

Eğitim Departmanı

ALTERNATÖR EĞİTİMİ

Ersin ERDALI

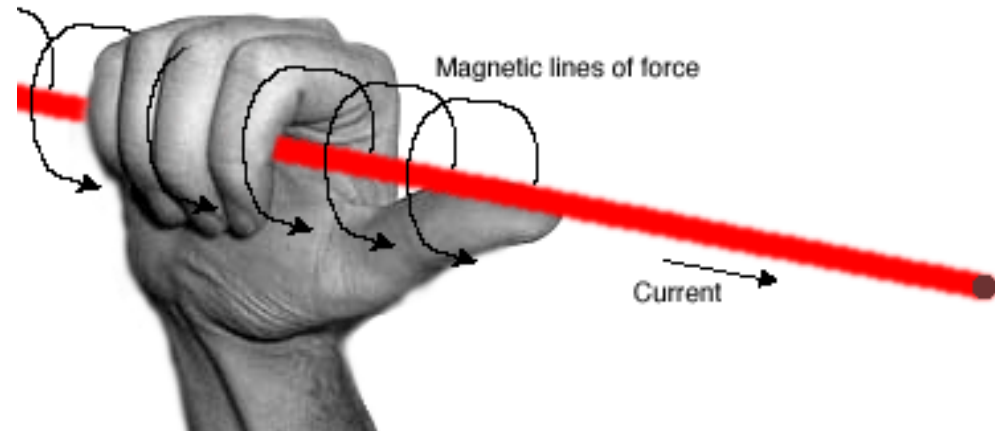
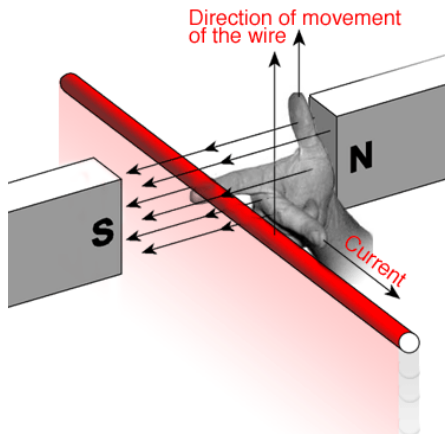
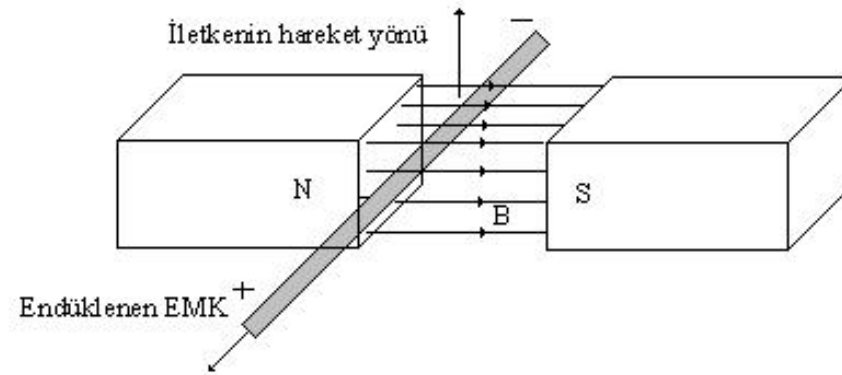
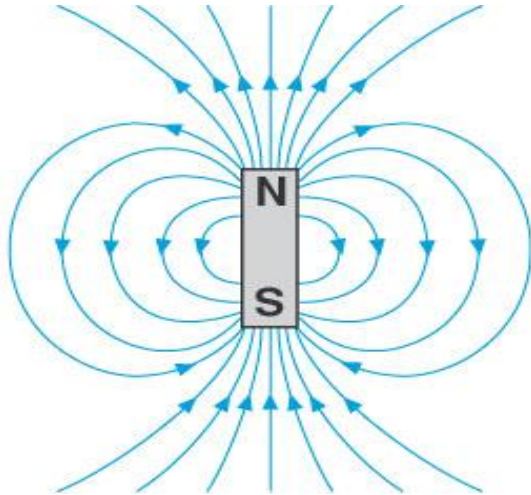
Mart 2008

ALTERNATÖR EĞİTİM İÇERİĞİ

- 1. Temel Elektrik Bilgisi**
- 2. Alternatörlerin Çalışma Prensibi**
- 3. Alternatör Parçaları ve Görevleri**
- 4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler**
- 5. Koruma Sınıfları (IP,H-F)**
- 6. Genel Alternatör Bakım ve Arızaları**

1. Temel Elektrik Bilgisi

Elektromanyetik Alan :



1. Temel Elektrik Bilgisi

Elektriksel Tanımlar :

■ Direnç, Birimi : Ohm (R)

- Malzemenin elektron akışına karşı direnci
- Ölçme Cihazı : Ohm metre

$$R = \frac{L \cdot \rho}{S}$$



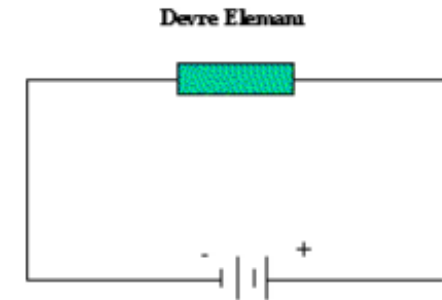
■ Gerilim, Birimi : Volt (V)

- Elektronları hareket ettiren kuvvet
- Ölçme Cihazı : Voltmetre

$$V = I \times R$$

■ Akım, Birimi : Amper (A)

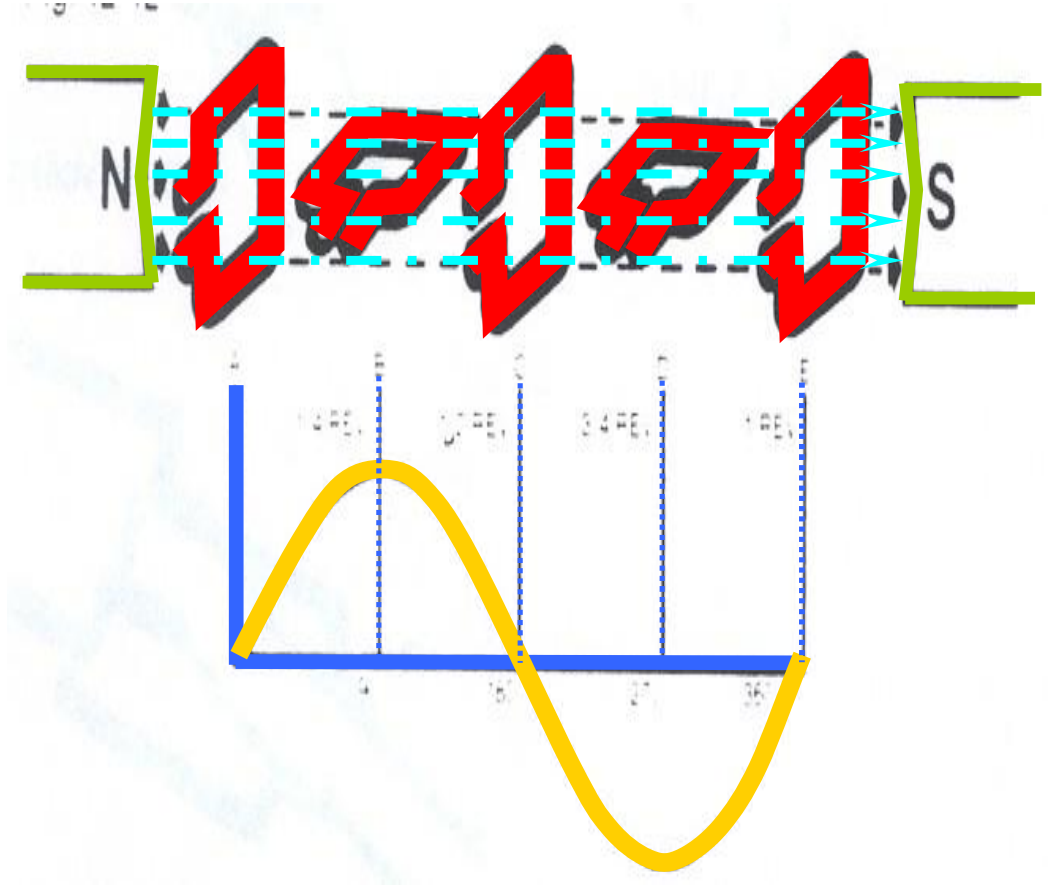
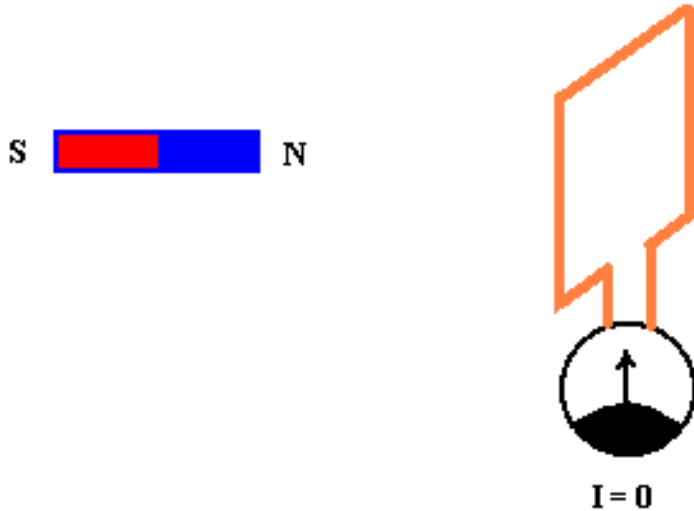
- Elektronların , uygulanan voltaj sonucu hareket etmesi, elektron akışı
- Ölçme Cihazı : Ampermetre
- 1 Amper : $6,28 \times 10^{18}$ elektron /sn



1. Temel Elektrik Bilgisi

Faraday Kanunu :

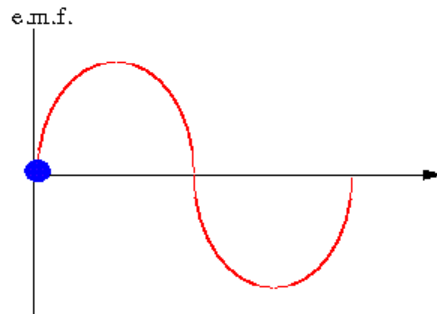
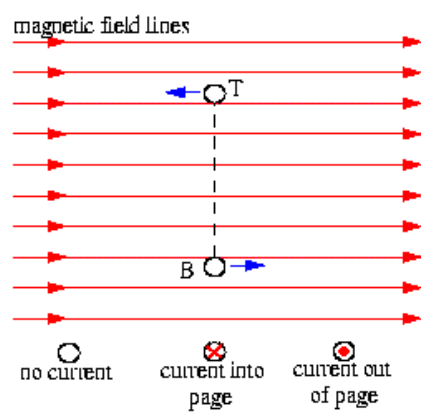
Magnetik alan içinde hareket eden iletken telin 2 ucu arasında potansiyel fark (voltaj) oluşur.



1. Temel Elektrik Bilgisi

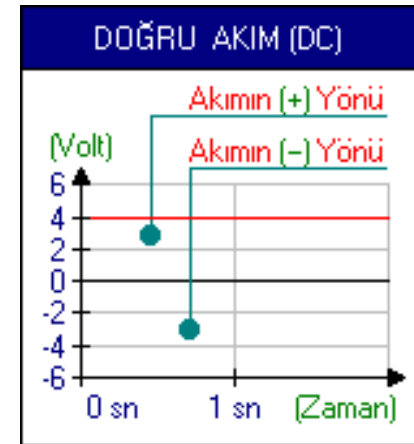
• Alternatif Akım (AC) :

Zamana bağılı olarak yönü ve şiddeti değişen akımdır.



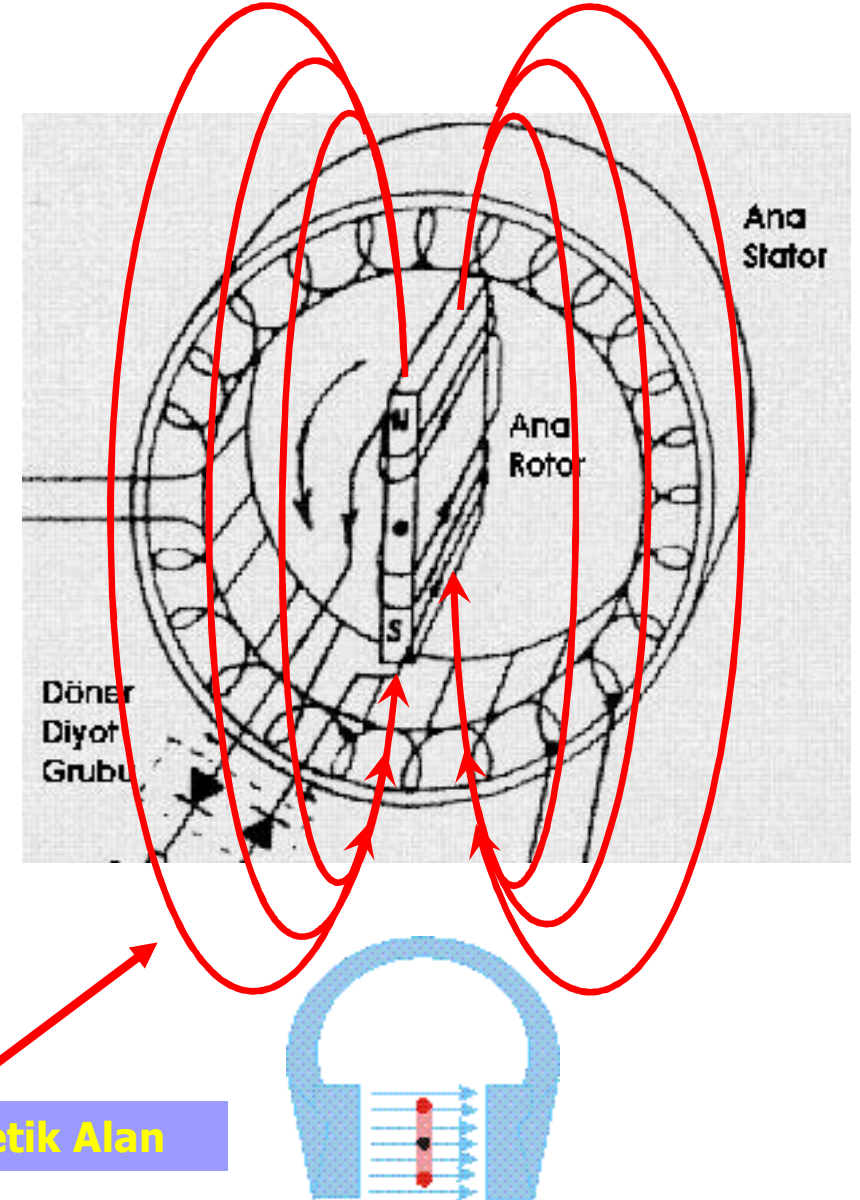
• Doğru Akım (DC) :

Zamana bağılı olarak yönü ve şiddeti değişmeyen akımdır.



2. Alternatörlerin Çalışma Prensipleri

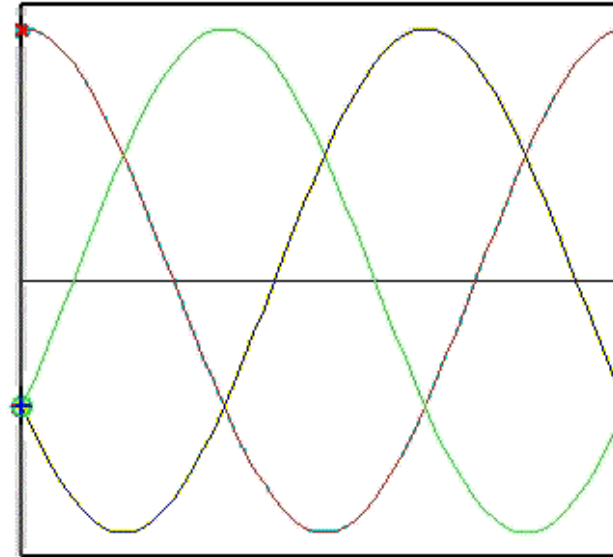
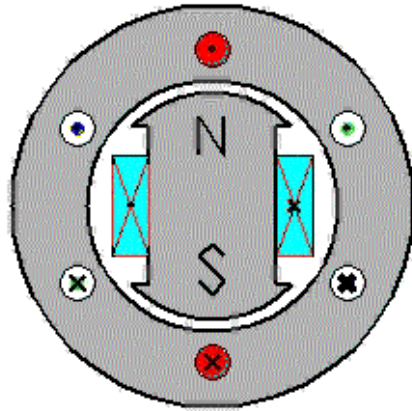
Motorun marşlanması ile dönmeye başlayan alternatörün ana rotoru, üzerinde ki mevcut kalıcı mıknatıslığın oluşturduğu magnetik alan, stator sargılarını içine alarak dönmeye başlar.



2. Alternatörlerin Çalışma Prensipleri

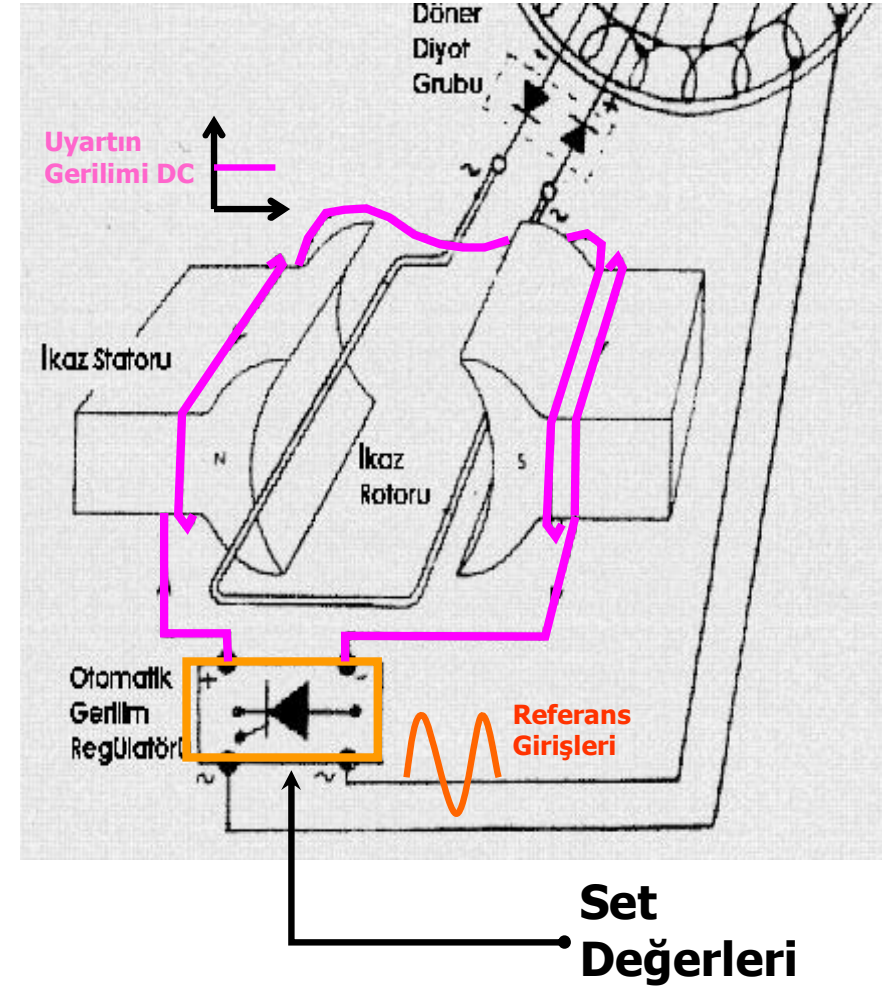
- Sargıları keserek dönen magnetik alan, stator sargılarının uçlarında bir AC gerilim endüklenmesine neden olur.

ALTERNATOR



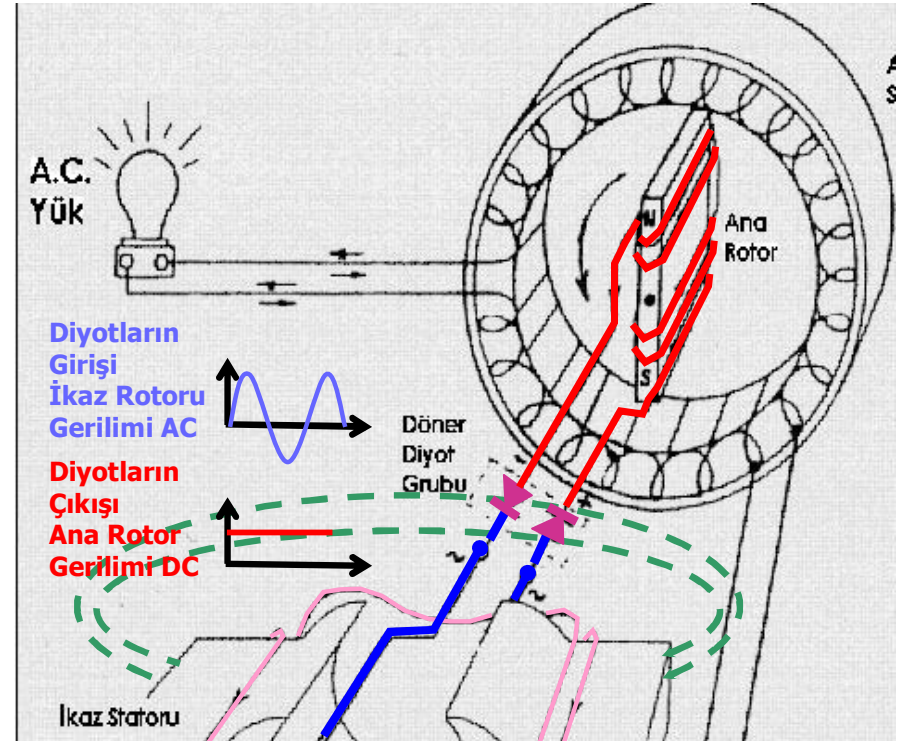
2. Alternatörlerin Çalışma Prensipleri

- Ana statorda endüklenen gerilim referans olarak voltaj regülatörü tarafından algılanır
- Regülatörün set değerleri ile karşılaştırılır (400Vac,50Hz)
- Aradaki farkla orantılı olarak regülatörün uyarım uçlarıyla ikaz statoruna ikaz voltajı (V_{dc}) uygulanır

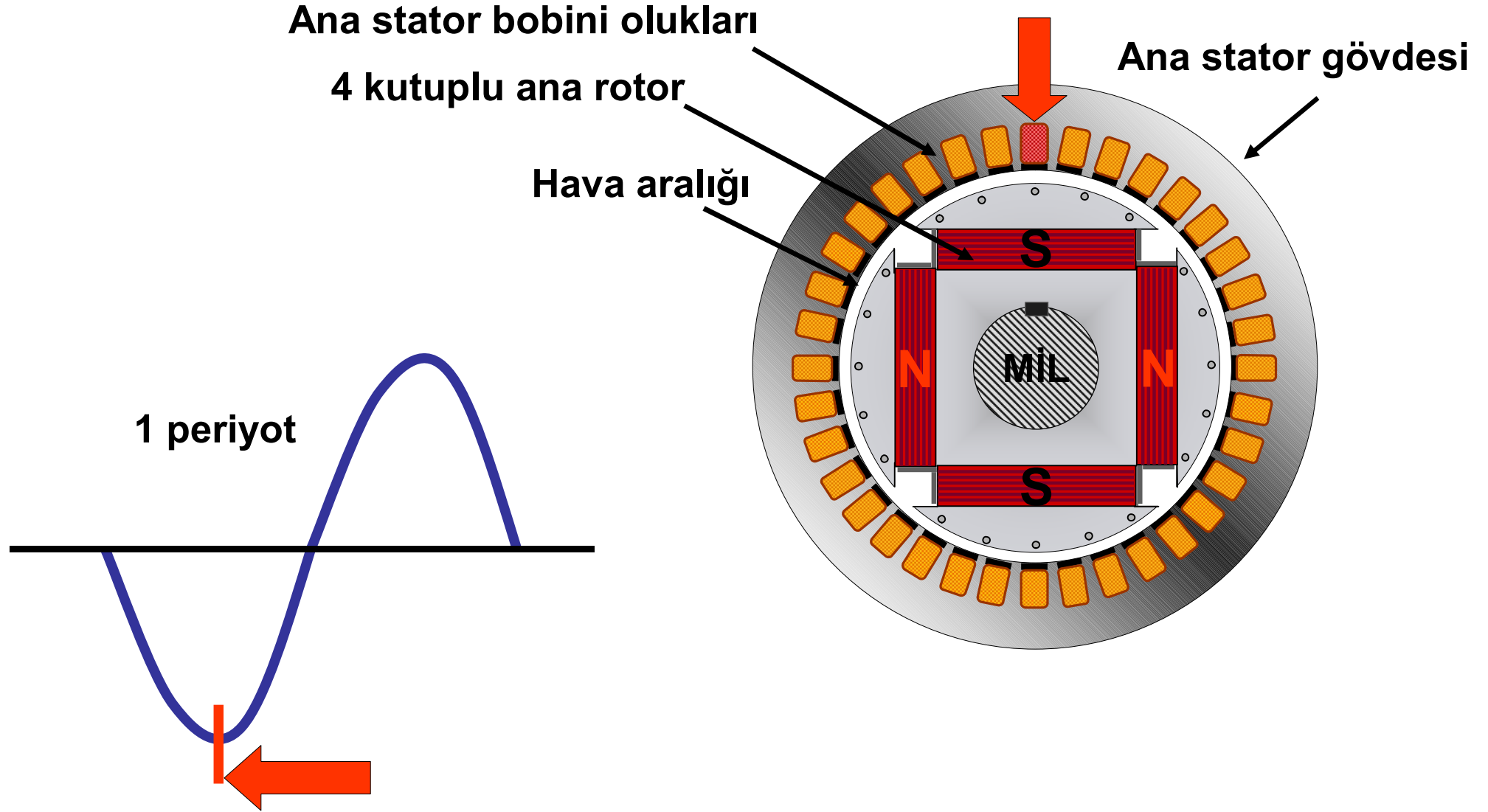


2. Alternatörlerin Çalışma Prensibi

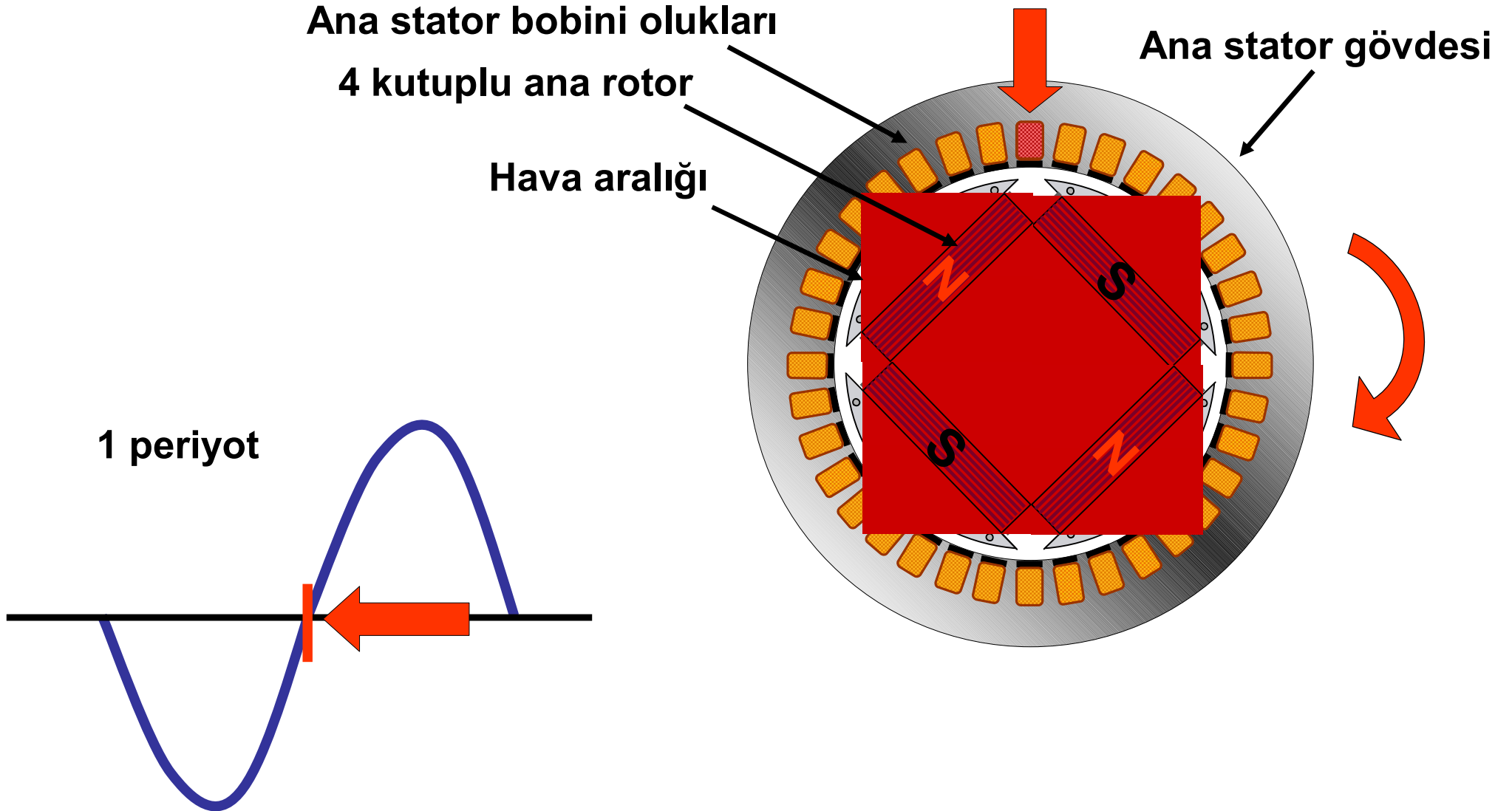
- Döner diyot plakasında ki diyotlar, ikaz rotorunda endüklenen AC gerilimi, ana rotordaki kalıcı mıknatıslığı arttırabilmesi için DC gerilime dönüştürür.
- DC gerilime dönüştürülen ikaz rotoru voltajı ana rotor sargılarına uygulanır.



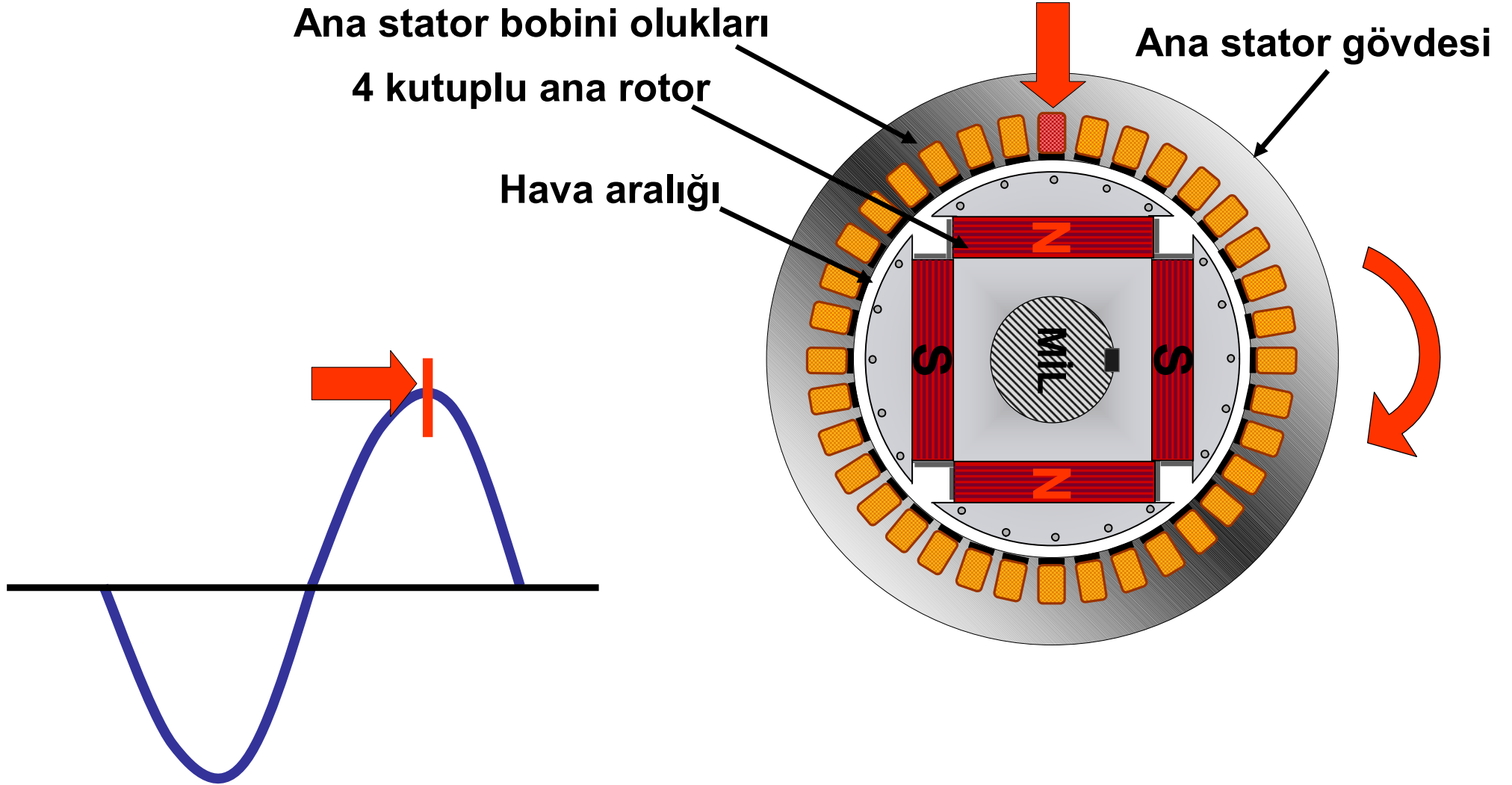
2. Alternatörlerin Çalışma Prensibi



2. Alternatörlerin Çalışma Prensibi



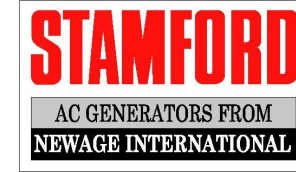
2. Alternatörlerin Çalışma Prensibi



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Kullandığımız Alternatörler :

Stamford / İngiltere
(12 uçlu)



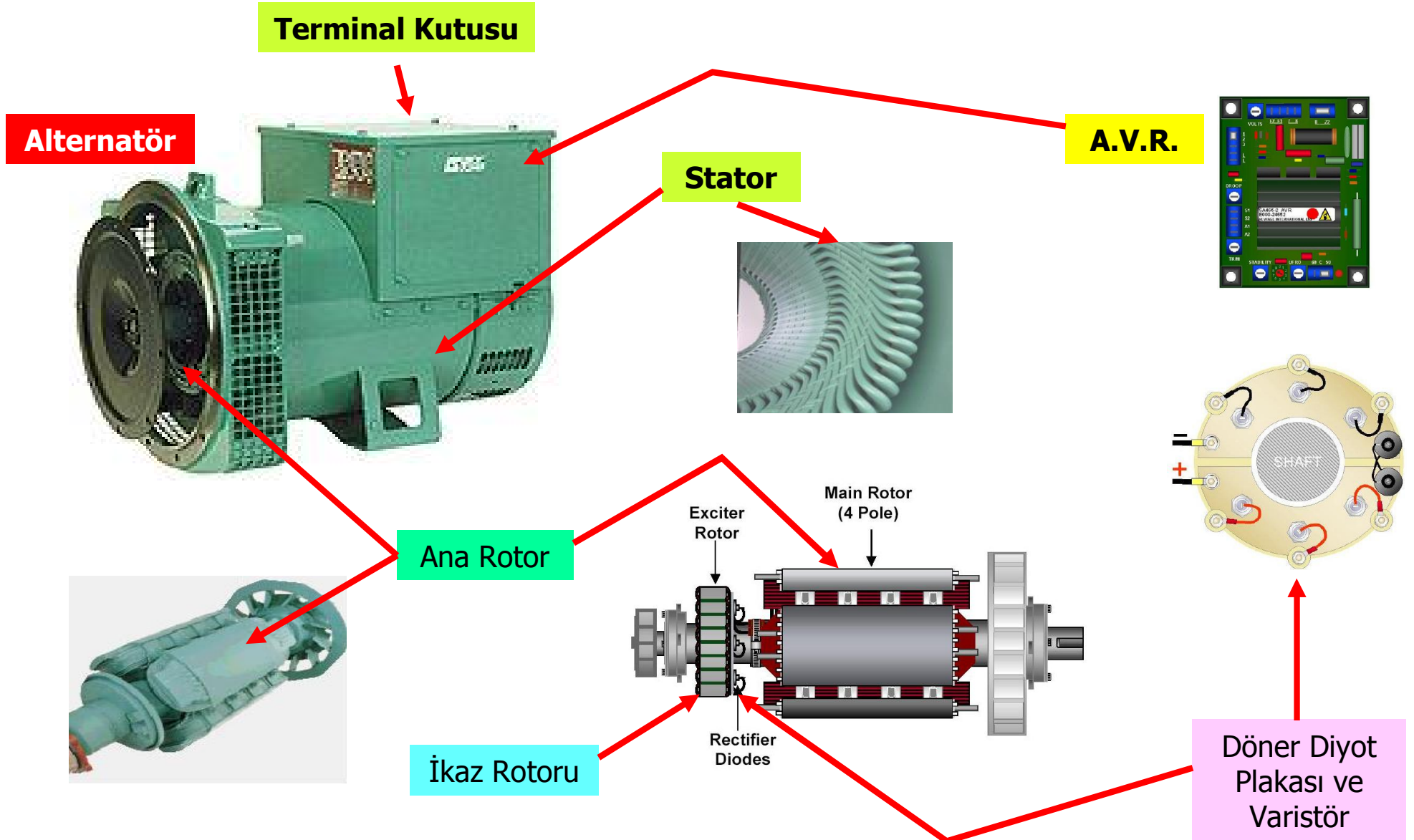
Mecc-Alte Spa / İtalya
ECO 28 hariç ECO serisi 12 uçlu



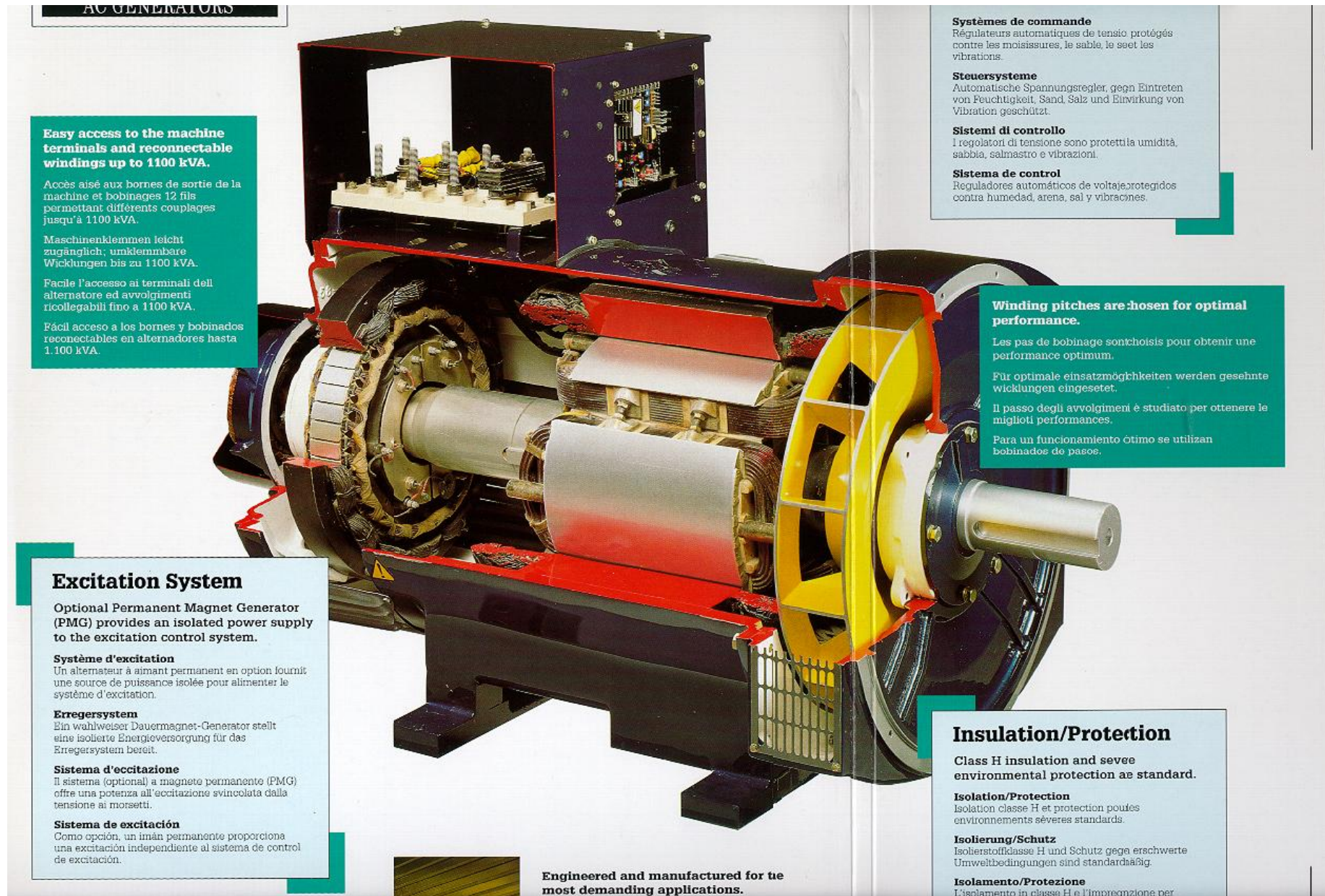
Leroy-Somer / Fransa



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

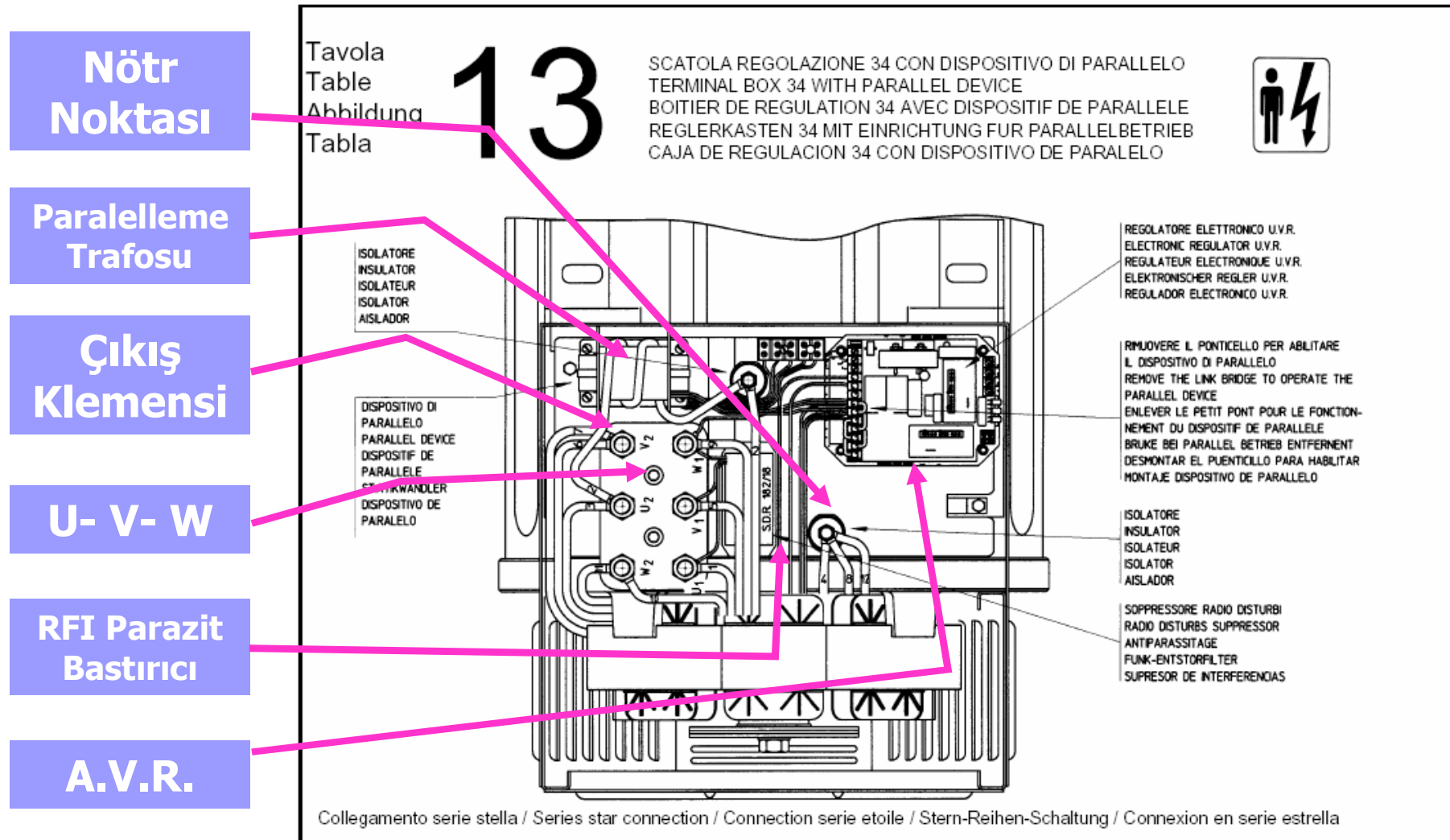


3. Alternatör Parçaları ve Görevleri



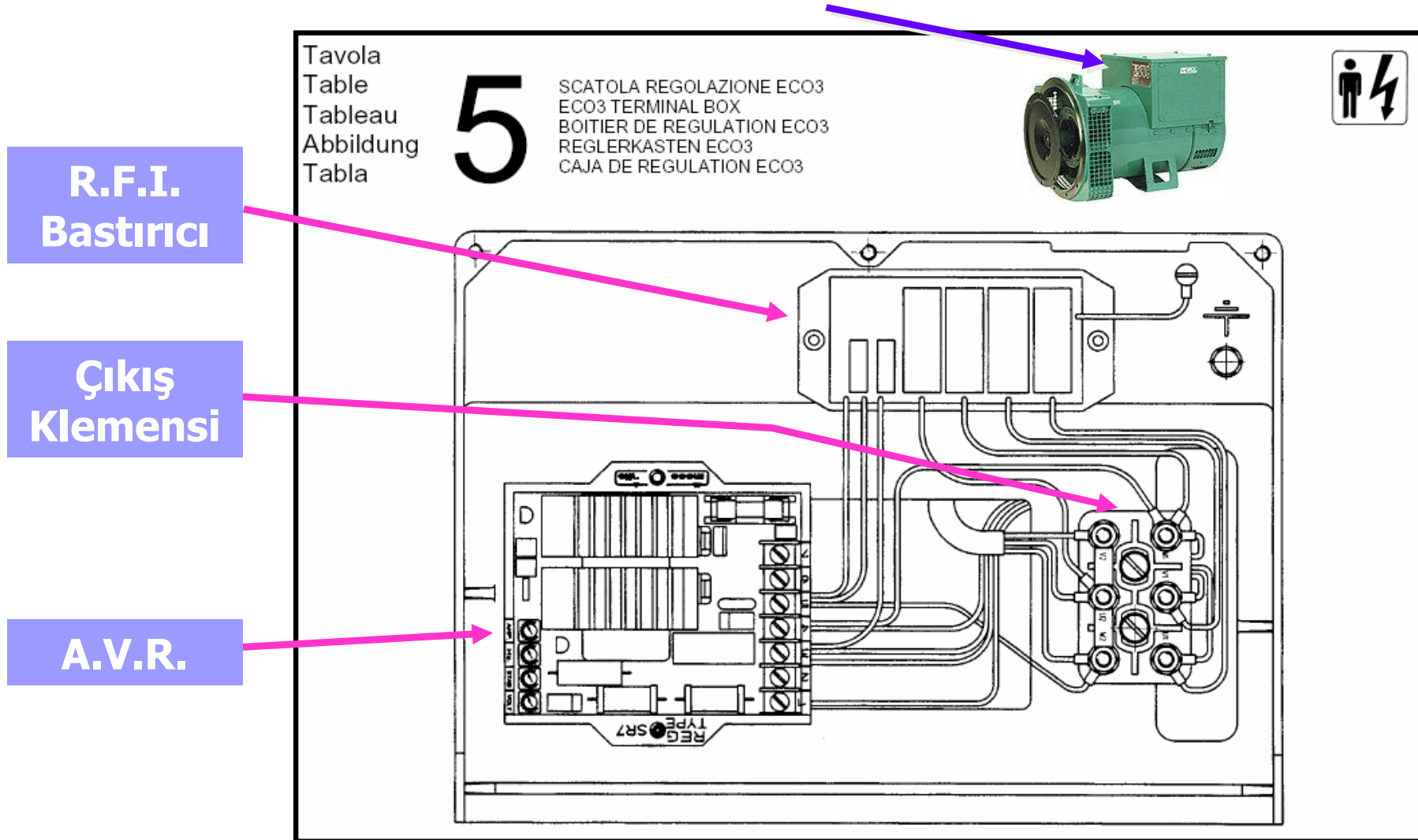
3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Terminal Kutusu (Mecc Alte ECO 34)



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

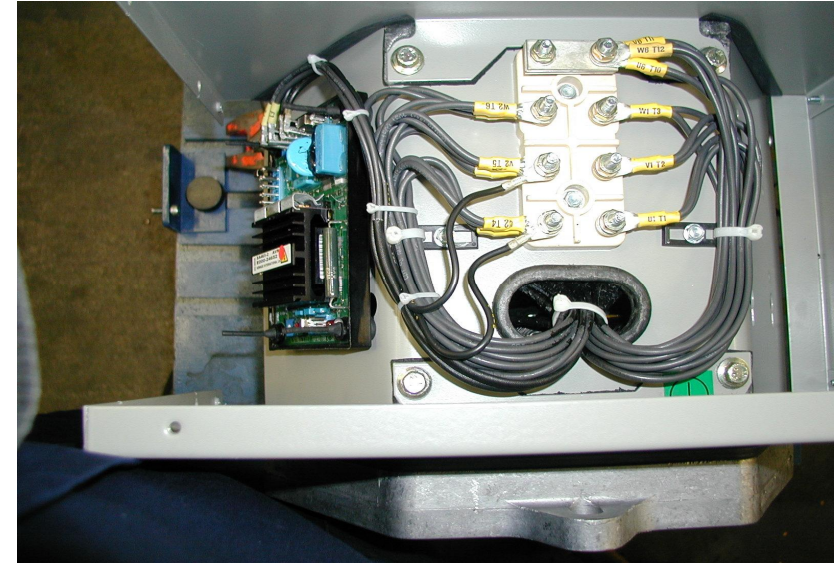
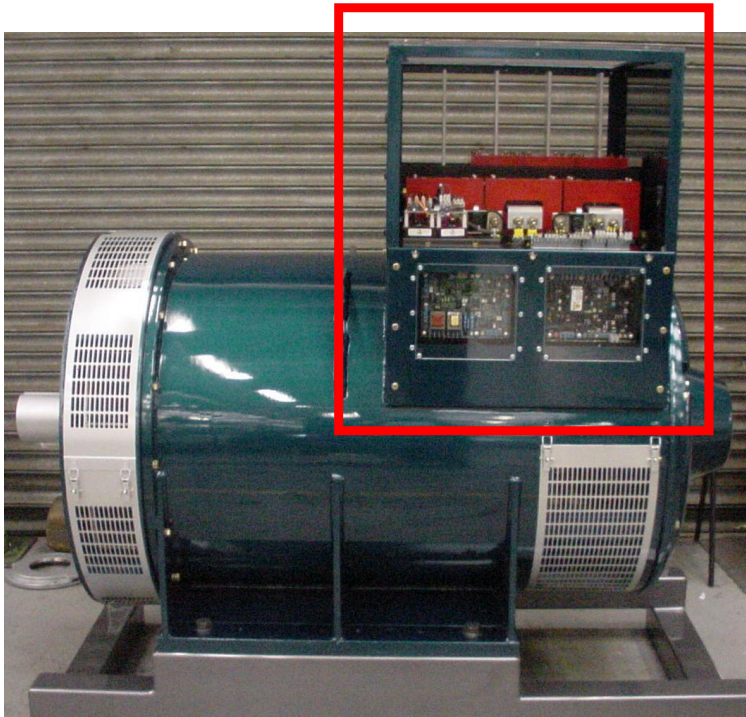
Terminal Kutusu (Mecc Alte ECO 3)



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Terminal Kutusu (Stamford P7 Serisi) :

Terminal Kutusu



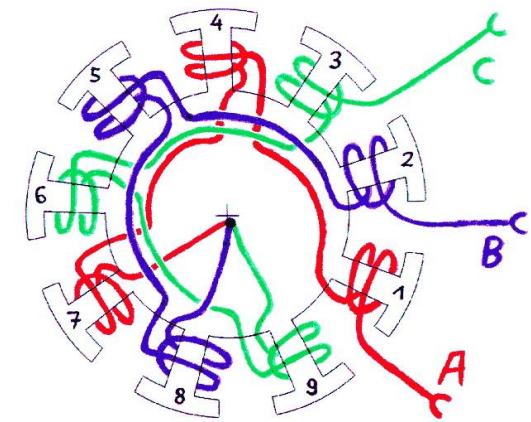
3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Ana Stator :

- Ana stator, düşük kayıplı silisli çelik saçlardan imal edilmiş, kaburgalarla desteklenerek, çelik gövde içine çakılmıştır.



- Stator olukları, dalga formundaki distorsiyonları minimum seviyede tutacak şekilde tasarlanmış ve ana stator sargıları, dalga şeklini bozan harmonikleri engelleyecek şekilde kısa adım olarak yerleştirilmiştir.



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Ana Rotor :

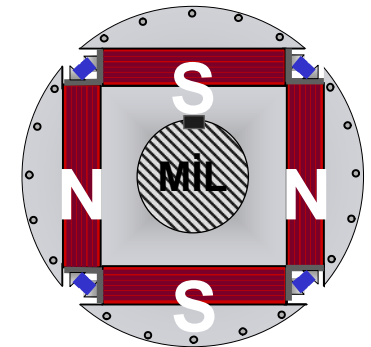
- Ana rotor çıkık kutuplu olarak dizayn edilir. Paralel çalışma ve dengesiz yükler için ana rotora standart olarak damper kafesleri yerleştirilmiştir.
- Rotoru mıknatıslamak için gereken güç dışarıdan, bir başka makina ile sağlanır. Bu uyarıcı, çoğunlukla aynı şaft üzerinde yer alır ve alternatörün rotoru ile aynı hızla döner (uyartım statoru-rotoru).



2 Kutuplu

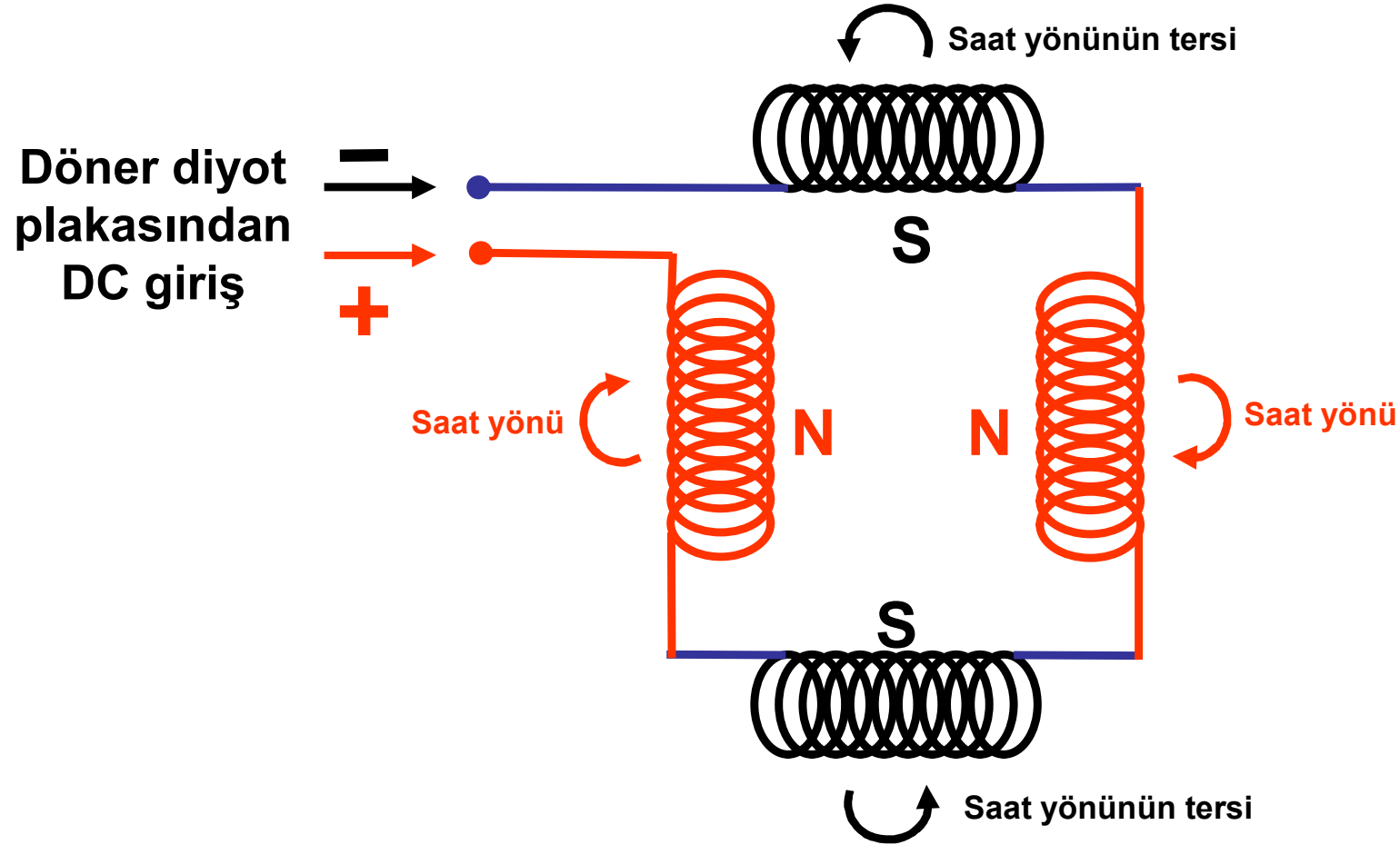


4 Kutuplu



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

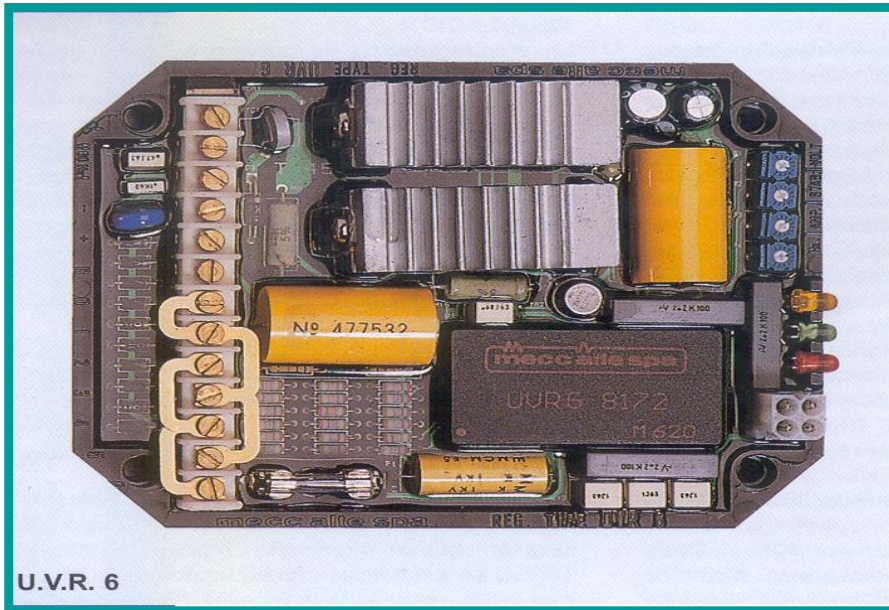
Ana Rotor Sargı Yapısı :



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Voltaj Regülatörü (AVR) :

- Yükte meydana gelen değişimlerin neticesinde ortaya çıkan kayıpların aynı anda ikaza voltaj verilerek (ikazın voltajı, dolayısıyla akımının arttırılması) karşılanması ve böylece alternatörün çıkışının sabit tutulması için yapılan işleme regülasyon denir.

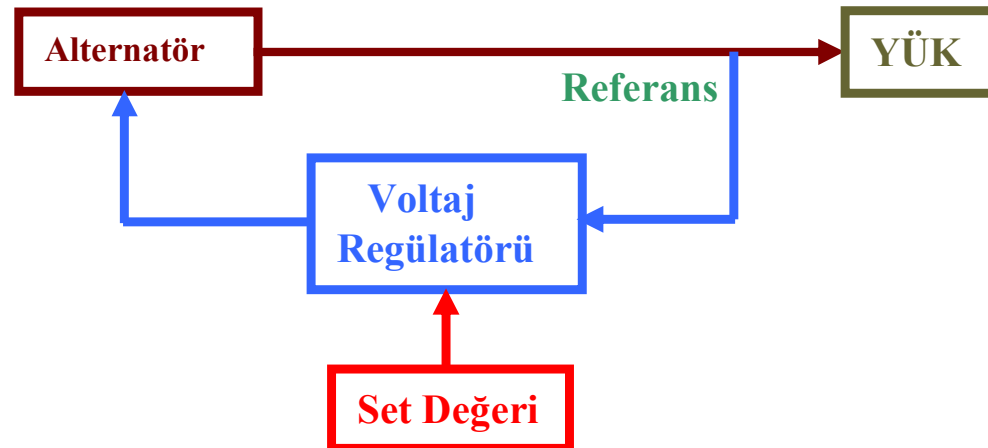


**Elektronik Voltaj Regülatörü
(UVR 6 Mecc Alte)**

3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Voltaj Regülatörü (AVR) :

- Sistem üzerine, ayar edilen büyüklük tarafından etki yapan ayar devresi vardır. Bu kapalı bir devredir. Sistemde meydana gelen, istenmeyen değişiklikleri sürekli kontrol ederek oluşan sapmaları sisteme etki ederek anında mümkün olduğu oranda düzeltmeye çalışır.



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Kullanılan Voltaj Regülatörleri :

Mecc Alte

- SR 7
- UVR 6

Stamford

- SX 460 SX 440 SX 421 SA 465

S : Self excited

- MX 341 MX 321 MA 325

M : Permanent Magnet Generator

3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Mecc Alte UVR6 Voltaj Regülatörü Teknik Özellikleri :

- Besleme 170-270 Vac (+ ile 2)
- 3 faz veya 1 faz referans alabilme özelliği
- Neme ve vibrasyona dayanıklı
- Maksimum voltaj düşümü %15
- Voltaj-Stabilite ayarlama imkanı
- Düşük frekans-aşırı akım koruması

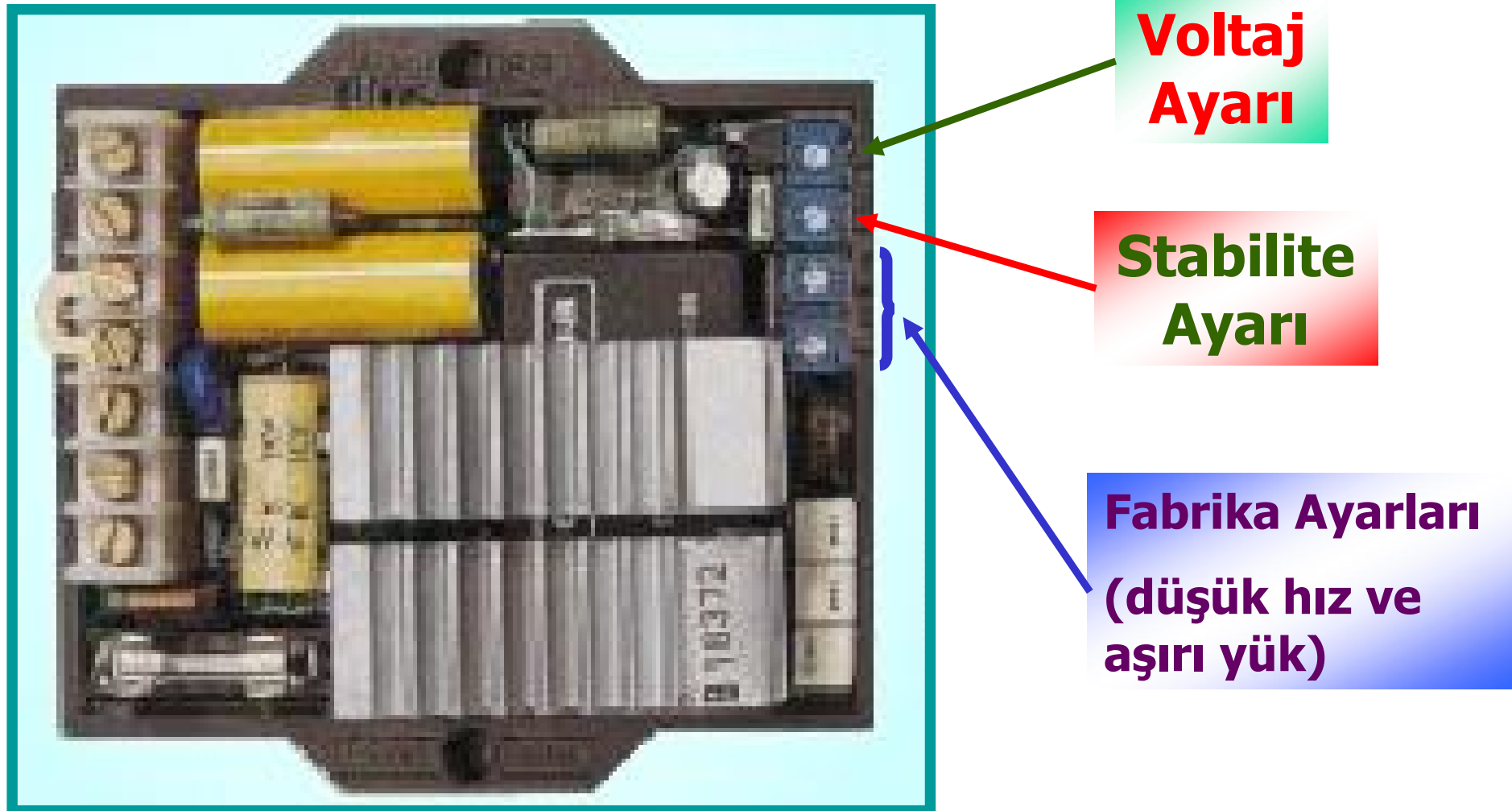
Gecikmeli aşırı akım koruması  **Sarı Led**

Düşük frekans koruması  **Kırmızı Led**

Normal Çalışma  **Yeşil Led**

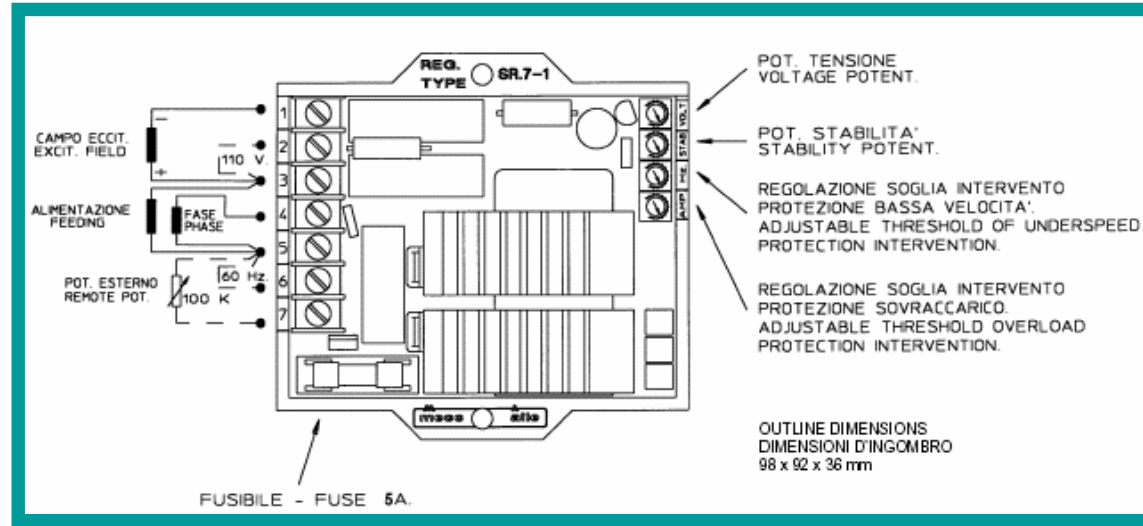
3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Mecc Alte SR7/2 Voltaj Regülatörü Ayar Potansiyometreleri :



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Mecc Alte SR7/2 Voltaj Regülatörü Terminal Bağlantıları :



Terminal 1 : Uyartım sargısı negatif (-) ucu.

Terminal 2 : Eğer SR7/2 regülatör beslemesi 160 Vac'den az olarsa 3. Terminale köprülenmesi gerekir.

Terminal 3 : Uyartım sargısı pozitif (+) ucu ve regülatör beslemesi.

Terminal 4 : Regülatör referans voltajı.

Terminal 5 : Regülatör beslemesi ortak ucu (common), regülatör referans voltajı ve harici potansiyometre bağlantısı.

Terminal 6 : 60 Hz için 5. Terminale köprülenmesi gerekir.

Terminal 7 : Harici potansiyometre bağlantısı.

3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Stamford SX440 Voltaj Regülatörü Teknik Özellikleri :

- Besleme voltajı 170-250 Vac
- Frekans 50-60 Hz nominal
- Çıkış voltajı max. 90 Vdc
(207 Vac input)
- Çıkış akımı 4 A DC
(max. 10 saniye 6 A DC)
- Regülasyon $\pm \% 1$
- Çalışma sıcaklığı $-40^{\circ}\text{C} - +70^{\circ}\text{C}$

3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Stamford MX321 Voltaj Regülatörü Terminal Bağlantıları :

➤ Volts:

Jeneratör çıkış voltajı ayarlanır.

➤ Stability:

Voltaj salınımının olmasını önler, kararlı hale gelme süresini ayarlar.

➤ Stability Selection:

En uygun voltaj geçişinin sağlanması içindir.

➤ UFRO:

Düşük frekans koruma sınırı ayarlanması.

➤ Frequency Selection:

UFRO korumasının düzgün çalışmasının sağlanması içindir.

➤ Droop:

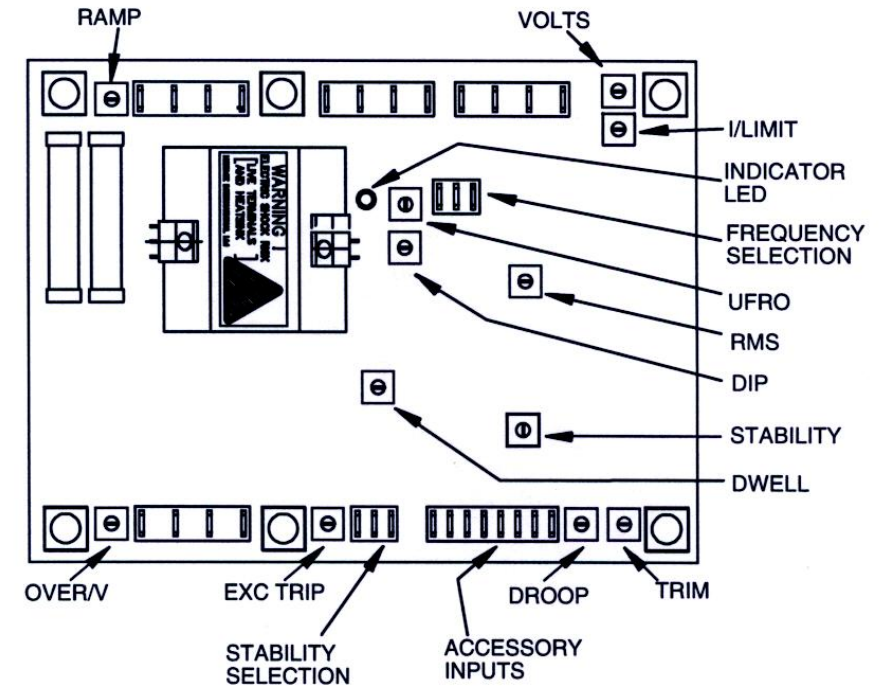
İzin verilen voltaj düşümü (tam yükte %5).

➤ Trim:

Regülatör girişi ile aksesuar çıkışını karşılaştırmak için.

➤ Exc Trip :

Aşırı uyartım kesme seviyesi (X-XX Terminalleri arasında 75Vdc - %5, 8-15 sn gecikmeli).



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Stamford MX321 Voltaj Regülatörü Terminal Bağlantıları :

➤ DIP:

Frekans voltaj eğrisinin ayarlanması.

➤ Over/V:

AVR' ye referans giriş voltajının kaybolması-kesilmesi durumunda uyarım voltajını keser (E1-E0 terminalleri arasında 300 Vac, 8-15 sn gecikmeli).

➤ I-Limit:

Maksimum kısa devre akımı.

➤ Dwell:

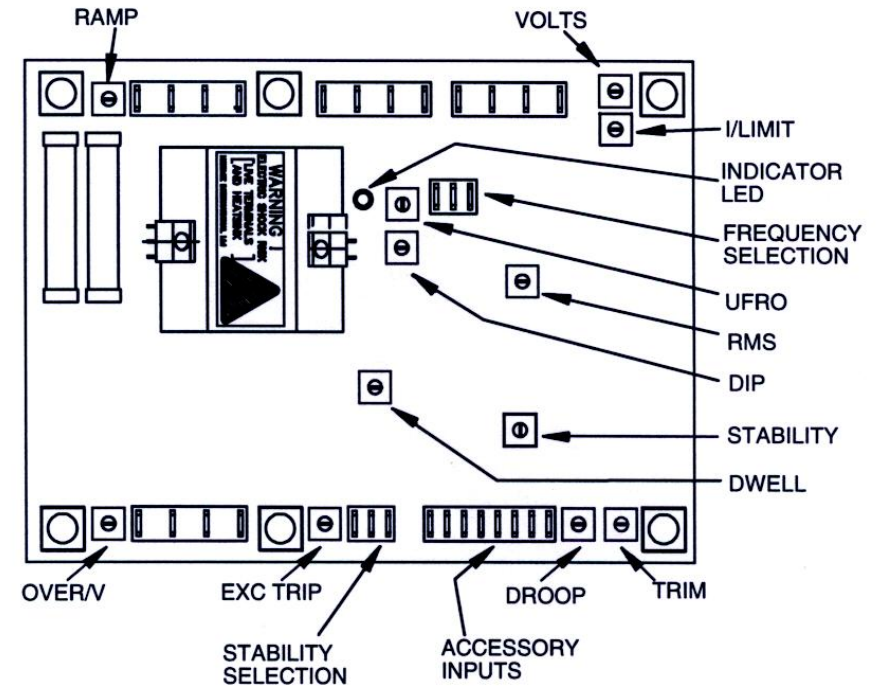
Tam yük uygulandıktan sonraki voltaj toparlanma süresi.

➤ RMS:

Yükleme.

➤ RAMP:

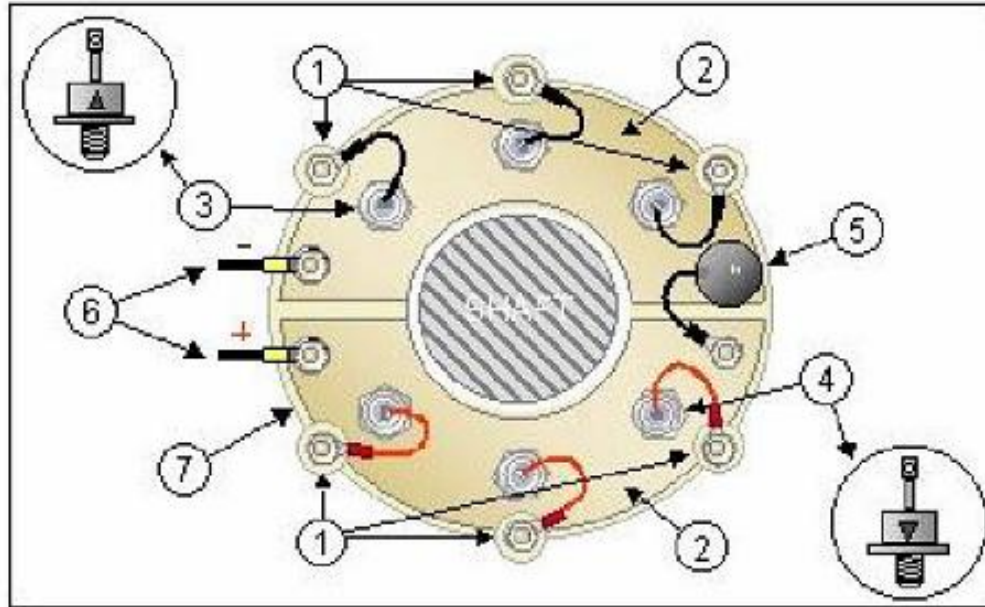
Alternatörün ilk startla beraber çıkış voltajının Nominal değerine ulaşma süresi ayarlanır. Fabrika ayarı 3 sn'dir ve birçok uygulama için yeterlidir. (Full Saat Yönü 4 sn – Full Saatin Ters 0,4 sn).



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Döner Diyot Plakası :

- İkaz rotorunda endüklenen AC gerilimi, ana rotordaki magnetik alanı kuvvetlendirmek için gerekli olan DC gerilime dönüştürürler.
- Döner Diyot Plakası pozitif ve negatif 2 plakaya bölünmüştür ve her bir plakada 3 diyot vardır.



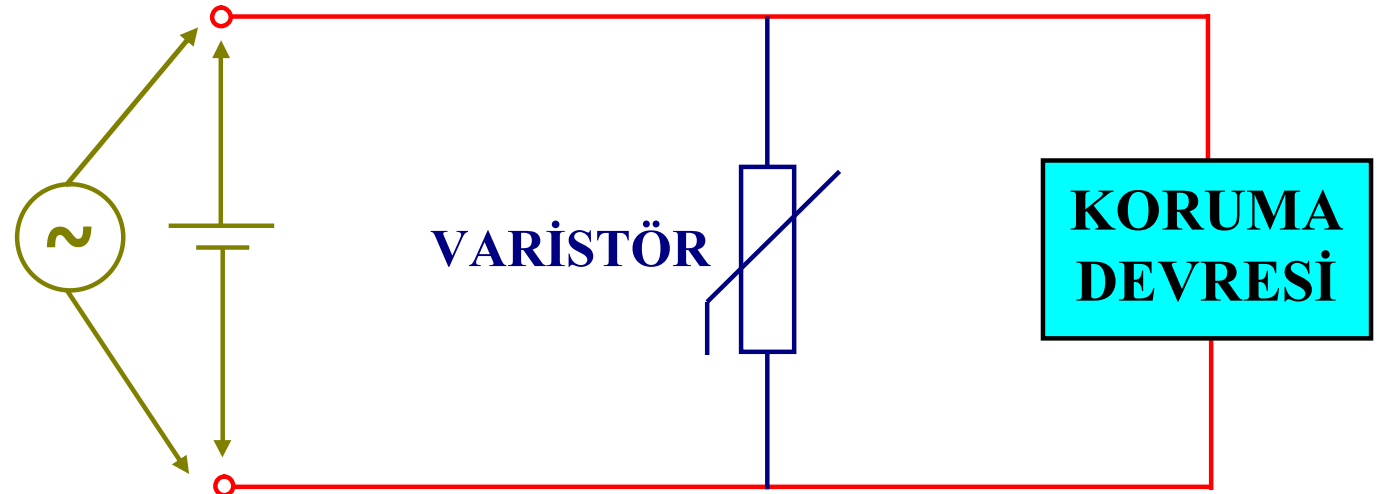
Doğrultucu Bileşenleri

1. AC Giriş
2. Doğrultucu Plaka
3. Diyodlar – 3 x Negatif
4. Diyodlar – 3 x Pozitif
5. Varistör
6. Ana Rotor DC Çıkışlar
7. Doğrultucu Plaka

3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Varistör :

- Stator sargısındaki yüksek ters geçiş voltajlarına karşı diyotları hasarlardan koruyan, 2 doğrultucu plaka arasına bağlanmış, metal-oksit alaşımlı devre elemanıdır.
- Varistör polaritesizdir ve sıradan bir OHM metre ile ölçüldüğünde her iki yönde de sonsuza yakın bir değer göstermelidir.



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

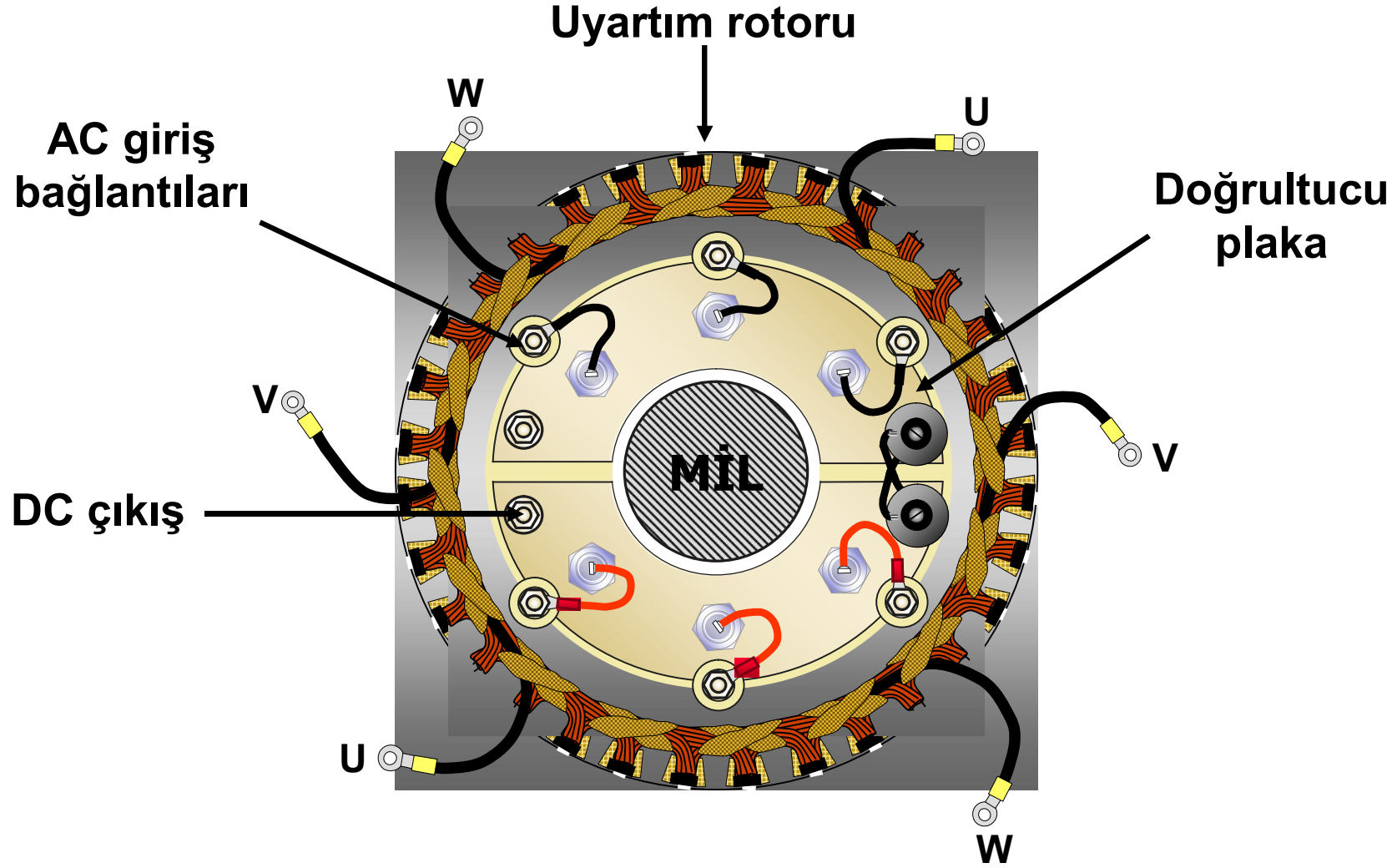
Uyartım Statoru ve Rotoru:

- Uyartım (ikaz) statoru, voltaj regülatöründen gelen DC sinyal (10-15 volt) ile uyartım rotoru için gerekli mıknatıslanmanın oluşmasını sağlar.
- İkaz rotorunda oluşan AC gerilim, döner diyot plakasından ve varistör üzerinden geçerek DC gerilime dönüştürülür. Ana rotor için gerekli mıknatıslanma akımı sağlanmış olur.



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

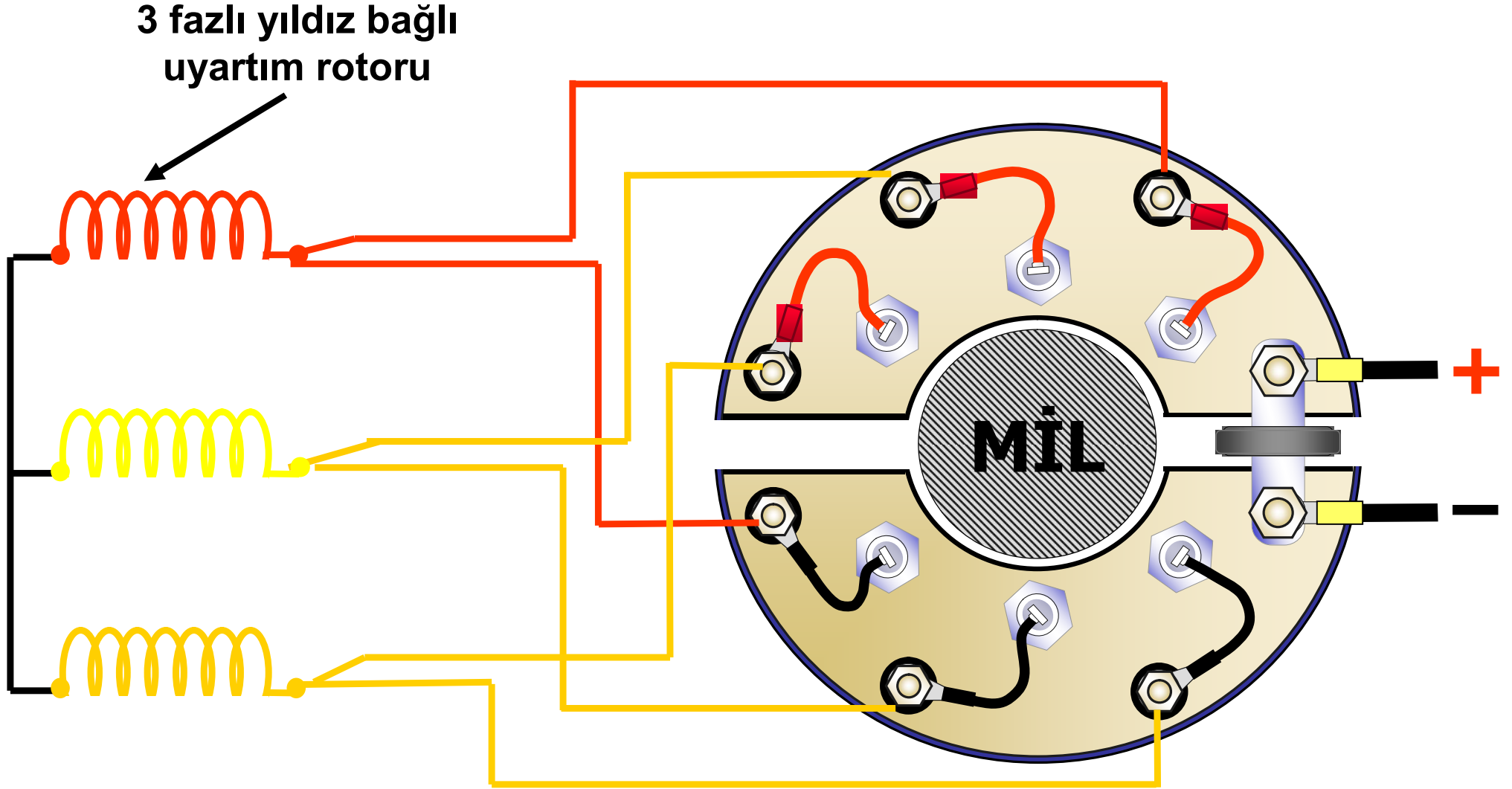
Uyartım Rotoru & Doğrultucu Plaka Montajı :



- Doğrultucu plaka, uyartım rotoru içine yerleştirilir.

3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

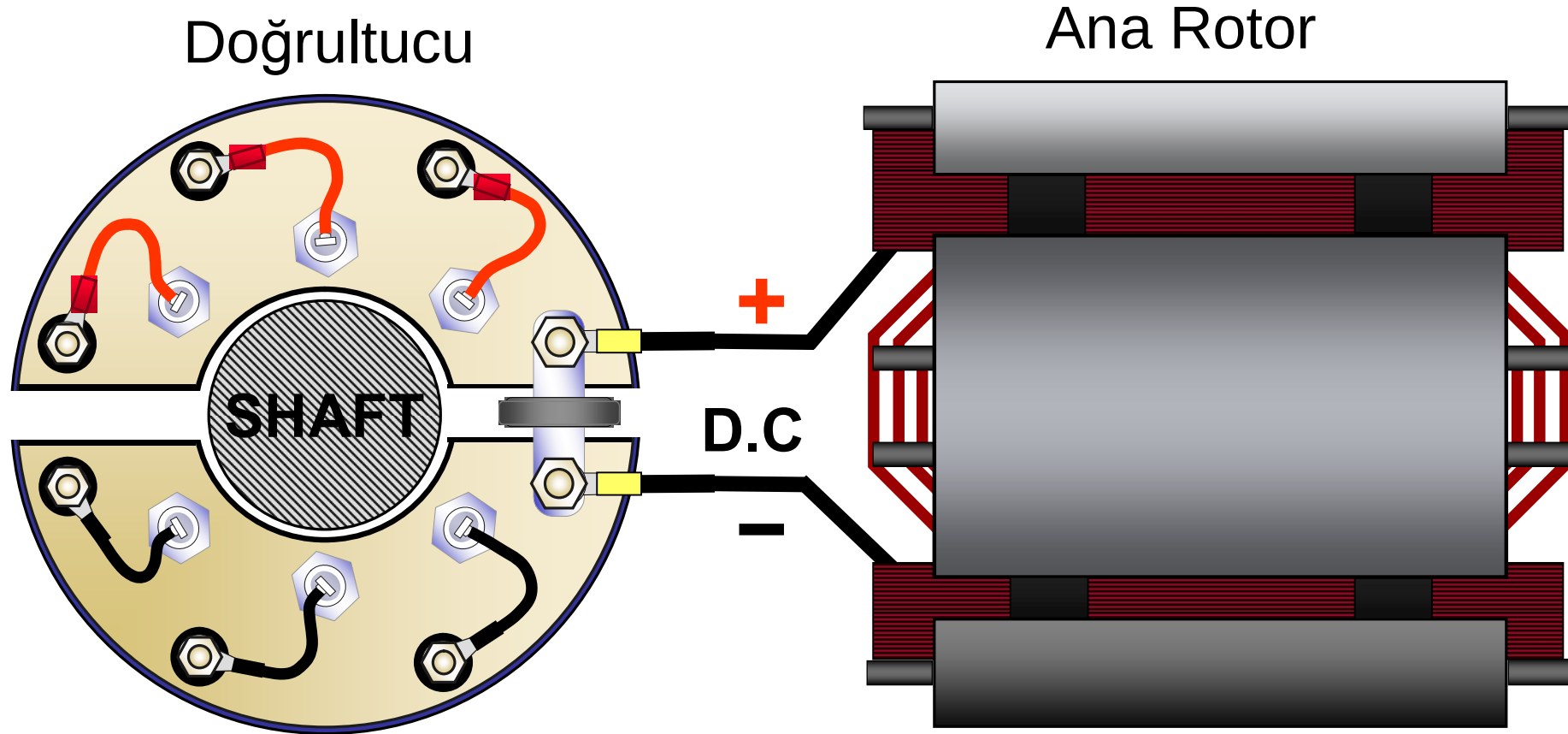
Uyartım Rotoru & Doğrultucu Plaka Bağlantıları :



- Her bir faz bir diyotun pozitif ve negatif uçlarına bağlıdır.

3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Ana Rotor & Doğrultucu Bağlantısı :



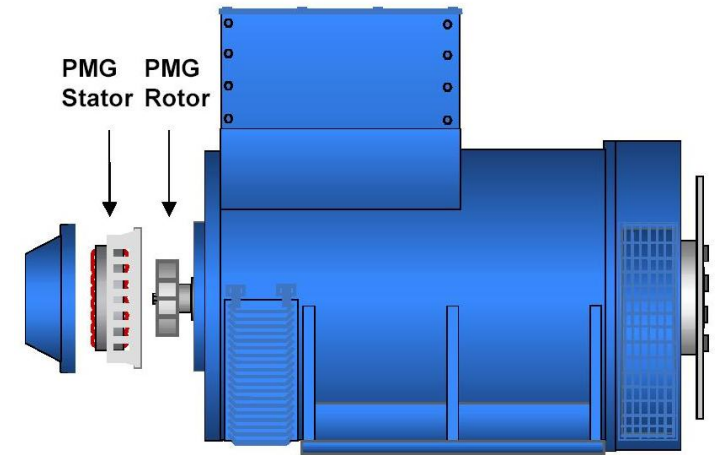
- Doğrultucu DC çıkışları ana rotor sargılarını besler.

3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Voltaj Regülatörü Besleme Düzenekleri :

PMG

- Voltaj regülatörünün beslenmesi için gerekli AC gerilimi üretir. Alternatör miline bağlı, bağımsız bir AC üreteç sistemidir.
- Jeneratör terminallerinde ki RFI (radyo frekans parazitleri) seviyelerini azaltır, çünkü AVR beslemesi ana statordan yapılmaz.
- Kısa devre akımlarına dayanabilir çünkü AVR ve ikaz devrelerinin ayrı besleme devreleri vardır.
- Lineer olmayan yüklerde stabiliteyi korur çünkü statordaki değişiklikler AVR beslemesini etkilemez.
- Aksa'da kullanılan alternatörler içerisinde, Stamford (880 kVA ve yukarısı) ve Leroy-Somer markalarda PMG mevcuttur.



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Voltaj Regülatörü Besleme Düzenekleri :

AREP

Voltaj regülatörünün beslemesi için gerekli AC gerilimin üretilmesi amacıyla, ana stator sargıları arasına yerleştirilmiş yardımcı sargı sistemidir.

Yardımcı sargılar ince kesitli olup omik direnci ana sargıya göre daha fazladır ve üst kata yerleştirilir.

Aksa'da kullanılan alternatörler içerisinde, MeccAlte markada AREP sistemi kullanılmaktadır.

Shunt

Voltaj regülatörünün beslemesi için gerekli AC gerilimin direk olarak ana stator sargılarından elde edildiği sistemdir.

3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Voltaj Regülatörü Besleme Düzenekleri :

PMG yada AREP Tercih Edilme Nedenleri :

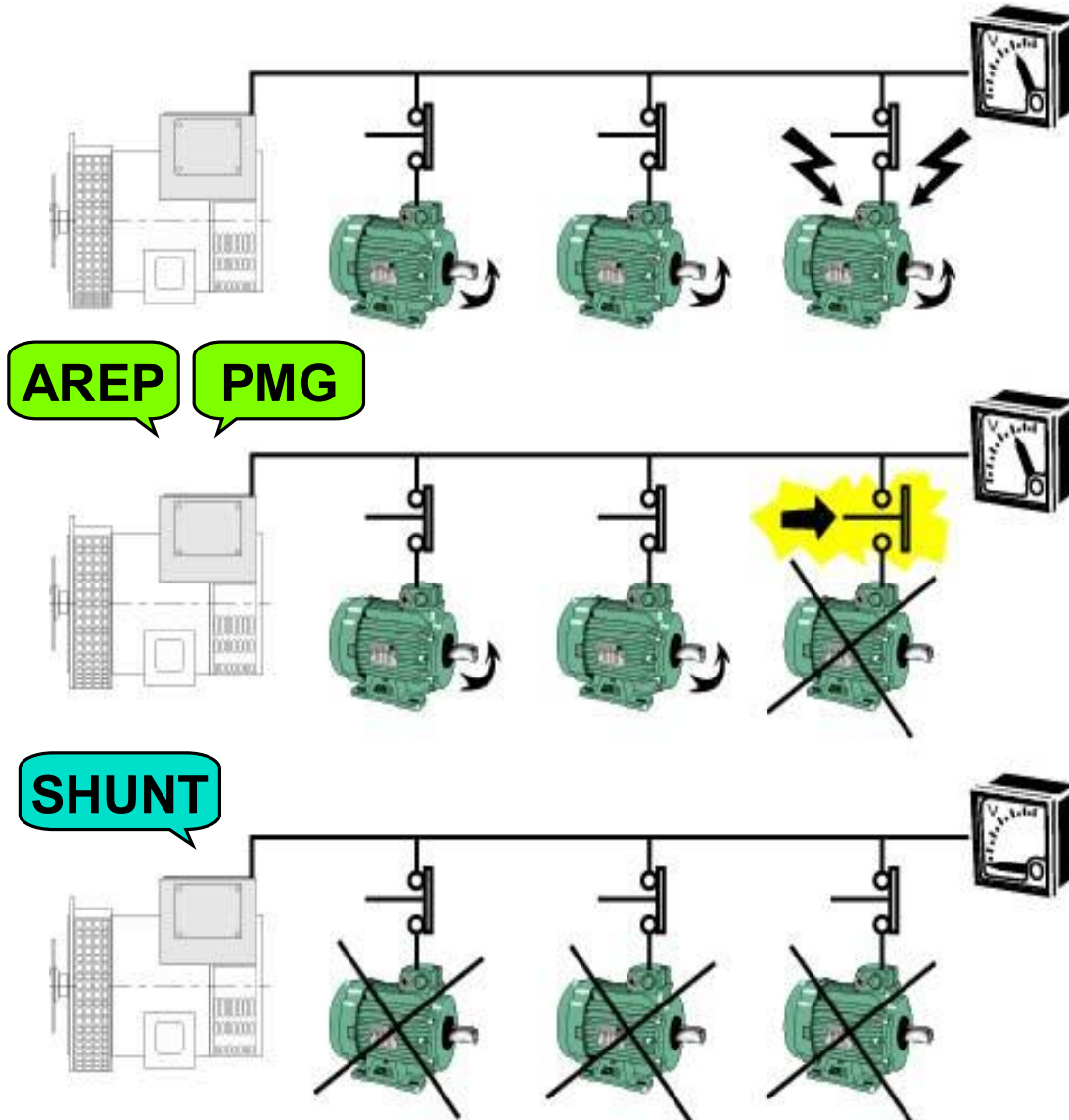
- Enerji kesintilerinin kabul edilmediği yerlerde
- Yüksek harmonikli yüklerin olduğu yerlerde
- Büyük elektrik motorlarının çalıştırıldığı yüklerde
- Marin, hastahane, stand-by çalışmalarda (bazı ülkelerde standart)
- Alternatör boyunun kısa olması istendiği durumlarda (PMG'ye göre AREP)
- Mevcut SHUNT alternatörün geliştirilmek istendiği durumlarda PMG seçilebilir.

SHUNT Tercih Edilme Nedenleri :

- Enerji kesintilerinin kabul edilebildiği devrelerde
- Sadece alternatörün korunduğu devrelerde

3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

PMG, AREP ve Shunt Sistemlerin Yüke Etkisi :



Aşırı akım yada kısa devre durumunda

PMG ve AREP Sistemde :

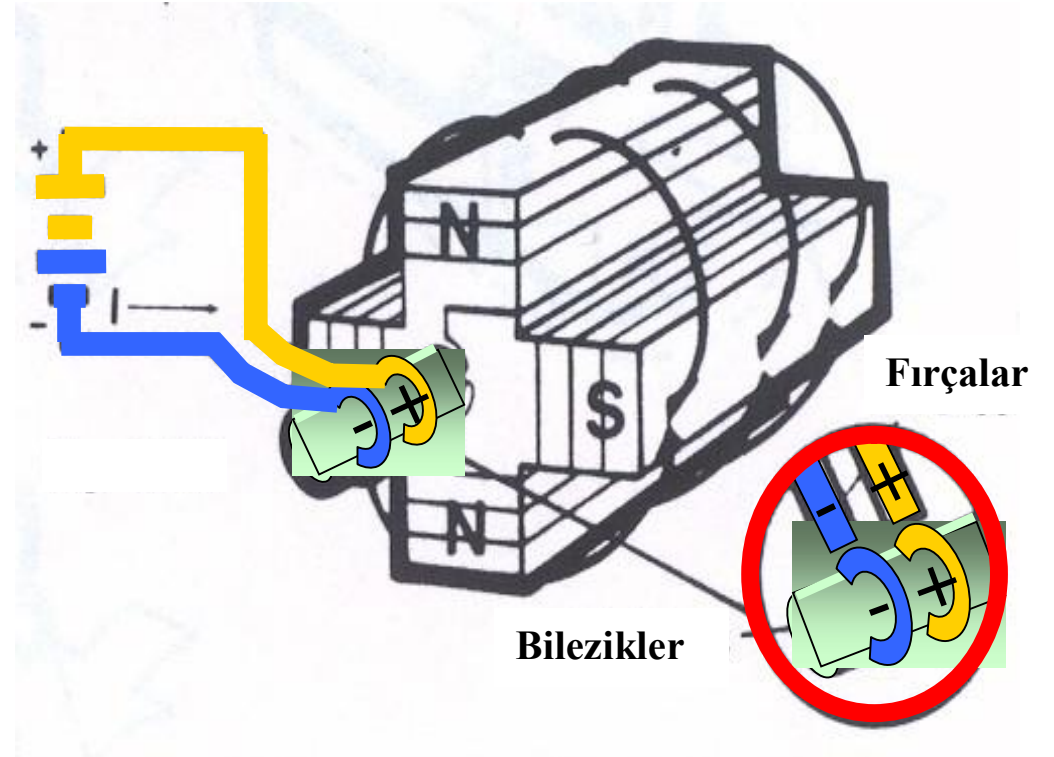
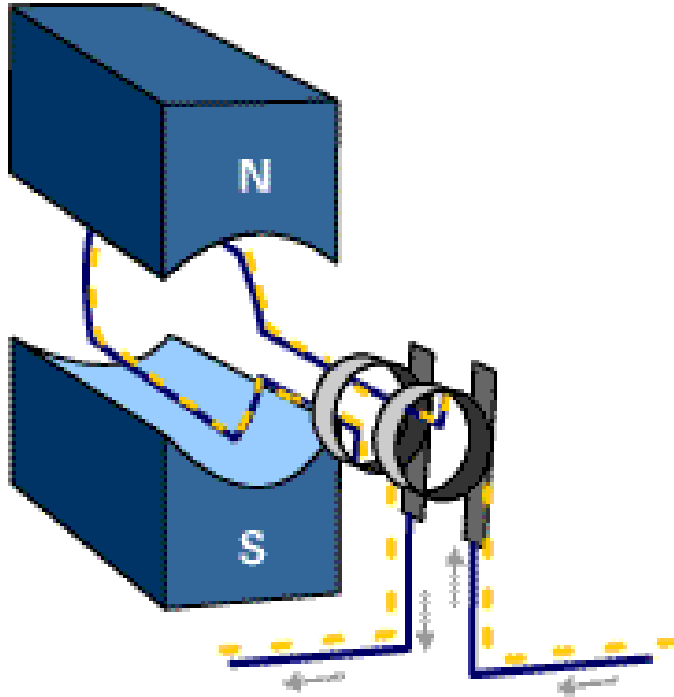
Alternatör yaklaşık 10 sn boyunca aşırı akım – kısa devreye dayanır. Bu sürede ilgili devrenin koruma şalteri açar ve bu sayede diğer devrelerin enerjisi kesilmemiş olur.

Shunt Sistemde :

Alternatör aşırı akıma-kısa devreye dayanamaz ve voltaj çöker. Tüm sistemin enerjisi kesilir.

3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

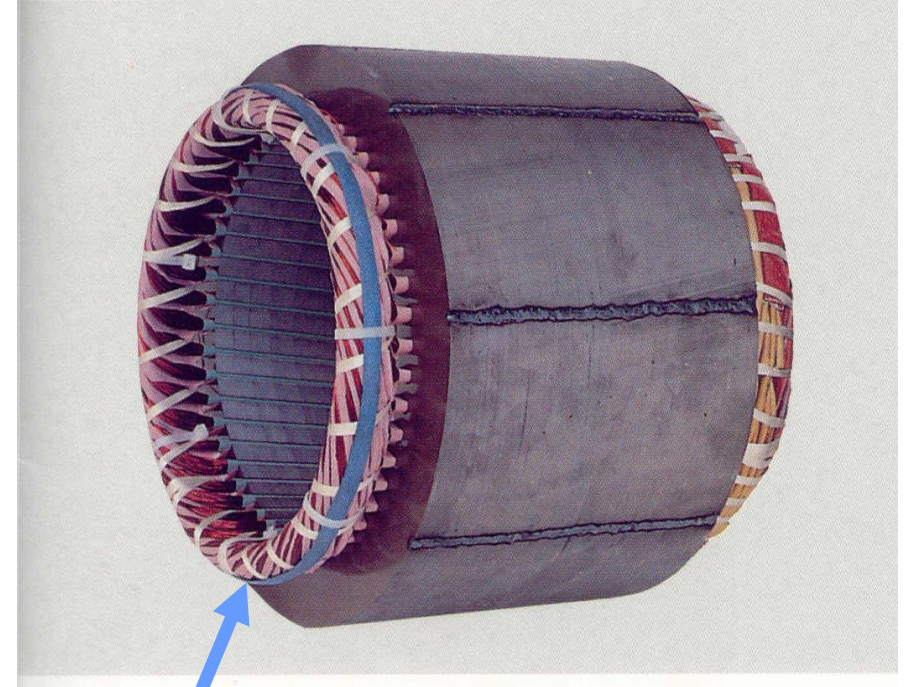
Fırça ve Bilezik Mekanizması :



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Alternatör Sargı Isıtıcıları :

- Alternatör sargılarında oluşabilecek nem, yalıtım direncinin zayıflamasına neden olur. Oluşabilecek nemin sargılara zarar vermemesi için stator sargıları üzerine ısıtıcı bağlanabilir.
- Mecc Alte ECO 3-28-31-32-34-38 serisi için 54W-220V, ECO 40-43-46 için 65W-220V ısıtıcılardan 1 veya 2 adet kullanılabilir (Opsiyonel 50W-110V).

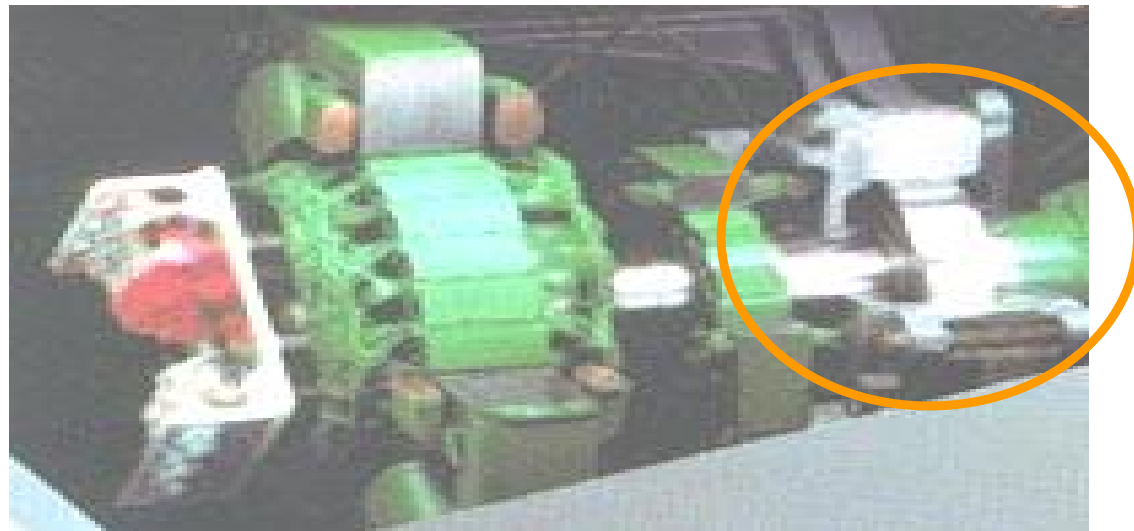


Şerit Isıtıcı

3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Yatak :

- Alternatör miline bağlı olan ekipmanların (ana rotor, uyartım rotoru, PMG rotoru, döner diyot plakası v.b.) ağırlığını üstüne alarak düzgün ve dengeli bir şekilde dönmesini sağlayan mekanik aksamdır.
- Tek yataklı alternatörler, mile bağlı ağırlığın yarısını taşırlar. Diğer yarısı ise motor krank mili arka yatağı tarafından taşınır. Küçük güçlü alternatörlerin hepsi tek yataklıdır (jeneratörlerde kullanılan alternatörlerde tümü tek yataklıdır).
- Çift yataklı alternatörlerde ise, alternatör miline bağlı tüm ağırlık yataklar tarafından taşınır. Barajlar, elektrik santralleri v.b. yerlerde kullanılan büyük güçlü alternatörler çift yataklıdır.



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Fan ve Havalandırma Sacı :

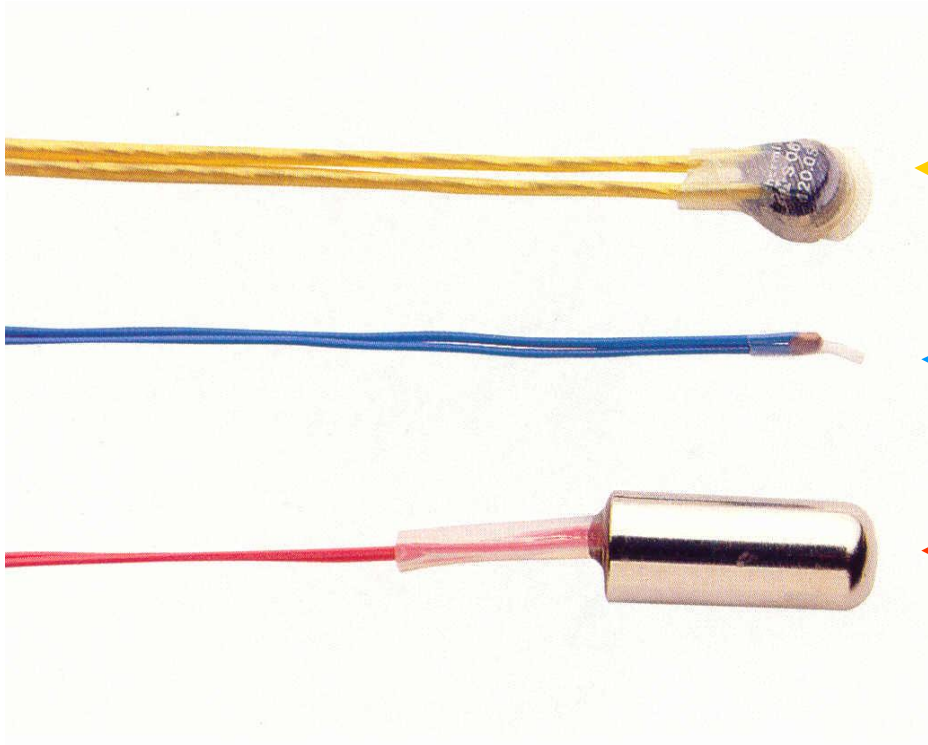
- İçerisinden akım geçen alternatör sargıları zamanla ısınır ($J=I^2Rt$). Isınan sargılar, verimin düşmemesi için soğutulması gerekir. Soğutma işlemi için fan kullanılır.
- Sargıların zarar görmemesi için iyi bir soğutma işlemi yapılması gerekir. Bu nedenle alternatörlerin hava giriş ve çıkışları kısıtlanmamalıdır.



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Termik Koruma Elemanları :

- Alternatörlerde (ve elektrik motorlarında) sargıların aşırı ısınması sonucunda alternatörün zarar görmemesi için ısıya duyarlı sensörler kullanılır.
- Mecc-Alte ECO 37 – 40 – 43 serisi alternatörlerinde standart olarak PTC thermistörler kullanılmaktadır.



Bimetallic Aşırı Akım Koruması

PTC Thermistor

PT100 Termik Rezistör

3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Parazit Bastırıcı Filtre :

- RFI (Radio Frequency Interference), alternatör sargılarında manyetik alandan dolayı oluşan yüksek frekanslı (>1 kHz) ses titreşimleridir.

- Bu gürültülerin azaltılması için kondansatörlü filtre modülü kullanılır.

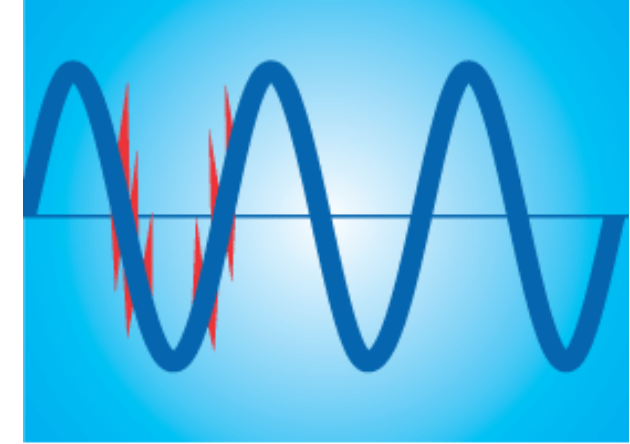
- Uyulması gereken standartlar ve şartlar:

BS EN 50081-50082

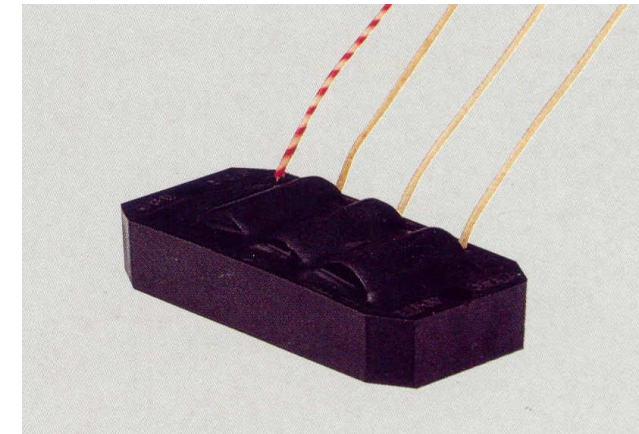
VDE 0875

BS 1597

MIL 461



RFI



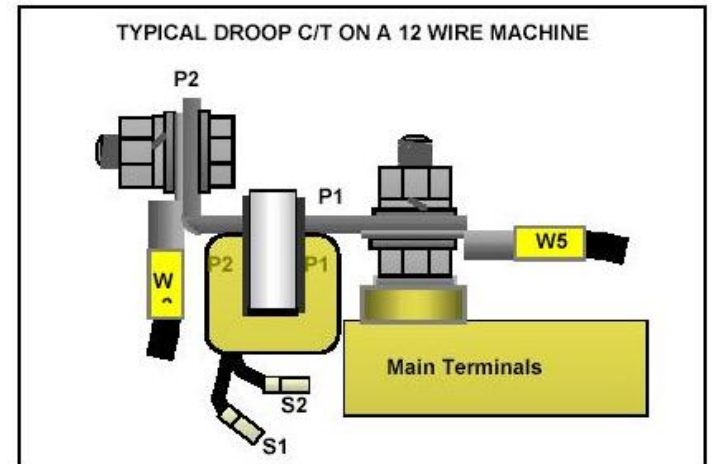
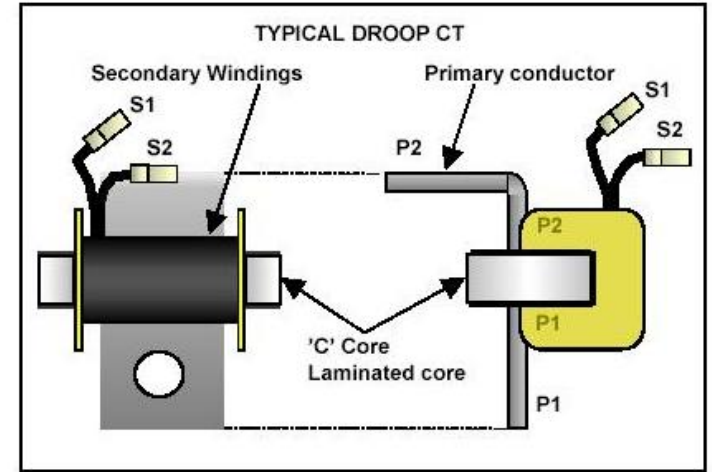
3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Paralleleme Trafosu:

- Alternatörlerin diğer alternatörlerle veya şebeke ile beraber senkron olarak çalışabilmesi için paraleleme trafosu kullanılır.
- Mecc Alte Eco 40-43 serisi alternatörler için bu trafo standart olarak verilmektedir. Diğer alternatörler için opsiyoneldir.

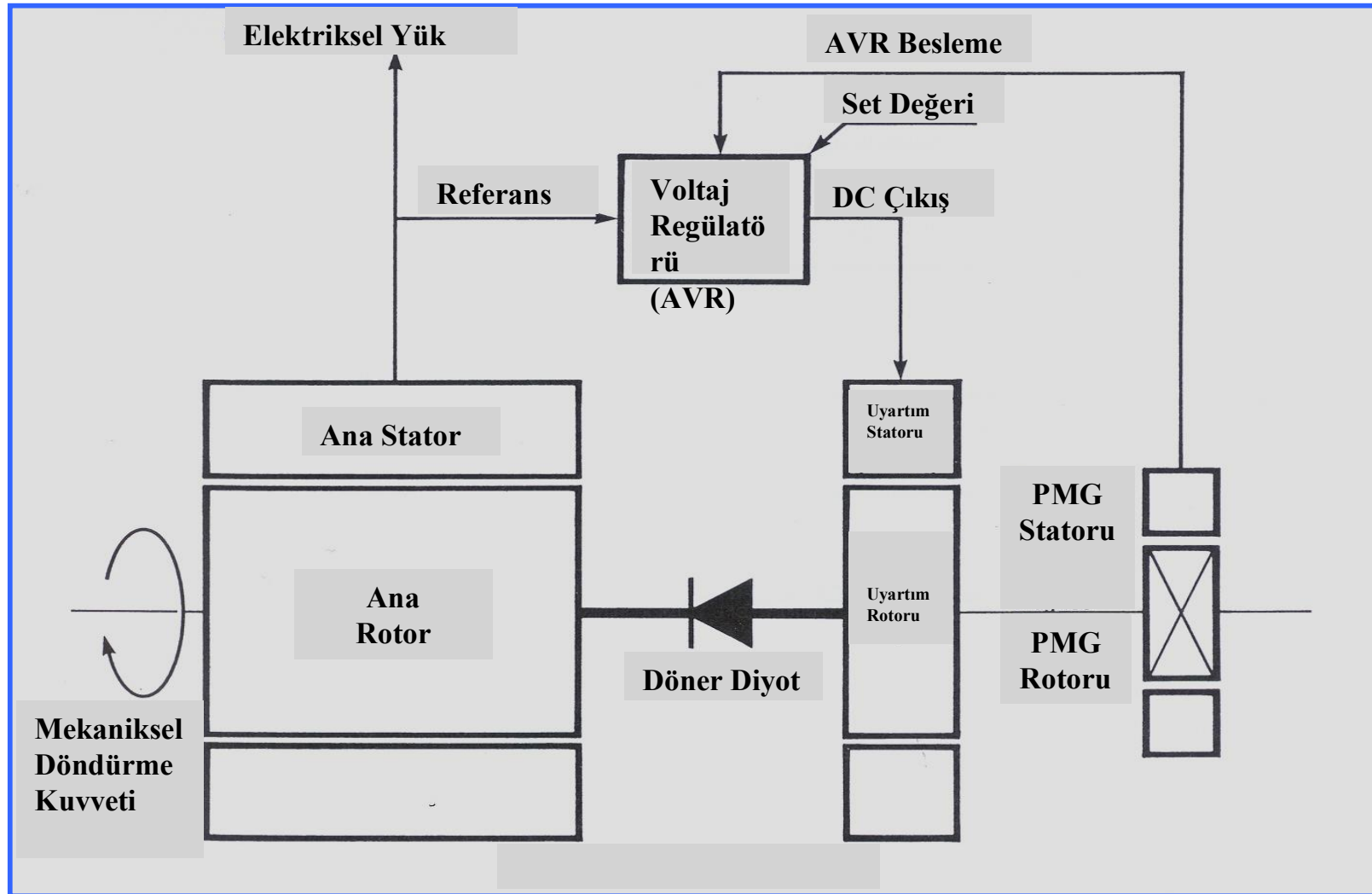


Quadrature droop equipment



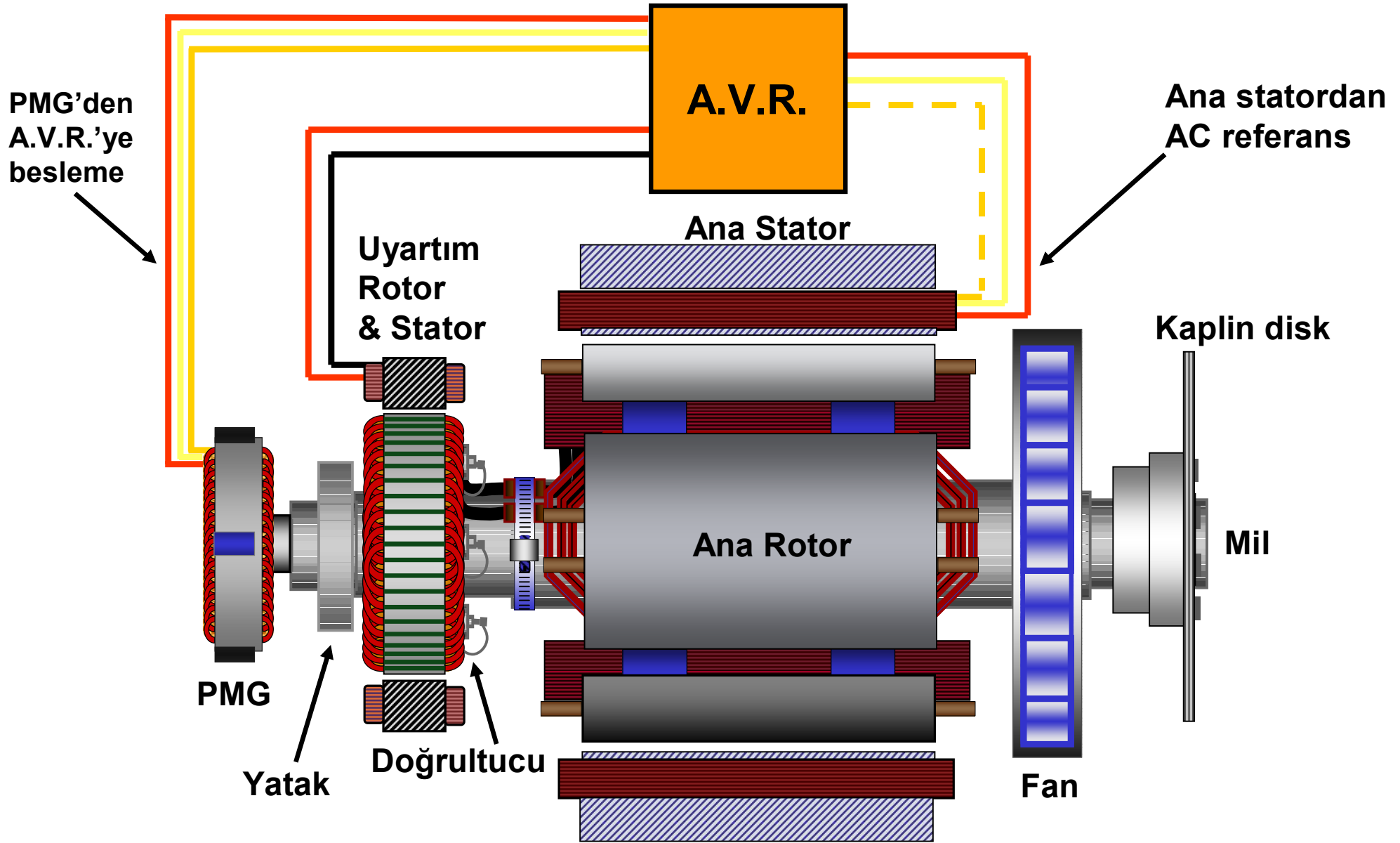
3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

PMG'li Alternatör Blok Şeması :



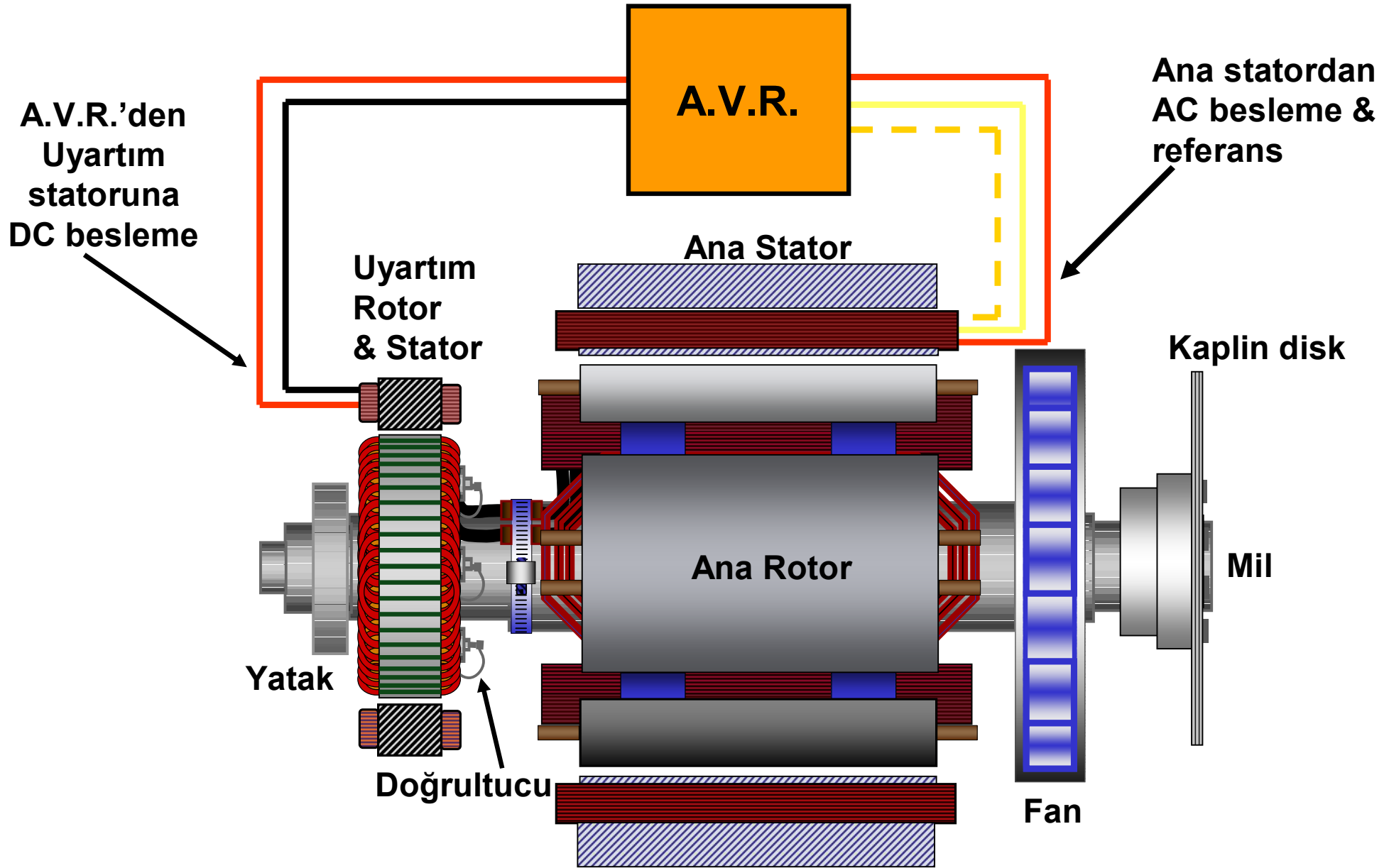
3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

PMG Sistemli Alternatör :



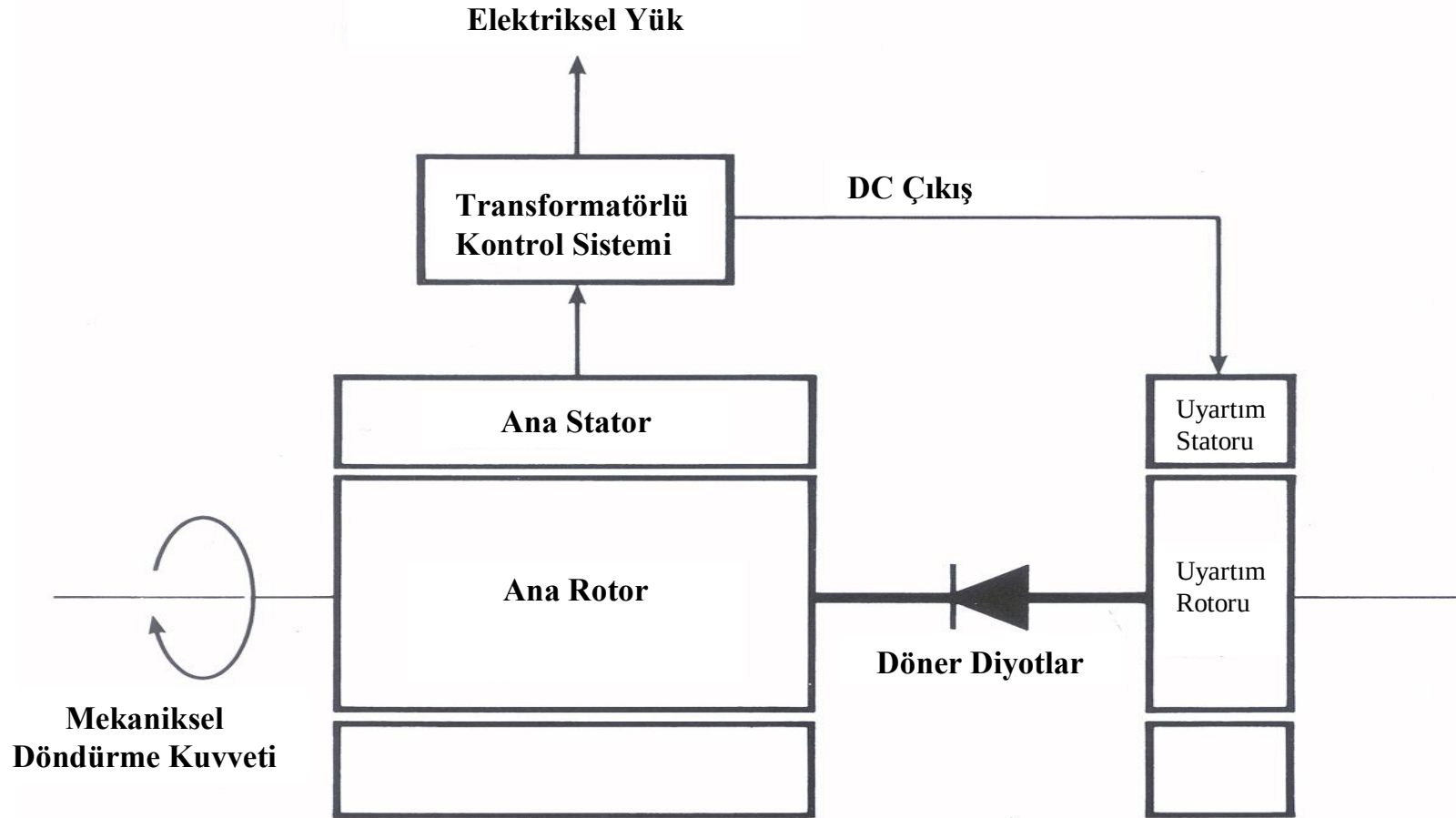
3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Kendinden Uyatrım Sistemli (Shunt) Alternatör :



3. Alternatör Parçaları ve Görevleri

Transformatörlü Alternatör Blok Şeması :



4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Şebeke Jeneratör Voltajları :

- Türkiye'de şebeke ;

Faz - Nötr : 220 Vac

Faz - Faz : 380 Vac

Frekans : 50 Hz

• Jeneratör (yada trafo) voltajı seçimi yapılırken, işletme gerilimi ile (380 Vac) jeneratör (veya trafo) nominal gerilimleri arasında **%5 gerilim farkı** (yönetmeliklerdeki gerilim düşümü hesabına göre) olacak şekilde seçim yapılır. Bu nedenle jeneratörlerimiz için ;

Faz - Nötr : 231 Vac

Faz - Faz : 400 Vac

Frekans : 50 Hz

- USA için ;

F: 60 Hz

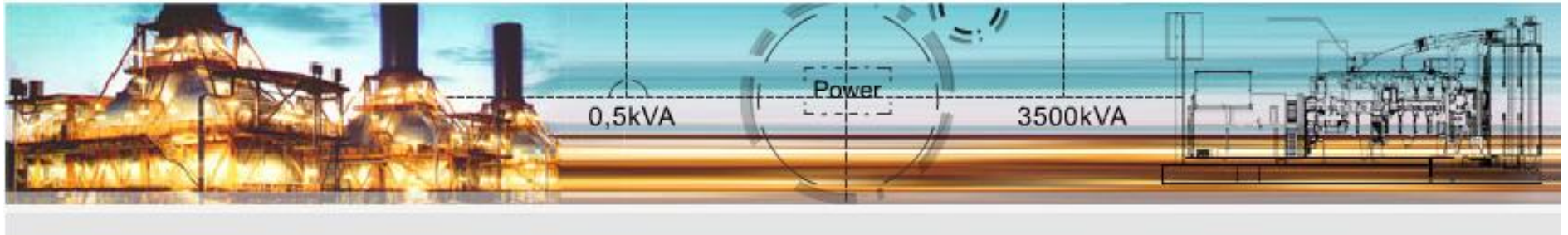
V : 480/270, 208/120, 240/120

- G.Afrika ve Hindistan'da ;

F : 50 – 25 Hz

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Jeneratör Çalışma Güçleri :



ISO 8528-1 STANDARTLARINA GÖRE JENERATÖR ÇALIŞMA ŞEKİLLERİ :

- **Standby çalışma (sınırlı süreli yedek güç kaynağı olarak çalışma).**
- **Prime çalışma (sınırlı olmayan süreli yedek güç kaynağı olarak çalışma).**
- **Continuous çalışma (sürekli çalışma, ana güç kaynağını baz alarak çalışma).**

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Jeneratör Çalışma Güçleri :

➤ *Standby Çalışma (Sınırlı Süre Çalışma) :*

- Şebeke kesintisi durumunda, değişken yükler için kullanılır.
- Yük faktörü: %110 (12 saat ara ile 1 saat % 10 aşırı yük).
- Senelik çalışma süresi: 500 saat
- Uygulama Alanları: İş merkezleri, oteller, hastaneler, toplu konutlar, dinlenme tesisleri, fabrikalar gibi yedek güç ihtiyacı olan yerler.

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Jeneratör Çalışma Güçleri :

➤ *Prime Çalışma (Sınırlı Olmayan Süreli Çalışma) :*

- Sınırlı olmayan zaman diliminde, değişken yük için jeneratör setinden elde edilen maksimum güçtür.
- Yük faktörü: %90
- Senelik çalışma süresi: Sınır yok
- Uygulama Alanı: Endüstriyel ve ticari tesisler, ağır inşaat sektörü, kojenerasyon uygulamaları, kiralık ve marin jeneratörler.

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Jeneratör Çalışma Güçleri :

Continuous Çalışma (Sürekli Çalışma) :

- Sınırlı olmayan zaman diliminde, sürekli yükte jeneratör setinin verebildiği güç değeridir.
- Yük faktörü: %80
- Senelik çalışma süresi: Sınırsız, sürekli.
- Uygulama Alanı: Sürekli kullanılan temel yükler, şebeke, kojenerasyon, paralel işletim.

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Güç Kalitesi ve Ölçütleri :

- Uluslar arası IEC 519-1992'ye göre standartlar içinde kabul edilen harmonik bozulma değerleri;

Gerilim (V) için : % 3

Akım (I) için : % 5

- Bu limit değerlerin üzerinde bulunan harmonik oranlarında , elektrik sistemleri için tehlikeli ve büyük maddi zararlar oluşturabilecek problemler meydana gelmektedir.

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Alternatör Ömrü :

➤ Normal şartlar altında, sürekli çalışma şartları için alternatörlerin ömürleri yaklaşık **100.000** saattir.

➤ **Ancak ;**

- Aşırı akım
- Dengesiz yüklenme
- Düşük $\cos\phi$ 'li yüklerle çalışma
- Aşırı ortam sıcaklığı
- Harmonikler (Isınmalara neden oldukları için)
- Yetersiz havalandırma
- Tozlu ortamlarda çalışma (Rotor-Stator arasında toz birikmesi yalıtıma zarar verir)
- Nemli ortamlar

alternatörlerin ömürlerini kısaltır.

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Alternatörlerin Verimleri :

$$\text{Verim} = \text{Çıkış} / \text{Giriş} = \text{kWe} / \text{kWm}$$

- **Alternatör Kayıpları**
 - Demir kayıpları (Hysteresis ve Eddy akımları)
 - Bakır kayıpları (Sargılardan dolayı)
 - Sürtünme kayıpları (Rulmanlar)
- **Alternatörün verimi yük akımına bağlıdır.**
- **Yükün güç faktörüne bağlıdır.**
 - $\cos\phi$ artıkça verim artar, $\cos\phi$ düştükçe verim düşer.
- **Alternatör sargılarından alınan elektriksel kWe gücünün alternatör milinden verilen mekanik güce (kWm, aktif gücün) oranıdır.**
 - Alternatör Verimi = kWe/kWm
- **Alternatörlerin verimleri yaklaşık olarak ;**
 - 500-1500 kVA için ➡ %90-97
 - 0-100 kVA için ➡ %85-93

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Voltaj Regülasyonu Oranı :

➤ Voltaj regülasyonu oranı , alternatör 3 faz çıkış voltajlarından (U,V,W) en büyük olanının ortalama çıkış voltajına yüzdesel oranıdır.

➤ Örneğin; çıkış voltajı 236, 229, 225 olan bir alternatör için ;

• Ortalama Çıkış Voltajı $\longrightarrow \bar{v} = \frac{236 + 229 + 225}{3} = 230 \text{ volts}$

• Maksimum Voltaj Farkı $\longrightarrow \begin{array}{ccc} \frac{236 \text{ Volts}}{230 \text{ Volts}} & \frac{230 \text{ Volts}}{229 \text{ Volts}} & \frac{230 \text{ Volts}}{225 \text{ Volts}} \\ \underline{6} & \underline{1} & \underline{5} \end{array}$

• Voltaj Regülasyonu (Voltaj Dengesizliği) $\longrightarrow \% \text{ voltage unbalance} = \frac{6}{230} \times 100 = \underline{2.61\%}$

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Voltaj Dengesizliğinin Alternatörlere Etkisi :

- Voltaj dengesizliği sonucunda, alternatör sargılarında, ana magnetik alanın tersi yönünde dönen küçük bir magnetik alan endüklenir.
- Voltaj dengesizliği, alternatör sargılarının ısınmasına neden olur.

Örnek Hesaplama :

$$\text{Sıcaklık Artışı} = \text{Nominal Sıcaklık} \times \left(1 + 2 \frac{(\text{Voltaj Dengesizliği})^2}{100} \right)$$

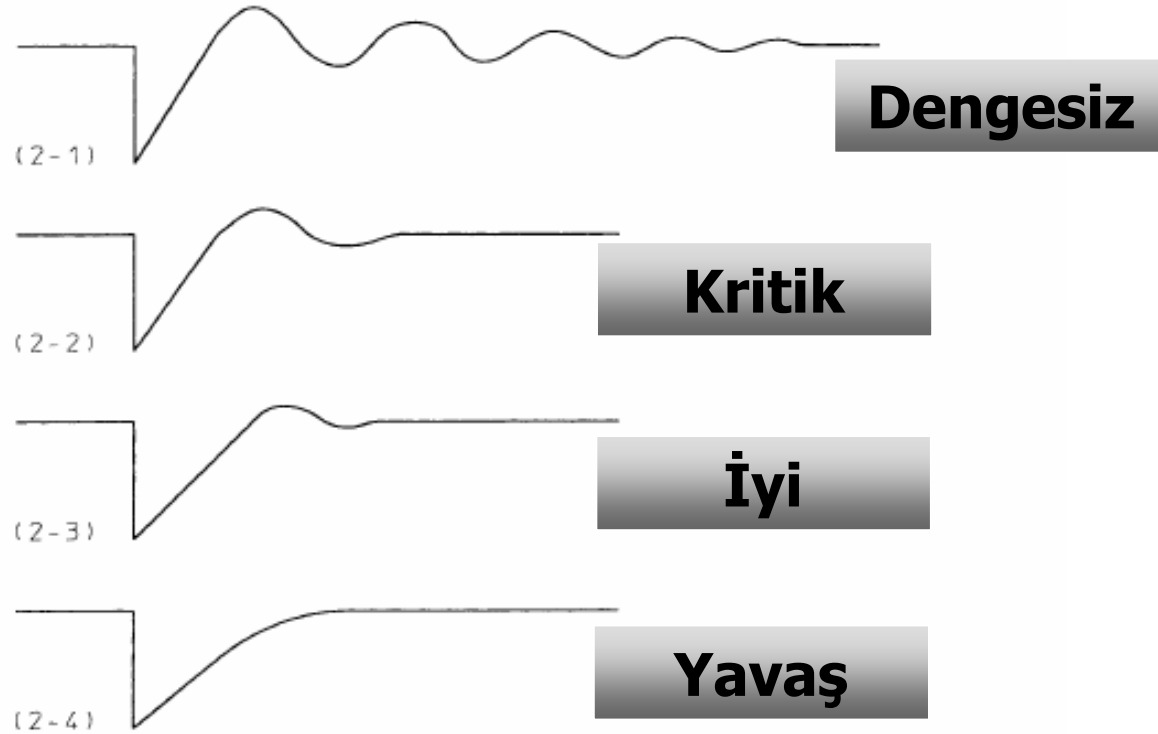
$$\text{Sıcaklık Artışı} = 80^{\circ}\text{C} \times \left(1 + 2 \frac{(2,61)^2}{100} \right) = 80^{\circ}\text{C} \times 1,136$$

$$\text{Sıcaklık Artışı} = 90,9^{\circ}\text{C}$$

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Voltaj Regülasyonunun "STAB" Pot'u İle Ayarlanması :

Jen. Voltajı



Yüksüz



Tam Yük

fig. 2

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

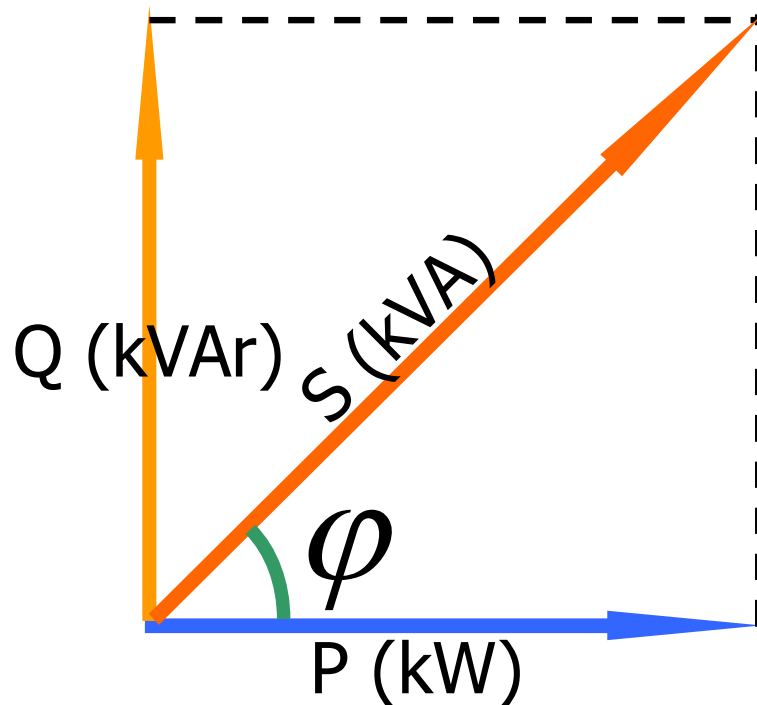
Elektriksel Yüklerin $\cos\phi$ Değerleri :

■ Elektrikli ısıtıcılar	1
■ Akkor telli lambalar	1
■ 3 Fazlı motorlar	0,7-0,9
■ Flüoresan lambalar	0,3-0,5
■ Neon tüplü lambalar	0,4-0,5
■ Kaynak makineleri	0,4-0,8

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Elektriksel Güç Formülleri :

- **Görünür Güç (kVA), aktif ve reaktif güçlerin vektörel bileşkesidir.**

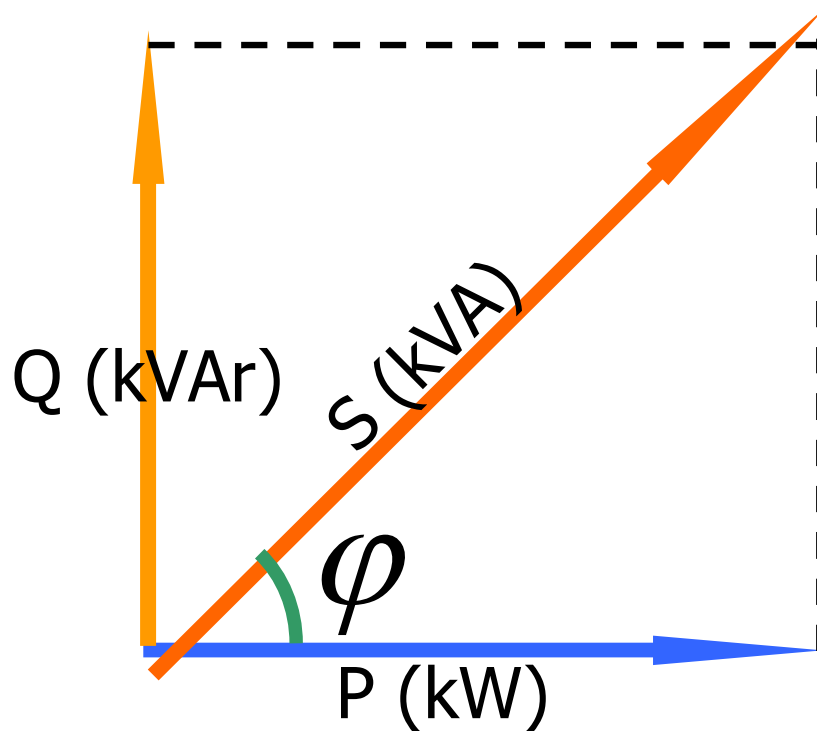


$$S = \sqrt{3} \times U \times I$$

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Elektriksel Güç Formülleri :

- **Aktif Güç (kW), alternatör sargılarının direncinde harcanan güçtür.**

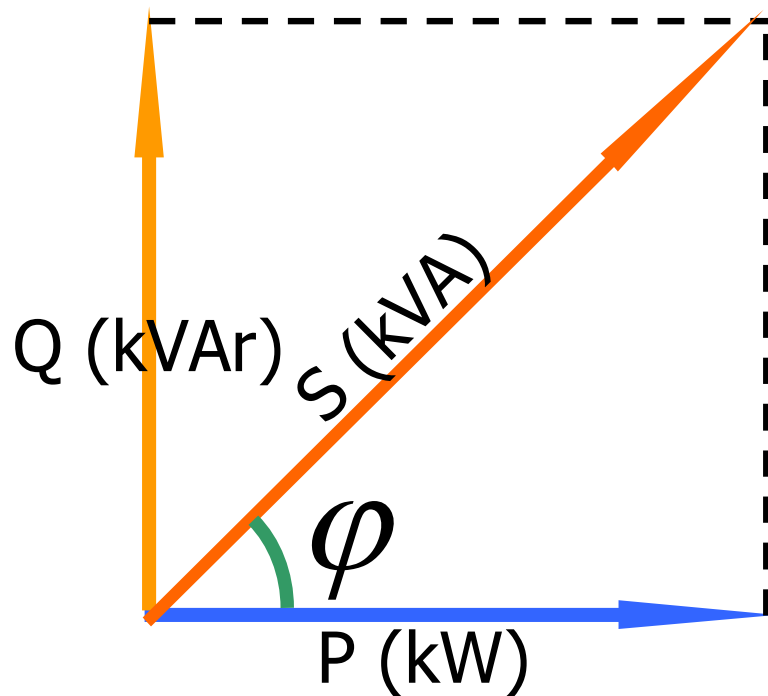


$$P = S \times \cos \varphi$$

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Elektriksel Güç Formülleri :

- **Reaktif Güç (kVAr), alternatör sargılarının reaktansında harcanan güçtür.**

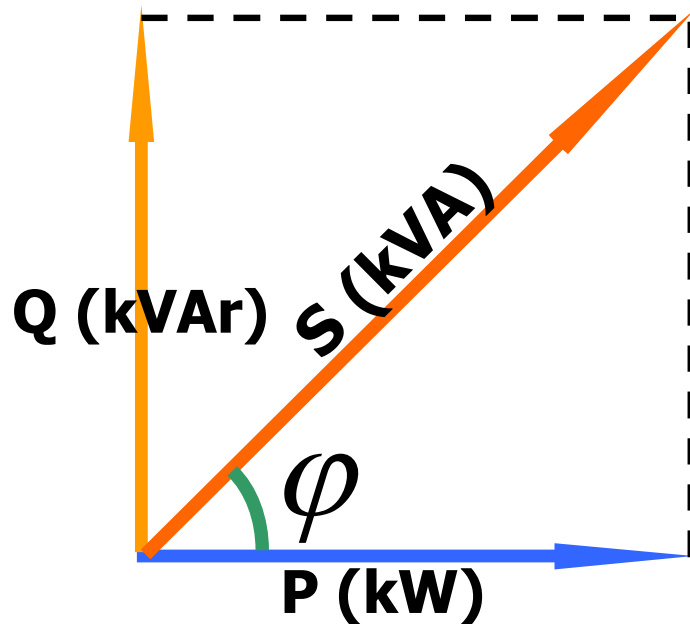


$$Q = S \times \sin \varphi$$

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Elektriksel Güç Formülleri Örnek Hesaplama :

- 100 kVA'lık bir jeneratörün tam yük akımını $\cos\varnothing=0,8$ ve $\cos\varnothing=1$ için hesaplayalım ;



$$S = 100 \text{ kVA}$$

$$S = \sqrt{3} \times U \times I$$

$$P = S \times \cos \varphi$$

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Elektriksel Güç Formülleri Örnek Hesaplama :

- Öncelikle jeneratörün verebileceği aktif gücü hesaplayalım (jeneratörler için $\cos\phi$ değeri 0,8 olarak alınır ve motor alternatör seçimi ona göre yapılır).
- Buna göre ;

$$P = S \times \cos\phi \Rightarrow P = 100 \times 0,8 \Rightarrow P = 80 \text{ kW}$$

$$\cos\phi = 0,8 \text{ için;}$$

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\phi$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi} \Rightarrow I = \frac{80000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,8} \Rightarrow I = 144,5 \text{ Amper}$$

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Elektriksel Güç Formülleri Örnek Hesaplama :

$$P = 80 \text{ kW idi..}$$

$$\cos\varphi = 1 \text{ için;}$$

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} \Rightarrow I = \frac{80000}{\sqrt{3} \times 400 \times 1} \Rightarrow I = 115,6 \text{ Amper}$$

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Kutup Sayısı Hesaplama :

$$Hz = \frac{N \times K}{120}$$

➤ Hz : Üretilen voltajın frekansı

➤ N : Motor devri (dev./dk.)

➤ K : Alternatörün kutup sayısı

Örnek :

1500 dev./dk. ile dönen motor ile kullanılacak alternatör kaç kutuplu olmalıdır?

$$Hz = \frac{N \times K}{120} \Rightarrow K = \frac{120 \times Hz}{N}$$

$$K = \frac{120 \times 50}{1500} \Rightarrow K = 4 \text{ Kutuplu}$$

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Uygun Jeneratör Seçimi - 1 :

- **1000 kVA'lık bir jeneratör seti 900 kVA ve $\cos \varphi = 0,5$ olan bir yükü besleyecektir. Jeneratör gücünün yüke uygun olup olmadığını hesaplayın? (Tüm jeneratörler için; $\cos \varphi = 0,8$ sabit).**
- **Öncelikle hem jeneratör setinin hem de yükün güç değerlerini hesaplamamız gerekir ;**

Gen-Set İçin : $S_{\text{jen}} = 1000 \text{ kVA}$ $\longrightarrow$ $\cos \varphi = 0,8$

Load İçin : $S_{\text{yük}} = 900 \text{ kVA}$ $\longrightarrow$ $\cos \varphi = 0,5$

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

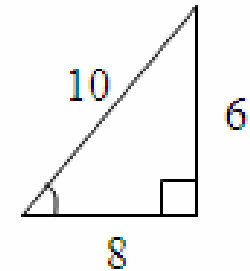
Uygun Jeneratör Seçimi - 2 :

$$P_{jen} = S_{jen} \times \cos \varphi = 1000 \times 0,8$$

$$P_{jen} = \underline{800 \text{ kW}}$$

$$\cos \varphi = 0,8 = \frac{8}{10}$$

$$\sin \varphi = \frac{6}{10} = 0,6$$



$$Q_{jen} = S_{jen} \times \sin \varphi = 1000 \times 0,6$$

$$Q_{jen} = \underline{600 \text{ kVAR}}$$

$$P_{yük} = S_{yük} \times \cos \varphi = 900 \times 0,5$$

$$P_{yük} = \underline{450 \text{ kW}}$$

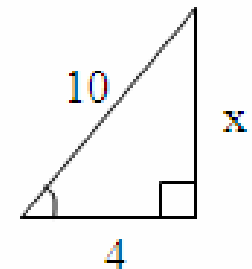
$$10^2 = 5^2 + x^2 \quad x^2 = 100 - 25$$

$$x = \sqrt{100-25} \quad x \sim 8,66$$

$$Q_{yük} = S_{yük} \times \sin \varphi = 900 \times 0,86$$

$$Q_{yük} = \underline{774 \text{ kVAR}}$$

$$\sin \varphi = \frac{8,66}{10} = 0,86$$



4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Uygun Jeneratör Seçimi - 3 :

$P_{jen} > P_{yük}$ uygun

$Q_{jen} < Q_{yük}$ uygun değil, sistem çöker....!

Uygun Jeneratör Seçimi:

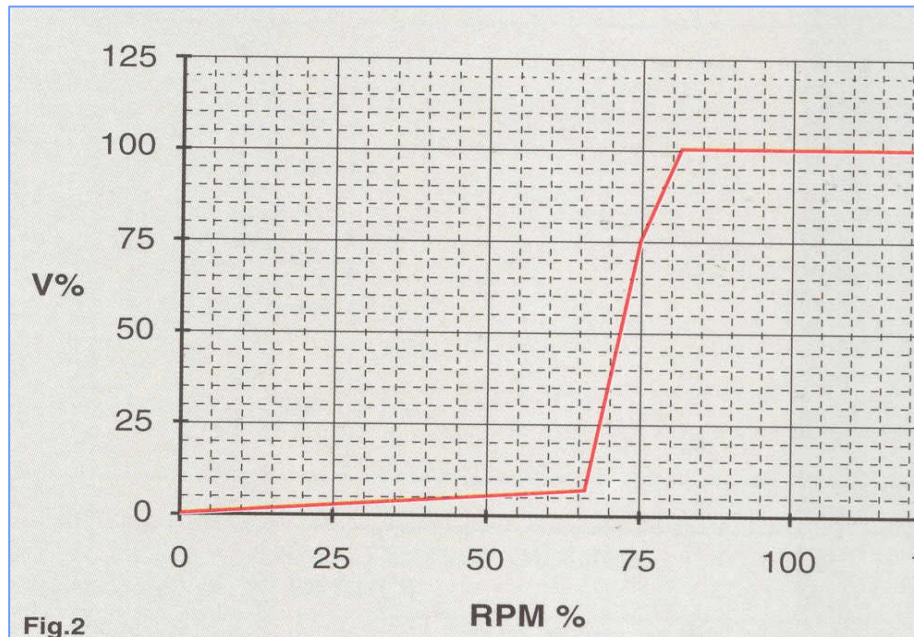
$$Q_{jen} = Q_{yük} \quad S_{jen} \times \sin \phi = Q_{yük} \quad S_{jen} = \frac{Q_{yük}}{\sin \phi} = \frac{740 \text{ kVA}}{0,6} = 1233 \text{ kVA üzeri}$$

bir jeneratör seçilmelidir.

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Alternatörlerde Voltaj – Devir İlişkisi :

- Motor devri %75'ine çıktığında alternatör çıkış voltajı da %75'ine ulaşıyor.
- Düşük devirlerde alternatör çıkış voltajı %10'ların altında.

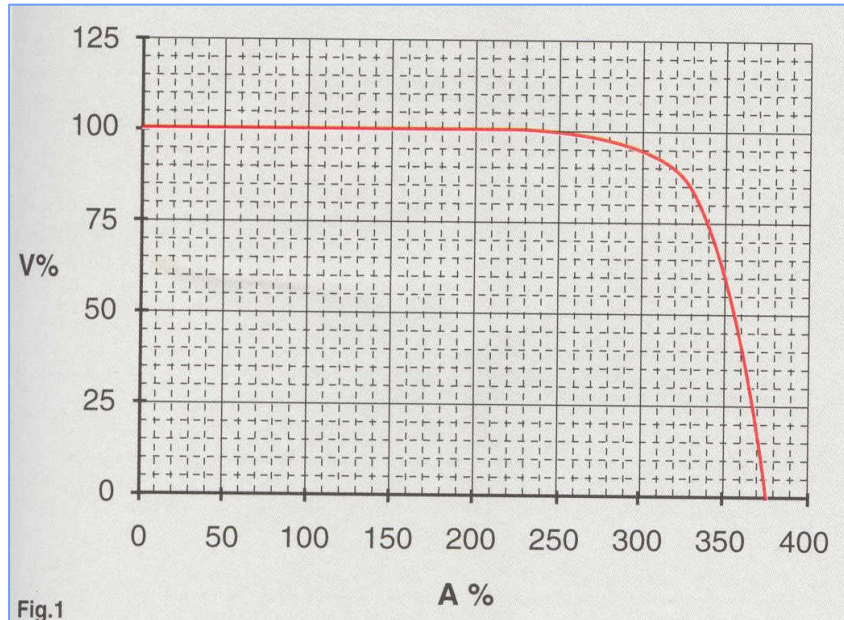


- Yandaki grafik Mecc-Alte alternatörlere aittir.
- Regülatörlerin yardımcı sargıdan beslendiği unutulmamalıdır (AREP).

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Alternatörlerde Voltaj – Akım İlişkisi :

- Nominal yük akımı aşılmadıkça voltaj düşümü yok (devir sabit).
- Kısa devre durumunda (%375) voltaj düşüyor. Bu nedenle termik-magnetik şalterlerin kısa devre açtırma ayarları en fazla 3In'e göre yapılmalıdır.

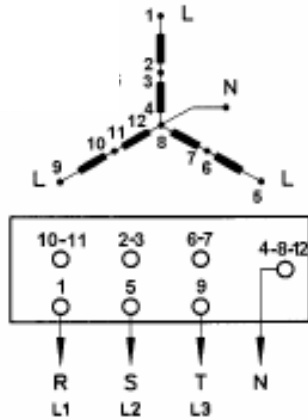


- Yandaki grafik Mecc-Alte alternatörlere aittir.
- Regülatörlerin yardımcı sargıdan beslendiği unutulmamalıdır (AREP).

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

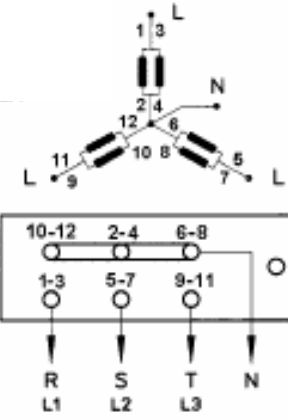
12 Uçlu Alternatörler İçin Sargı Bağlantı Şekilleri :

Farklı bağlantı şekilleri, alternatörlerden daha verimli ve kolay biçimde farklı voltajlar elde etmek için kullanılır. Bu sayede 12 uçlu alternatörlerde 115/200/230/400 Volt 50Hz değerlerini elde etmek mümkündür.



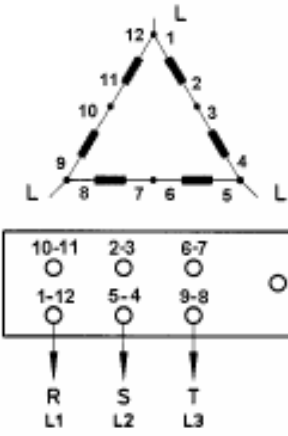
■ Seri Yıldız

- 3 Fazlı sistemler için,
- 400 Vac (L-L),
- **Nötr'ü**, 230 Vac (L-N)



■ Paralel Yıldız

- 3 Fazlı sistemler için,
- 200 Vac (L-L),
- **Nötr'ü**, 115 Vac (L-N)

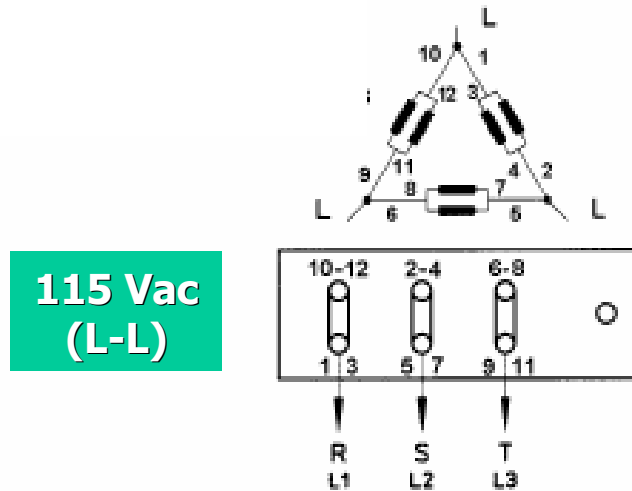


■ Seri Delta (Üçgen)

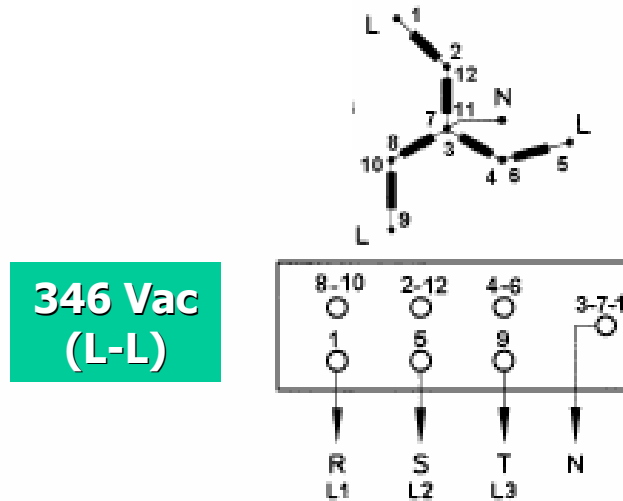
- 3 Fazlı sistemler için,
- 230 Vac (L-L),
- **Nötr yok**

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

12 Uçlu Alternatörler İçin Sargı Bağlantı Şekilleri :



- Paralel Üçgen (Delta)
 - 3 Fazlı sistemler için,
 - **115 Vac** (L-L),
 - **Nötr yok,**

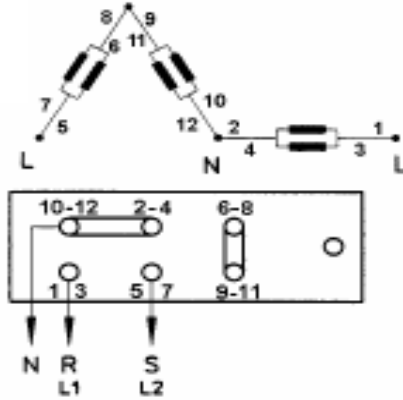


- 3 Faz Zig-Zag
 - 3 Fazlı sistemler için,
 - **346 Vac** (L-L),
 - **Nötr'ü.**
 - Bu durumda alternatör çıkış gücü **0,866** (346/400) ile çarpılmalı

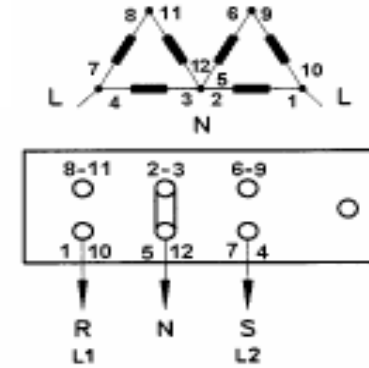
4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

12 Uçlu Alternatörler İçin Sargı Bağlantı Şekilleri :

230 Vac
(L-L)



230 Vac
(L-L)

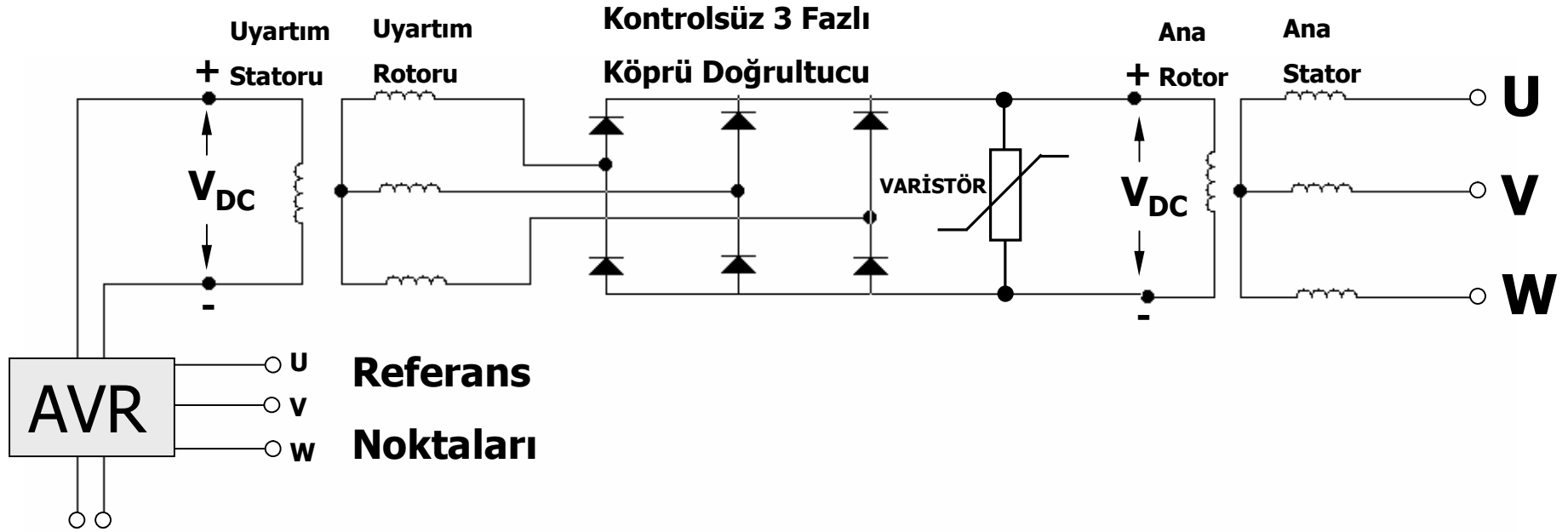


- Tek Fazlı Paralel Zig-Zag
 - **1** Fazlı sistemler için,
 - **230 Vac** (L-L),
 - **Nötr'lü**,
 - Genellikle Avrupa'da bu şekilde bağlantı yapılıyor

- Çift Üçgen (Double Delta)
 - **1** Fazlı sistemler için,
 - **230 Vac** (L-L),
 - **Nötr'lü**,
 - Genellikle Asya ve Amerika'da bu şekilde bağlantı yapılıyor. Tek fazlı paralel zig-zag bağlantısının aynısı

4. Teknik Bilgiler ve Sayısal İşlemler

Alternatör Elektriksel Şeması :



170-250 V AC (PMG, AREP, Shunt)

Voltaj Regülatörü Besleme

PMG



Stamford, Leroy-Somer

AREP



Mecc Alte

5. Koruma Sınıfları (IP,H-F)

IP Kodu :

■ IP Kodu

- Tehlikeli bölümlere erişmeye karşı, yabancı katı cisimlerin girmesine, su girişine karşı bir mahfaza ile sağlanan koruma derecelerini göstermek ve bu tür koruma ile ilgili ilave bilgileri vermek için kullanılan bir kodlama sistemidir.
- IP 2 3 C H
 - IP : Uluslararası koruma
 - 2 : 1. Rakam (0-6 veya X)
 - 3 : 2. Rakam (0-8 veya X)
 - C : İsteğe bağlı ilave harf (A,B,C,D)
 - H : İsteğe bağlı tamamlayıcı harf (H,M,S,W)

5. Koruma Sınıfları (IP,H-F)

DIN 40050 Normuna Göre Koruma Sınıfları :

1.Rakam

Makinenin parçaya karşı korumasını ifade eder

- 0 : Korumasız
- 1 : Gerilim altında bulunan veya dönen kısımlara parçaların kazara veya tesadüfen düşmesine karşı korumalı.Ancak bilerek bu parçaların sokulmasına karşı korumasız (≥ 50 mm) (Elin dışıyla)
- 2 : Orta büyüklükteki parçalara karşı korumalı ($\geq 12,5$ mm) (Parmakla)
- 3 : $\geq 2,5$ mm (Aletle)
- 4 : Tane şeklindeki parçalara karşı korumalı (≥ 1 mm) (Telle)
- 5 : Toza karşı korumalı (Telle)
- 6 : Toz geçirmez (Telle erişmeye karşı korumalı)

5. Koruma Sınıfları (IP,H-F)

DIN 40050 Normuna Göre Koruma Sınıfları :

2.Rakam

Etkileri zararlı olan su girişine karşı korumasını ifade eder

- 0 : Korumasız
- 1 : Dikey düşey damla suya karşı
- 2 : Yatay düşen damla suya karşı (dikeyle 15° açı)
- 3 : Yatay gelen suya karşı korumalı (dikeyle 60° açı), püskürme
- 4 : Sıçrama
- 5 : Fıskırma
- 6 : Güçlü fıskırma
- 7 : Batmaya karşı (P ve süre belli), geçici daldırma
- 8 : Derin batmaya karşı (P belli, süre belirsiz), sürekli daldırma

5. Koruma Sınıfları (IP,H-F)

DIN 40050 Normuna Göre Koruma Sınıfları :

3.Harf

İsteğe bağlı ilave harf..

Tehlikeli bölümlere ,

- A: Elin dışıyla
- B: Parmakla
- C: Aletle
- D: Telle

erişmeye karşı korumalı..

5. Koruma Sınıfları (IP,H-F)

DIN 40050 Normuna Göre Koruma Sınıfları :

4.Harf

İsteğe bağlı tamamlayıcı harf..

Tehlikeli bölümlere ,

- **H** : Yüksek gerilim cihazı
- **M** : Donanımın hareketli bölümleri (örneğin dönen bir makinanın rotoru) hareket halinde iken su girişinin açtığı zararlı etkilere karşı yapılan deney
- **S** : Donanımın hareketli bölümleri (örneğin dönen bir makinanın rotoru) hareketsiz (sükunet) halinde iken su girişinin açtığı zararlı etkilere karşı yapılan deney
- **W** : Belirtilen hava şartlarında kullanıma elverişli ve ilave koruyucu nitelikler veya işlemlerle sağlanmış

5. Koruma Sınıfları (IP,H-F)

VDE 0530 NORMUNA GÖRE YALITKAN MALZEMELERİN TANIMI VE İZİN VERİLEN ISINMA SICAKLIK DERECELERİ :

- H SINIFI İZALASYON :

Cam elyafı dokuma, asbest, laklı işleme tabii tutulmuş asbest ve cam elyafı malzemesi, silikon emdirilmiş malzemeden yapılır. İzin verilen max. Sıcaklık değeri 125°C'dir.

- F SINIFI İZALASYON :

Cam elyaf koruma, mika, asbest, laklı işleme tabii tutulmuş asbest ve cam elyafı malzemesi, polister ve poliüretan reçinesi yada silikon alkid emdirilmiş malzemeden yapılır. İzin verilen max. sıcaklık 105°C'dir.

6. Genel Alternatör Bakım ve Arızaları

Bakım Öncesi Alınması Gereken Tedbirler :

- Tüm bağlantıların ilgili standartlara ve güvenlik önlemlerine uygun olduğundan emin olunuz
- Alternatörleri, terminal kapakları açıkken, yada çıkarılmışken çalıştırmayınız
- Bakım öncesi, motorun çalışmasını engelleyecek önlemleri alınız
- Bakım sırasında , şalterlerin yanlışlıkla kapatılmasını önleyiniz, gerekirse ikaz işaretleri kullanınız

➤ **Unutmayalım ki yanlış çalıştırma, kullanma veya bakım, ciddi yaralanmalara ve hatta ölümlere neden olabilir.**



6. Genel Alternatör Bakım ve Arızaları

Alternatör Bakımı :

➤ Rulman servis ömrü :

- Bakımsız tip rulmanlar için yaklaşık 30.000 saat
- Yağlanabilir tip rulmanlar için yaklaşık 40.000 saat



➤ Yağlama :

- Yağlama ekipmanlarının temiz olmalarına dikkat ediniz.
- Uygun özellikte yağ kullanınız.
- Alternatörü 10 dk çalıştırıp fazla yağın atılmasını sağlayınız.

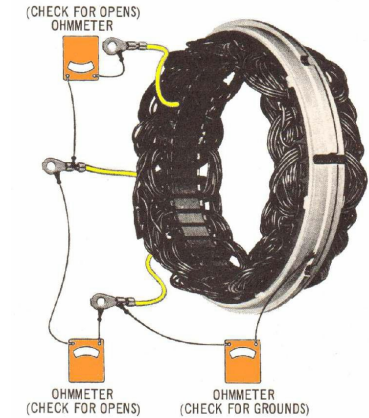


6. Genel Alternatör Bakım ve Arızaları

Alternatör Sargılarının Kontrolü :

➤ Direnç testi

- Alternatör kataloğunda verilen değerlere göre ana stator-rotor ve ikaz stator-rotor sargılarının dirençlerini ölçülmesi ve verilen değerlerle karşılaştırılmasıdır.



➤ Yalıtkanlık testi

- Ana stator-rotor ve ikaz stator-rotoru sargılarının şaseye göre yalıtım dirençlerinin meger ile ölçülmesidir ($\geq 1\text{M}\Omega$).
- Test öncesi AVR ünitesinin devre bağlantıları tamamen çözülmelidir.
- Test sırasında sargılara 500 volt AC gerilim uygulanır.



6. Genel Alternatör Bakım ve Arızaları

Arıza Durumunda Öncelikle Yapılması Gerekenler :

- İlk olarak problemin asıl sebebini bulunuz.
- Arıza oluşmadan önce varsa alternatörde yapılmış operasyonları göz önüne alınız.
- Alternatör kontrol sistemini, kablo bağlantılarını kontrol ediniz.
- Arıza çözümüne en basit ve en mantıklı yoldan başlayınız.



6. Genel Alternatör Bakım ve Arızaları

Arıza Bulma - 1 :

- **Alternatörde ikaz yok ?**



Olası Arıza Şekli

Arıza Giderme

Atık sigorta



Sigortayı yenile

Yetersiz kalıcı voltaj



Motor hızını % 15 arttır.

Kalıcı voltaj yok



Polariteye dikkat ederek şoklama yapınız.

6. Genel Alternatör Bakım ve Arızaları

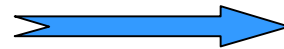
Arıza Bulma - 2 :

- **Yüksüz durumda voltaj düşük ?**

Olası Arıza Şekli

Arıza Giderme

Voltaj potansiyometresi
ayarsız



Voltajı ayarla

Regülatör koruma yapıyor



Motor devrini kontrol et

Arızalı sargı



Sargıları kontrol et

Arızalı regülatör



Regülatörü yenile

6. Genel Alternatör Bakım ve Arızaları

Arıza Bulma - 3 :

?

• Yüksüz durumda voltaj yüksek ?

Olası Arıza Şekli

Arıza Giderme

Voltaj potansiyometresi
ayarsız



Voltajı ayarla

Arızalı regülatör



Regülatörü yenile



6. Genel Alternatör Bakım ve Arızaları

Arıza Bulma - 4 :

- **Yüksüz durumda voltaj normal, yüklendiğinde voltaj düşük?**

Olası Arıza Şekli

Regülatör korumaya geçiyor

Arızalı regülatör

Döner diyot arızası

Arıza Giderme



Aşırı akım, güç kat. 0.8'den küçük, motorun hızı %4'den daha düşük



Regülatörü yenile



Diyotları kontrol et

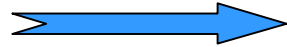
6. Genel Alternatör Bakım ve Arızaları

Arıza Bulma - 5 :

- Yüksüz durumda voltaj normal, yüklendiğinde yüksek ?

Olası Arıza Şekli

Arızalı regülatör



Arıza Giderme

Regülatörü yenile



6. Genel Alternatör Bakım ve Arızaları

Arıza Bulma - 6 :

- **Dengesiz voltaj ?**

Olası Arıza Şekli

Motor devri düzensiz,
dengeli değil

Arızalı regülatör

Stability potansiyometresi
ayarsız



Arıza Giderme

Motorun devrini ayarla

Regülatörü değiştir

Regülatör stability ayarını
düzelt

6. Genel Alternatör Bakım ve Arızaları

Arıza Bulma - 7 :

- **Gürültülü Çalışma ?**



Olası Arıza Şekli

Hasarlı rulman



Arıza Giderme

Rulmanı değiştir

Gevşek montaj

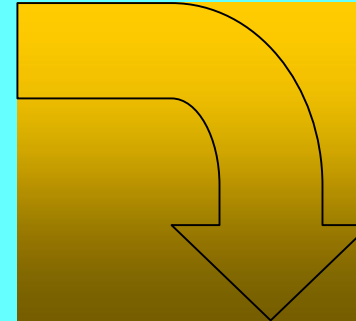
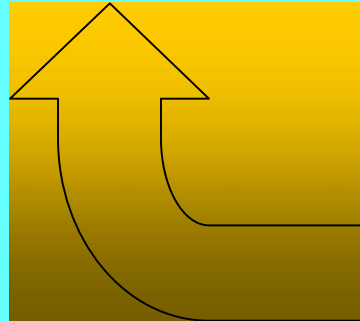


Montaj civatalarını kontrol et,
gerekirse değiştir

ALTERNATÖR EĞİTİMİ BİTTİ

TEŞEKKÜRLER

SORULAR



CEVAPLAR