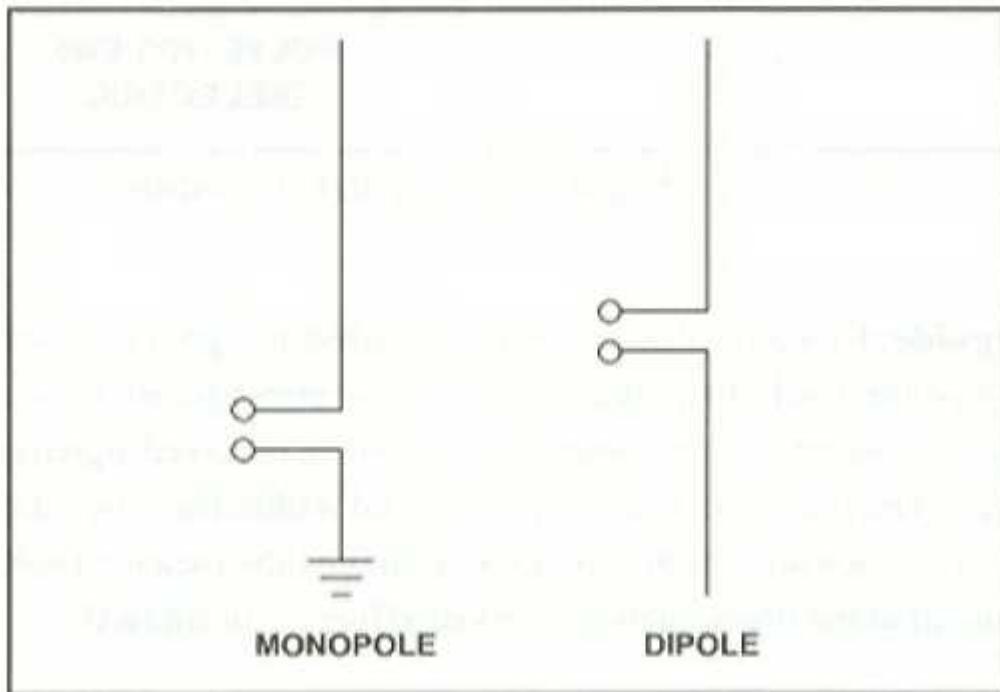
Yüzey etkisinin azaltılması için bazı iletkenler, minyatür dalga yönlendiricileri şeklinde oyukludur. Bu etkinin azaltılması için bir başka yol her kolun ayrı ayrı izole edildiği çok kollu kablolar kullanmaktadır. Bu tip kablolara 'Litz' yada 'Endraht' kabloları denir.

3.8 ANTEN ÇEŞİTLERİ

a) Basit Antenler

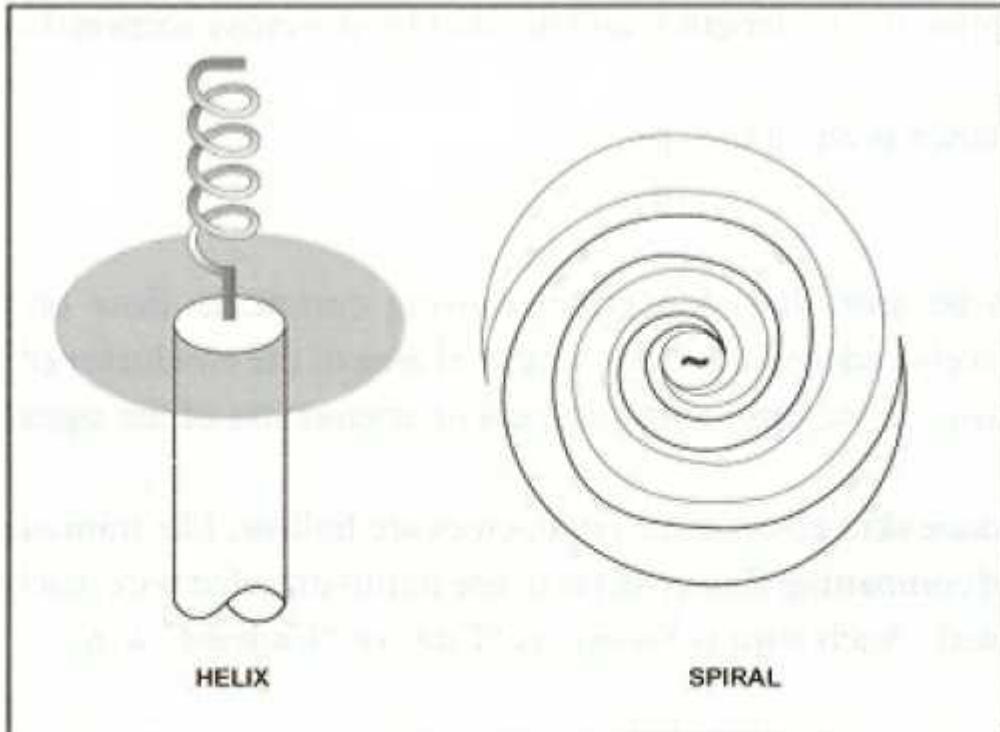
Yıllar boyunca çok çeşitli anten dizaynları yapılmıştır ve geniş çerçevede konuşmak gerekirse bunlar tekli yayımlayıcılar ve çoklu yayımlayıcılar olarak ayrılabilirler. Geçmişte, tek ve çift kutuplu antenler sıkılıkla kullanılmışlar ve hala yalnız yada Yagi dizisi gibi daha kompleks dizilerin parçaları olarak kullanılmışlardır.

Son yıllarda, şekil 3.9'da gösterilen ve **geniş bant** özelliklerinden (tekrar ayar yapılmadan geniş bir bantta frekans alıp verme kabiliyeti) dolayı özellikle uydu iletişimlerinde kullanılan **Heliks** ve **Spiral** antenler üretilmiştir.



Şekil 3.8

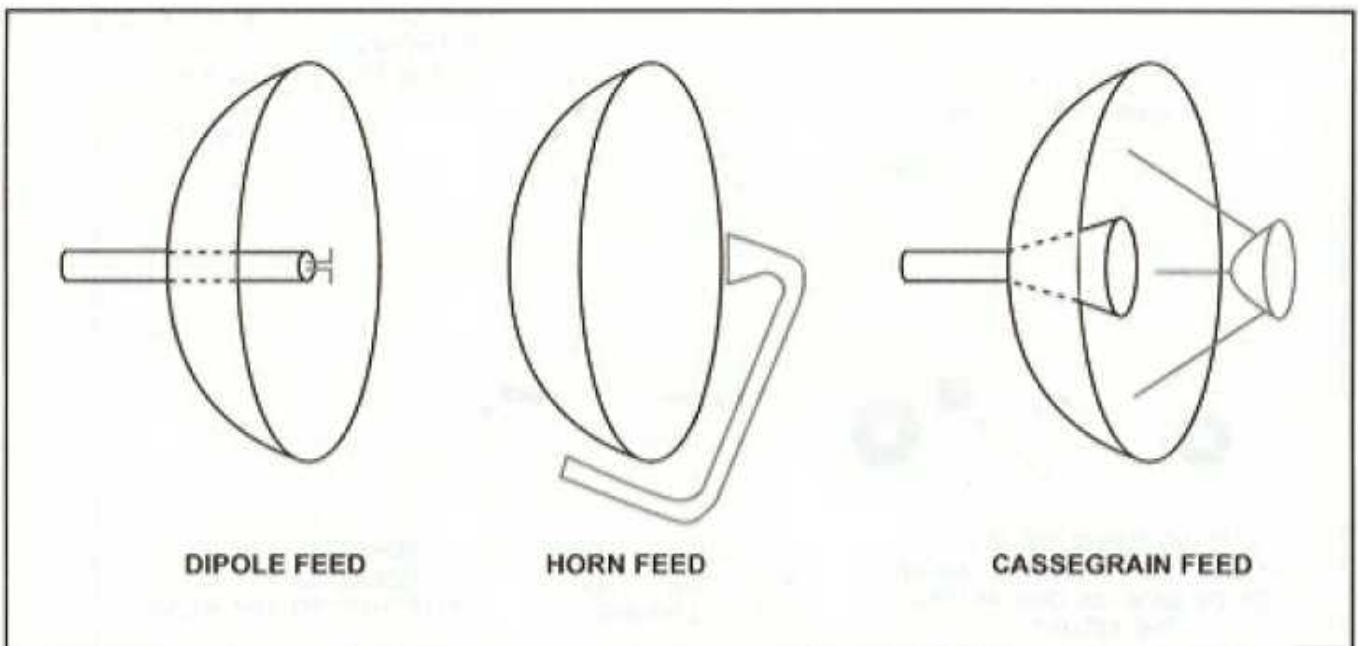
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 8/11
---	--	---	--



Şekil 3.9

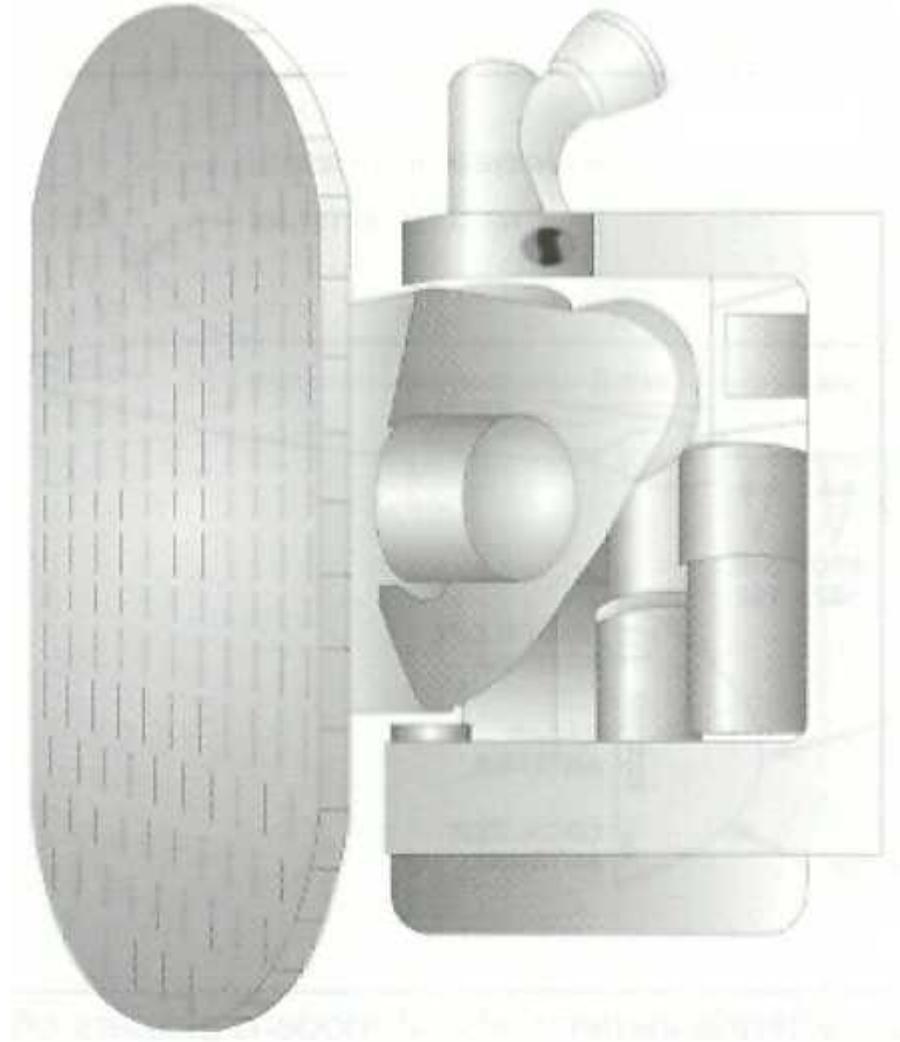
b) Radar antenleri

Şekil 3.10'da gösterilen **mikrodalga boynuzu**, **parabolik yansıtıcı** ve **boşluklu düzlemsel dizi** uydusu ve radar sistemlerinde sıkılıkla kullanılan popüler antenlerdir. Mikrodalga boynuzları çoğunlukla büyük parabolik yansıtıcılar için besleme olarak kullanılırlar.



Şekil 3.10

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 9/11
---	--	---	--

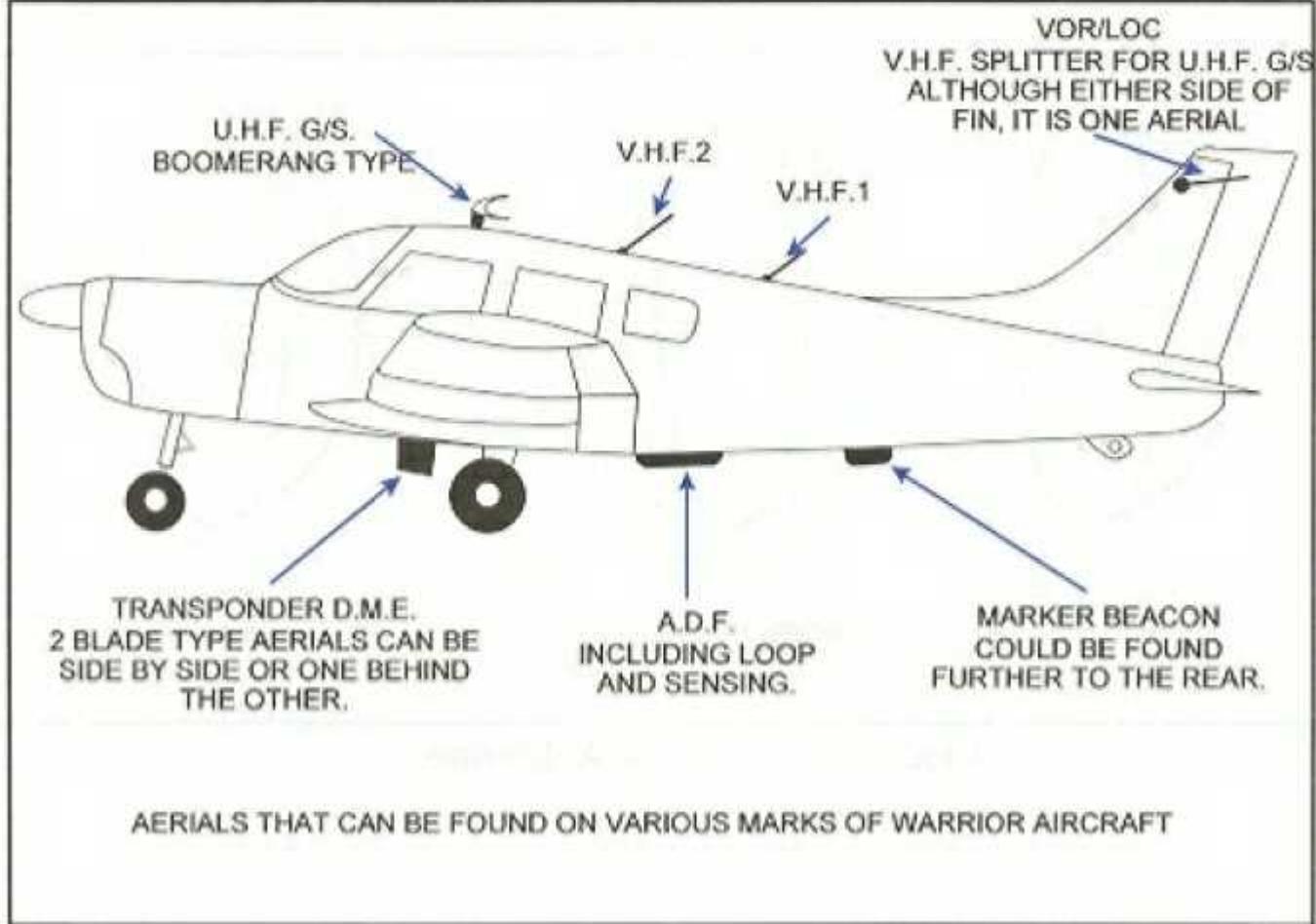


Şekil 3.11

c) Uçak antenleri

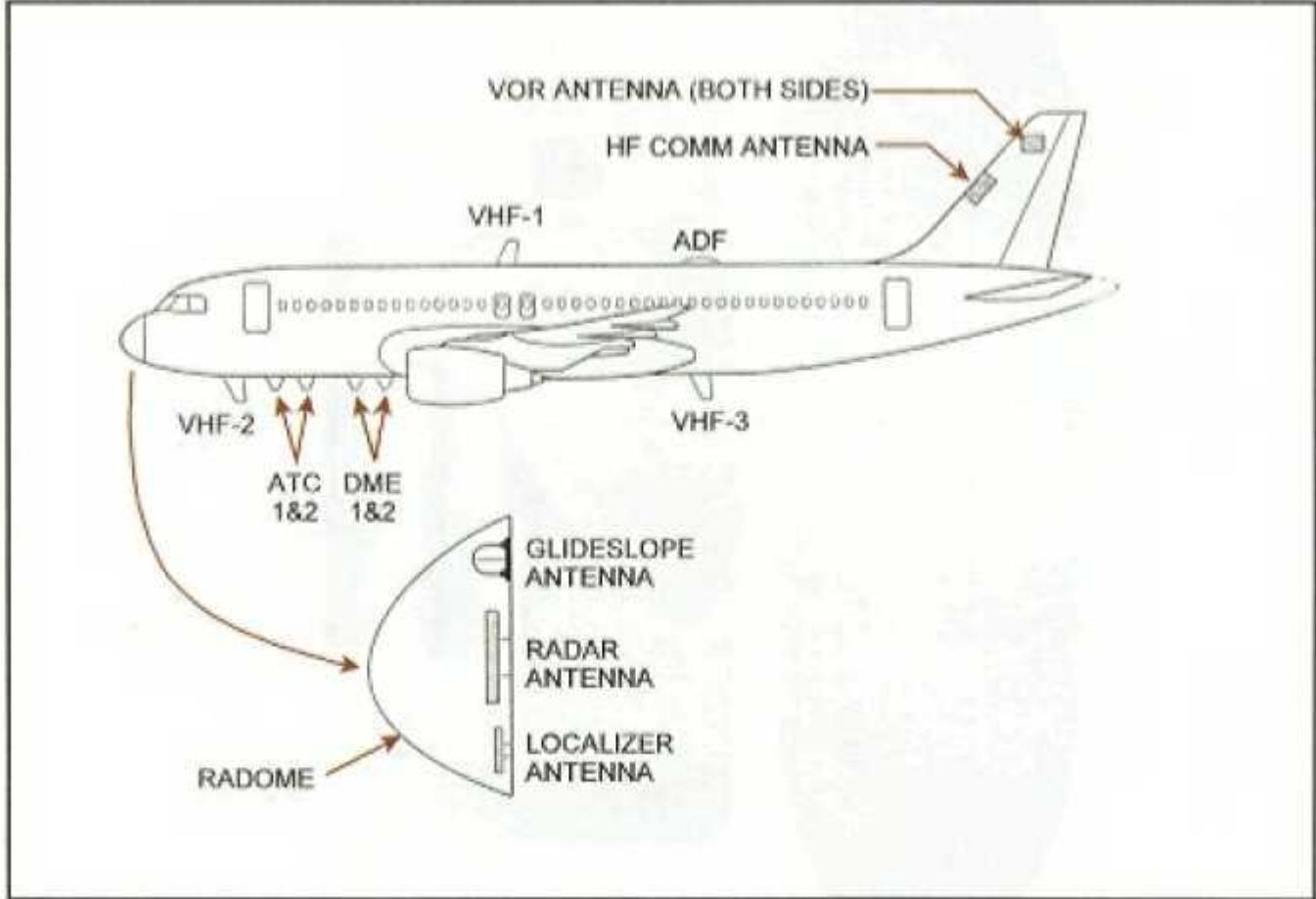
Uçaklar üzerinde bulunan antenler kablolar, uzantılar, çubuklar, paller, tek veya çift kutuplar veya oyuklar şeklinde olabilirler. Şekil 3.12 ve 3.13 iki farklı uçak üzerindeki bazı antenleri göstermektedir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 10/11
---	--	---	---



Şekil 3.12

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.GUB 02 24.04.2008 11/11
---	--	---	---



Şekil 3.13