

2. ÜNİTE

ALTERNATİF AKIMIN TEMEL ESASLARI

KONULAR

1. Doğru ve Alternatif Akımın Karşılaştırılması
2. Sinüzoidal Alternatif Akımın Elde Edilmesi
3. Periyot, Amplitüd, Frekans, Açısal Hız ve Dalga Boyunun Tanımı
4. Alternatif Akımda Kutup Sayısı İle Devir Sayısının Frekansa Etkisi
5. Alternatif Akım ve Gerilim Değerleri
6. Vektörler ve Sinüzoidal Eğriler

GİRİŞ

Elektrik enerjisi, alternatif akım ve doğru akım olarak iki şekilde üretilir. Bugün kullanılan elektrik enerjisinin %90'ından fazlası alternatif akım olarak üretilmektedir. Bunun çeşitli nedenleri vardır. Bunları sıra ile inceleyelim.

2.1 DOĞRU VE ALTERNATİF AKIMIN KARŞILAŞTIRILMASI

Elektrik enerjisinin uzak mesafelere ekonomik olarak iletilmesi için yüksek gerilimlere ihtiyaç vardır. Belirli bir güç, mesafe ve kayıp için iletim hattının kesiti, kullanılan gerilimin karesi ile ters orantılı olarak değişir. Doğru akımın elde edilmesinde kullanılan dinamolar (D.A. jeneratörü) yüksek gerilimli olarak yapılamazlar. Komütasyon zorluklarından dolayı, ancak 1500 volta kadar D.A üreten jeneratörler yapılabilmektedir.

Alternatif akım üreten alternatörlerden ise 230, 6300, 10500 ve 20000 volt gibi yüksek gerilimler elde edilebildiği gibi, transformatör denilen statik makinelerle bu gerilimleri 60 kV, 100 kV ve daha yüksek gerilimlere yükseltmek de mümkündür. Elektrik enerjisinin taşınması yüksek gerilimli alternatif akımlarla yapılır. Hattın sonundaki transformatörlerle bu yüksek gerilim, kullanma gerilimine dönüştürülür.

Cıva buharlı redresörlerle yüksek gerilimli alternatif akımı, yüksek gerilimli doğru akıma çevirerek enerjiyi taşımak ve hattın sonuna inverterlerle düşük gerilimli alternatif akıma çevirmek mümkün olduğu halde, uygulamada fazla kullanılmamaktadır. Büyük güçlü ve yüksek devirli DA jeneratörleri komütasyon zorluklarından dolayı yapılamazlar. Alternatörler ise, büyük güçlü ve yüksek devirli olarak yapılabilirler. Böylece elde edilen enerjinin kilovat saat başına maliyeti ve işletme masrafları düşük olur. Alternatörler 200000 kVA, 400000 kVA gücünde yapılabilirler.

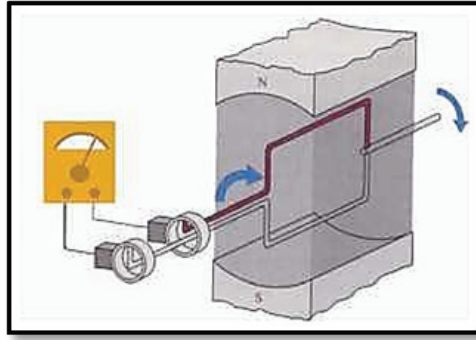
Sanayide sabit hızlı yerlerde alternatif akım motoru (endüksiyon motoru), doğru akım motorundan daha verimli çalışır. Endüksiyon motoru, D.A. motorundan daha ucuz, daha sağlam olup, bakımı da kolaydır. D.A. motorunun tek üstünlüğü, devir sayısının düzgün olarak ayar edilebilmesidir.

Doğru akımın tercih edildiği veya kullanılmasının gerekli olduğu yerler de vardır. Elektrikli taşıtlar, galvano teknik (maden kaplamacılığı) ve madenlerin elektrikle arıtılması tüm elektronik sistemler ve haberleşme sistemlerinde D.A kullanılır. Bu gibi yerlerde doğru akım genellikle, alternatif akımın D.A.'a çevrilmesi ile elde edilir.

2.2 SİNÜZOİDAL ALTERNATİF AKIMIN ELDE EDİLMESİ

2.2.1 SİNÜZOİDAL EMK (ELEKTRO MOTOR KUVVET) ALTERNATİF AKIM

Şekil 2.1'de görüldüğü gibi, N - S kutuplarının meydana getirdiği düzgün manyetik alanın içinde bulunan iletken, kuvvet çizgilerini dik kesecek şekilde hareket ettirildiğinde, iletkende bir emk indüklenir.



Şekil 2.1: Elektro Motor Kuvvetin Oluşturulması

Ölçü aletinin ibresi sapar. İletken ters yöne doğru hareket ettirildiğinde, ölçü aletinin ibresi ters yönde sapar. İndüklenen emk'in yönü değişir. İletken manyetik kuvvet çizgilerine paralel olarak iki kutup arasında hareket ettirildiğinde, ölçü aletinin ibresi sapmaz. Yani iletkende hiçbir emk indüklenmez.

Faraday kanununa göre, bir iletken kuvvet çizgilerine dik olarak hareket ettirildiğinde bir saniyede 10^8 maksvellik bir akıyı kesiyorsa, bu iletkende 1 voltluk bir emk indüklenir.

Manyetik kuvvet çizgileri yoğunluğu B gavs (maksvel/cm²) iletkenin boyu (L) cm ve iletkenin hızı V cm/sn olduğuna göre, iletkenin bir saniyede tarayacağı alan (L.V) cm² ve iletkenin 1 saniyede kestiği manyetik çizgileri (BLV) maksvel olur.

İletkende indüklenen emk, CGS birim sisteminde $e=B.L.V. 10^{-8}$ volt

MKS sisteminde, $e = B. L. V.$ Volt

B: Manyetik akı yoğunluğu, weber/m²

L: İletkenin boyu, metre

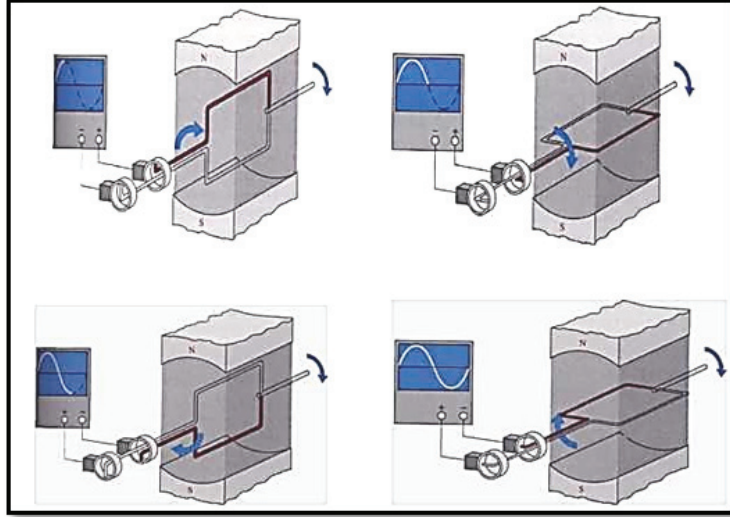
V: İletkenin hızı, m/saniye

e: E mk, volt

1. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

ELEKTROTEKNİK

Şekil 2.2'deki elektromıknatısın N ve S kutupları arasında düzgün bir manyetik alanın olduğunu kabul edelim. Bu alanın içinde, saat ibresi yönünde dairesel olarak dönebilen düz bir iletken bulunuyor. İletken döndürüldüğünde, manyetik kuvvet çizgilerini kestiği için iletkende bir emk indüklenir.



Şekil 2.2: a) NS kutupları içinde iletken hareketi b) A.A. dalga şekli

Şekil 2.3'de de görüldüğü gibi, V dairesel hızını 2 anında; manyetik kuvvet çizgilerine dik V_f ve manyetik kuvvet çizgilerine paralel V_p hızı olmak üzere iki bileşene ayırılır. V hızı ile döndürülen iletken 2 anında manyetik kuvvet çizgilerini V_f gibi bir hızla dik olarak keser. İletkenin manyetik kuvvet çizgilerini dik kesme hızı,

$$V_f = V \sin \alpha \text{ dır.}$$



Resim 2.1: Osiloskop ve ekran görüntüsü

İletkende indüklenen emk, iletkenin manyetik kuvvet çizgilerini dik kesme hızıyla doğru orantılıdır. Hızın manyetik kuvvet çizgilerine paralel olan bileşeni $V_t = V$.

Cosa dır. Manyetik kuvvet çizgilerine paralel olan hız ile iletkende indüklenen emk arasında hiçbir ilişki yoktur. Yani, iletkenin manyetik kuvvet çizgilerine paralel hareket etmesi iletkende hiçbir emk indüklenmez. Düzgün dairesel bir hızla düzgün bir manyetik alan içinde dönen iletkende emk;

$e = B \cdot L \cdot V \cdot \sin \alpha$ formülü ile hesaplanır.

Şekil 2.2' deki iletkende, değişik anlarda indüklenen emk'leri bularak şekil 2.2b deki emk eğrisi çizilebilir.

1. anında: İletken V hızı ile manyetik kuvvet çizgilerine paralel hareket ediyor. Bu anda $\alpha=0$ dır. İletken manyetik kuvvet çizgilerini dik olarak kesmiyor. Yani, $V_f = V \cdot \sin 0^\circ = 0$ dır. Şu halde 1. anında iletkende indüklenen emk sıfırdır.

2. anında: İletken manyetik kuvvet çizgilerini kesme açısı 45° dir. Manyetik kuvvet çizgilerini dik kesen hız bileşeni $V_f = V \cdot \sin 45^\circ$ dir. İletkende V_f ile orantılı olarak bir emk indüklenir.

3. anında: iletkenin manyetik kuvvet çizgilerini kesme açısı $\alpha=90^\circ$ dir. $V_f = V \cdot \sin 90^\circ = V$ olur. İletkenin kestiği manyetik kuvvet çizgilerinin sayısı maksimum olduğundan, indüklenen emk da maksimum olur. 3 anında, iletken S kutbunun tam altındadır.

4. anında: iletken kuvvet çizgilerini $\alpha=135^\circ$ lik bir açı ile keser. Manyetik kuvvet çizgilerini dik kesen hız bileşeni 3 anından sonra azalmıştır. $V_f = V \cdot \sin 235^\circ = V \cdot \sin(90^\circ + 45^\circ)$, 4 anında indüklenen emk azalır.

5. anında: iletken nötr eksenini üzerinde ve manyetik kuvvet çizgilerine paralel olarak V hızı ile hareket eder. $\alpha=180^\circ$ dir. $E = B \cdot L \cdot V \cdot \sin 180^\circ = 0$ volt olduğu görülür. 1.,2.,3.,4. ve 5. anlarında iletken manyetik kuvvet çizgilerini soldan sağa doğru olan bir hareketle kesmiştir. 5. anından sonra iletkenin manyetik alan içindeki kuvvet çizgilerini dik kesen hareketinin yönü değişir. Sağdan sola doğru olur. Dolayısıyla, 5. anından sonra iletkende indüklenen emk'in de yönü değişir.

6. anında: iletken manyetik kuvvet çizgilerini kesme açısı $\alpha=180^\circ + 45^\circ = 225^\circ$ olur. İndüklenen emk negatif yönde biraz artmıştır.

7. anında: iletkenin manyetik kuvvet çizgilerini kesme açısı $\alpha=270^\circ$ yani 90° dir. Bu anda iletken N kutbunun altında ve kestiği akı maksimum olduğu için indüklenen emk de maksimum olur.

1. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

ELEKTROTEKNİK

8. anında: İletken manyetik kuvvet çizgilerini dik kesme hızı azaldığı için indüklenen emk azalır. 1. anında indüklenen emk tekrar sıfır değerine düşer.

$\alpha=90^\circ$ iken, $v_f=V \cdot \sin \alpha=V \cdot \sin 90=V$ olacaktır. Bu durumda iletkenin manyetik akıyı dik kesme hızı yüksek değerde olacağından, indüklenen emk de maksimum değerde olur.

$$e = B \cdot L \cdot V \cdot 10^{-8} = E_m$$
$$e = E_m \cdot \sin \alpha$$

α açısının değerine göre, değişik anlarda indüklenen emk'in yönü ve değerini bu formülle ifade edilir. Alternatif gerilimin herhangi anındaki değeri bulunabilir. Diğer bir ifade ile bu formül alternatif gerilimin ani değer formülüdür.

Düzgün bir manyetik alan içerisindeki bir iletkenin uçlarında indüklenen emk'i adım adım incelendi. İletken indüklenen emk sıfırdan başlayarak 900 de pozitif maksimuma yükselip 1800 de sıfıra düşmekte sonra ters yönde 2700 de negatif maksimuma yükselip tekrar 3600 de sıfıra düşmektedir. İletkenin sürekli dönmesi ile bu değişim periyodik olarak tekrarlanmaktadır. Bu değişime göre elde edilen emk'e alternatif emk denir. Bu grafikte α açısı yatay eksen ve üretilen emk dikey eksen de gösterilmiştir. Emk, α açısının sinüsü ile orantılı olarak değiştiğinden elde edilen bu eğri sinüs eğrisidir. Dolayısıyla, üretilen emk de sinüzoidal bir emk'dir.

ÖRNEK:

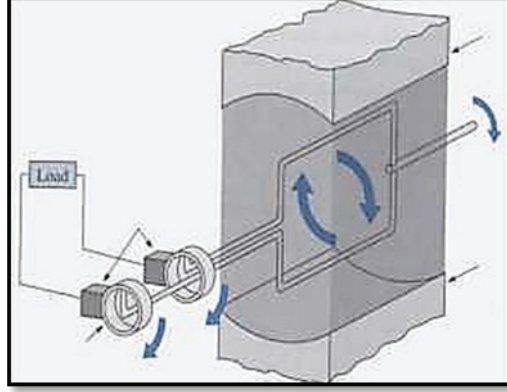
Manyetik alan içerisinde, sabit hızla döndürülen bir iletkene indüklenen emk'in maksimum değeri 24 voltur. Bu iletkenin $\alpha=45^\circ$ iken indüklenen gerilimin ani değeri nedir?

ÇÖZÜM:

$$E_m = 24 \text{ volt ani değer formülü } e = E_m \cdot \sin \alpha$$
$$\alpha=45^\circ \text{ ise } \sin \alpha = \sin 45 = 0,707 \quad e = 24 \times 0,707 = 19 \text{ Volt}$$

Bir iletkende döndürülmekle elde edilecek emk küçük olur. Şekil 2.4'te görüldüğü gibi, bir sarımlı bir bobin N ve S kutuplarının arasında döndürülürse, sarımın her iki kenarında indüklenen emk'ler birbirine eklendiği için tek iletken göre, iki kat emk elde edilir. N S kutupları arasına bir sarımlı bobin yerine (n) sarımlı bir bobin konur ve bobinin uçları da şekil 2.3 deki gibi bileziklerle bağlanırsa, bobin döndürüldüğünde indüklenenecek olan emk'in (n) katı olur.

Çünkü, (n) sarımın her birinde indüklenen emk'ler, birbirine seri bağlı olduğu için, birbirine eklenir. Bileziklere sürtünen fırçalar yardımı ile bobinde indüklenen sinüzoidal emk, bir alıcıya uygulanabilir.



Şekil 2.3: Üretilen emke yük direncinin bağlanması

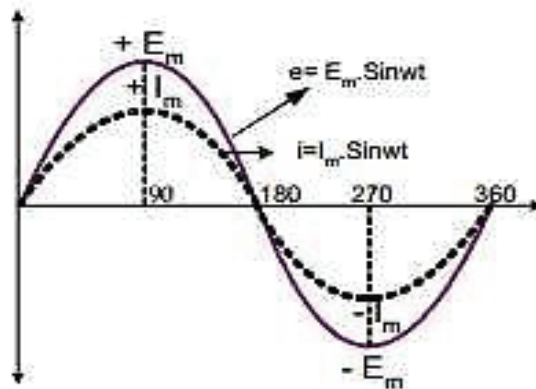
Sinüzoidal emek R direncine uygulanınca devreden alternatif bir akım geçer. Ohm kanununa göre, herhangi bir anda dirençten geçen akım;

$$i = \frac{E_m \cdot \sin a}{R} = \frac{E_m}{R} \sin a$$

İfadesinde $E_m/R = I_m$ değeri yerine konulursa

$$i = I_m \cdot \sin a$$

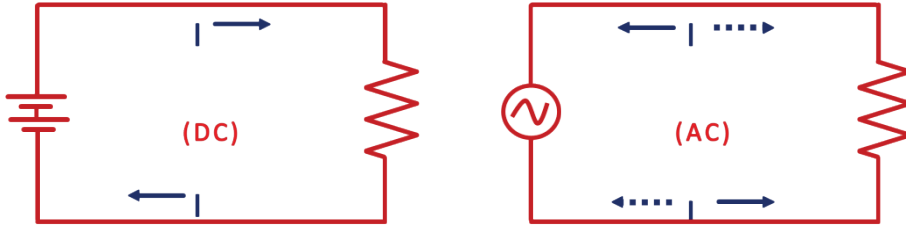
İfadesi akımın herhangi bir anındaki genel ifadesini verir. Bu akımda sinüzoidal bir akımdır. Şekil 2.4'te emk ve akımın dalga şekilleri görülmektedir.



Şekil 2.4: Emk ve Akımın dalga şekilleri

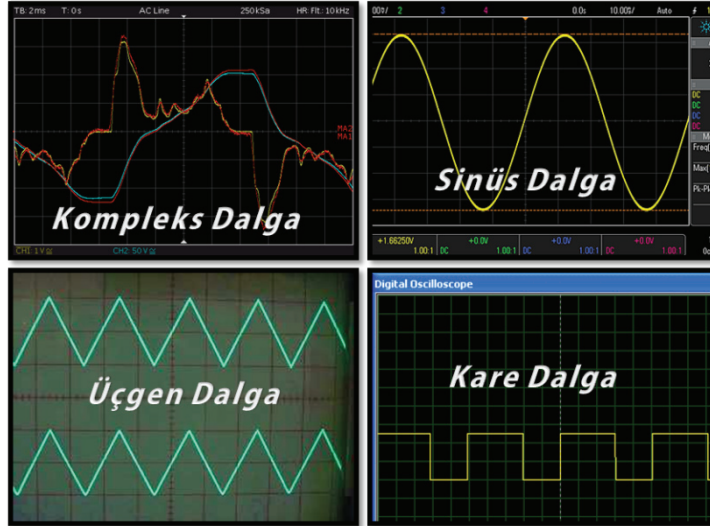
2.2.2 ALTERNATİF AKIMIN TANIMI

Zaman içerisinde yönü ve şiddeti belli bir düzen içerisinde değişen akıma alternatif akım denir. En bilinen A.C dalga biçimi sinüs dalgasıdır. Yine de farklı uygulamalarda üçgen ve kare dalga gibi değişik dalga biçimleri de kullanılmaktadır. Doğru akım ve alternatif akım devrelerinde akım yönleri Şekil 2.5'da görüldüğü gibidir. D.C. gerilim kaynağı bulunan devrede akım üreticinin "+" kutbundan "-" kutbuna doğru direnç üzerinden geçerek ulaşır.



Şekil 2.5: Alternatif ve doğru akım devreleri

A.C gerilim kaynağı bulunan devrede ise kaynağın sabit bir "+" ya da "-" kutbu yoktur. Kutuplar sürekli değiştiği için her kutup değişiminde direnç üzerinden geçen akımın da yönü değişecektir. Bu şekilde zamana göre yönü ve şiddeti değişen akıma alternatif akım denir. Alternatif akım gerilim kaynağına ise alternatif gerilim kaynağı denir.

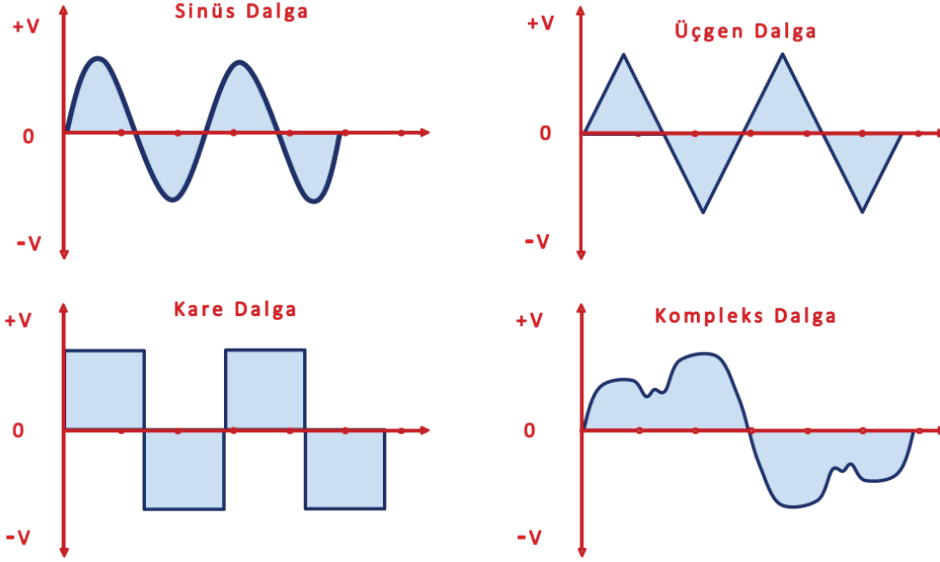


Resim 2.2: Alternatif akım eğrileri (osilaskop ekran görüntüsü)

Bir alternatif gerilim kaynağının uçlarından birinin potansiyeli toprağa göre sıfır (0) iken diğer ucun potansiyeli sürekli artı (+) ve eksi (Kaynağın sıfır potansiyelli

ucu nötr olarak adlandırılırken diğer uç faz ya da canlı uç olarak adlandırılmaktadır. Resim 2.2'de farklı alternatif kaynaklarına ait gerilim eğrileri görülmektedir.

Üretim ve iletim avantajlarının dışında alternatif akım kullanımda da bazı avantajlara sahiptir.



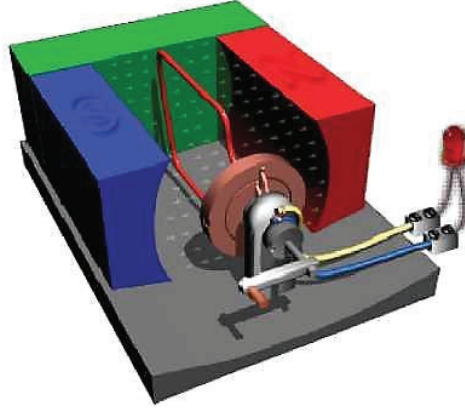
Şekil 2.6: Alternatif akım eğrileri

Örneğin alternatif akım makinelerinin daha basit yapıda ve daha az bakım gerektirmeleri ve doğru akım ihtiyacı olan cihazlar için kolaylıkla doğru akıma çevrilebilmesi alternatif akımın başlıca üstünlükleridir. Doğru akımın alternatif akıma dönüştürülmesi işlemi daha karmaşık ve daha pahalıdır.

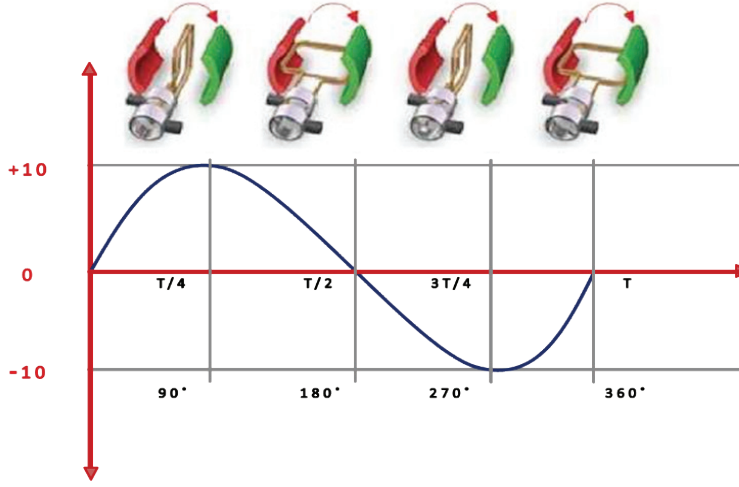
2.2.3 ALTERNATİF AKIMIN ELDE EDİLMESİ

Alternatif akım ya da gerilimin elde edilmesinde alternatör denilen aygıtlar kullanılır. Bir fazlı alternatör modeli ve A.C' nin elde edilmesi şekil 2.7'de gösterilmektedir.

Manyetik alan içinde tel çerçeve dönerken tam devir için (360° lik dönüş için) geçen süre T ise bu süre içinde akımın zamana bağlı değişimi şekil 2.8'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7: Bir fazlı alternatör modeli

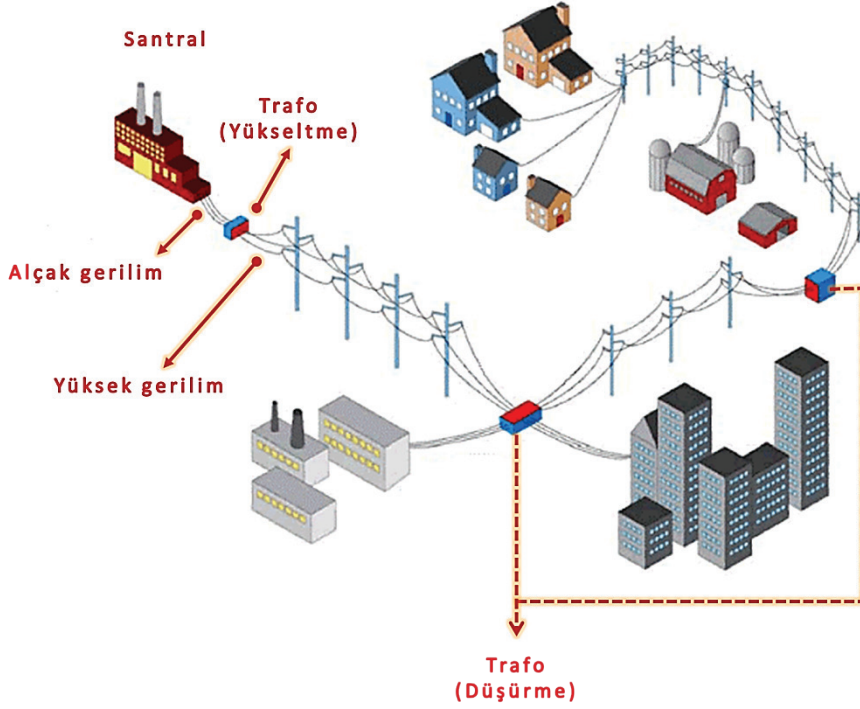


Şekil 2.8: Manyetik alan içinde hareket eden iletkenin oluşturacağı sinüs dalga

Tel çerçevenin harekete başladığı an ile $T/4$ zaman aralığında akım, sıfırdan pozitif maksimum değere ulaşır $T/4$ ile $T/2$ zaman aralığında akım maksimum değerinden en küçük değerine iner.

$T/2$ ile $3T/4$ zaman aralığında sıfırdan negatif maksimum değerine ulaşır. $3T/4$ ile T zaman aralığında ise akım ters yönde maksimum değerinden başlangıç konumuna döner. Böylece tel çerçeve 3600 dönmüş olur. Akım bu esnada iki kez yön değiştirir.

A.C gerilim, elektrik santrallerinde çok daha büyük alternatörler yardımıyla üretilir. Üretilen bu A.C gerilim iletim hatlarında meydana gelebilecek kayıpları azaltabilmek için transformatörler ile yükseltilir.



Şekil 2.9: A.C. gerilimin üretilmesi ve aktarılması

Gerilim yükseltirken akım düşürülerek iletim hatlarında kullanılan iletkenlerin çapları da küçültülmüş olur. Son kullanıcıya ulaştırılmadan önce bu yüksek gerilim tekrar transformatörler ile düşürülür. Bu sefer gerilim düşürülürken akım yükseltilmiş olur (Şekil 2.9). Bu konuda ayrıntılı bilgi transformatörler konusunda verilecektir.

2.2.4 SİNÜS DALGASI

Alternatör ile A.C gerilim üretilirken akım yönünün zamanın bir fonksiyonu olarak sürekli değiştiğinden daha önce bahsedilmişti. Alternatör ile üretilen bu alternatif akım ya da gerilimin şekli sinüs dalgası (sinüzoidal sinyal) olarak isimlendirilir.

Sinüs dalgası alternatörün dairesel dönme hareketinden dolayı oluşan bir şekildedir. Şekil 2.9 incelendiğinde birim çember içinde dönme hareketini temsile görülebilir. Vektörün başlangıç noktası çemberin merkezidir.

Sıfır noktasından (00) başlayıp bir tam dönme hareketini yaptıktan sonra tekrar başlangıç noktasına (00 ya da 3600) dönmesi esnasında vektörün çember üzerinde kestiği noktalar koordinat düzlemine aktarılır ve daha sonra bu noktalar birleştirilirse ortaya sinüs dalga şekli çıkacaktır. Sinüs sinyalinin gösterildiği düzlemde

“x” eksenini hareket açısını ya da açı zamanını “y” eksenini ise oluşan alternatif akım ya da gerilimin genliğini gösterir.

Kutup Sayısı(2P)	2	4	6	8	10	12
Devir Sayısı (d/d)	3000	1500	1000	750	650	500

Tablo 2.1: Belirli açılarının radyan karşılıkları

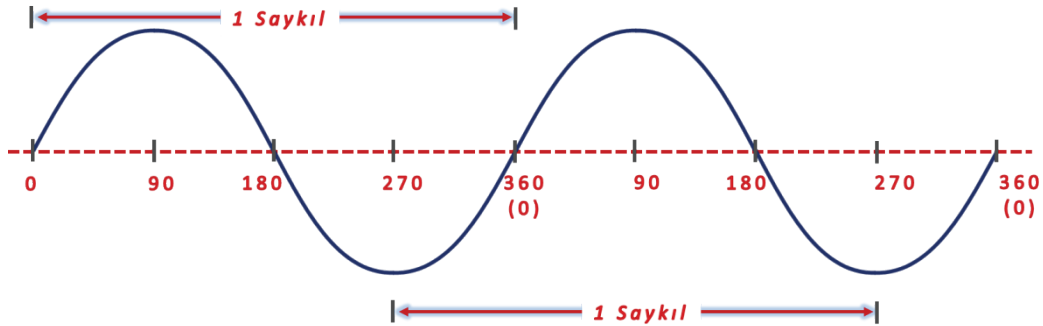
Birim çemberde vektörün konumu (koordinat düzleminde x eksenine karşılık gelir) açı, zaman ya da radyan cinsinden belirtilebilir. Tablo 2.1’de belirli açılarının radyan karşılıkları verilmiştir.

2.3 PERYOT, ALTERANS, FREKANS, AÇISAL HIZ VE DALGA BOYUNUN TANIMI

Alternatif akıma ait bazı terimlerin anlaşılması konunun anlaşılmasını kolaylaştıracaktır.

2.3.1 SAYKIL

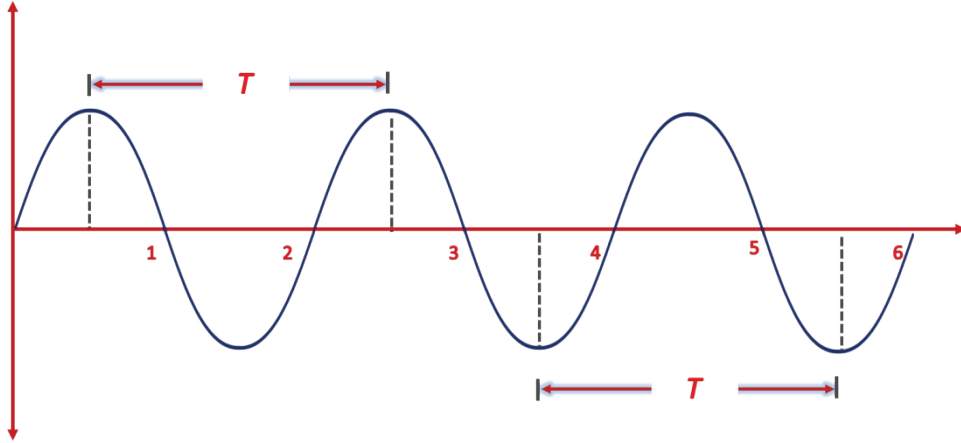
Saykıl, alternatörün bir tam tur dönmesiyle meydana gelen dalga şeklindedir. Sinüs dalgasında bir saykıl gerçekleştiğinden sonra sinyal kendini tekrarlamaya başlar. Şekil 2.10’da görüldüğü gibi bir saykılı tespit edebilmek için sinüs sinyalinde başlangıç olarak kabul edilen açı değerinden (x düzleminde) 360 derece ileri ya da geri gidilir. Başlangıç ve bitiş noktaları arasında kalan dalga şekli bir saykılı gösterir.



Şekil 2.10: Sinüs dalgasında saykıl

2.3.2 PERİYOT

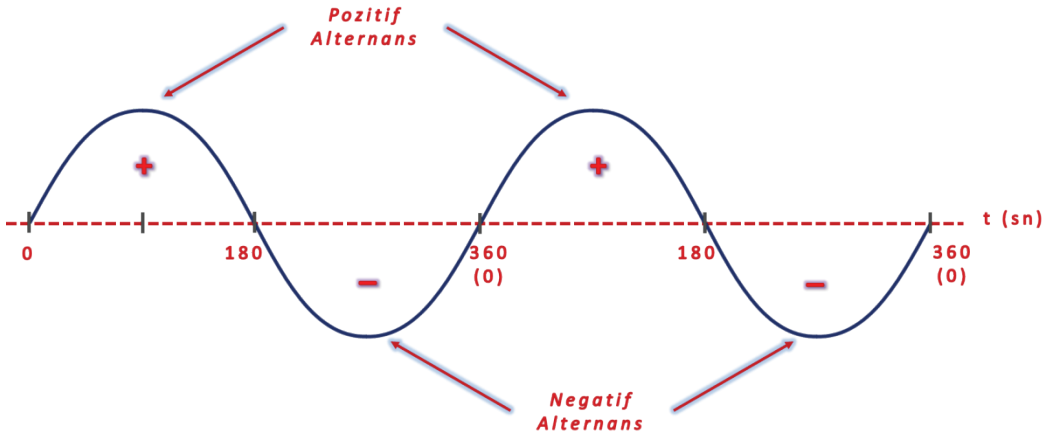
Bir saykılın gerçekleşmesi için geçen süreye periyot denir. Periyot birimi saniye (s) dir ve "T" ile gösterilir. Şekil 2.10 incelendiğinde periyodu T1 ile gösterilen sinüs sinyalinin bir saykılını 4 saniyede tamamladığı yani periyodunun T1=4s olduğu görülebilir. Periyodu T2 ile gösterilen sinüs sinyali ise (Şekil 2.11) bir saykılını 2 saniyede tamamlamıştır. Yani bu sinyalin periyodu T2=2s olur.



Şekil 2.11: Sinüs dalgasında periyot

2.3.3 ALTERNANS

Bir sinüs sinyalinde x eksenini referans olarak kabul edilirse sinyalin x ekseninin üzerinde kalan kısmı pozitif (+) alternans, altında kalan kısmı ise negatif (-) alternans olarak isimlendirilir (Şekil 2.11).



Şekil 2.12: Sinüs dalgasında alternans

2.3.4 FREKANS

Alternatif akım veya gerilimin bir saniyede oluşan periyot sayısına veya saykıl sayısına frekans denir. Frekans f harfi ile ifade edilir. Birimi saykıl/saniye, periyot/saniye veya Hertz'dir. Periyot ile frekans arasındaki ifade şu şekildedir.

$$f = \frac{1}{T}$$

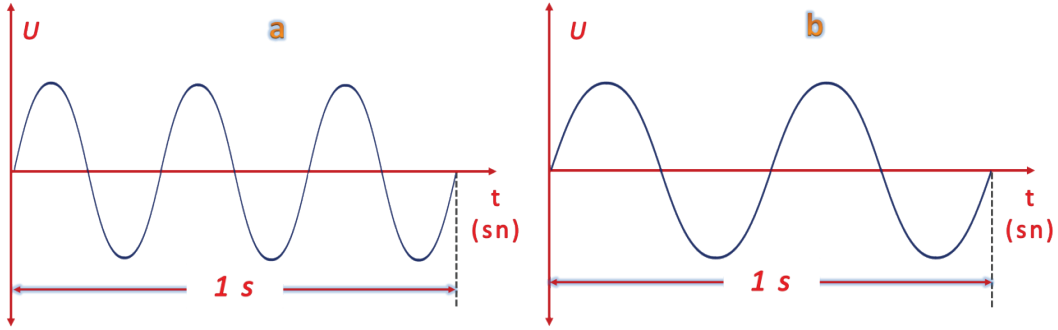
$$T = \frac{1}{f}$$

Frekansın birimi olan hertz'in as katları mevcut değildir. Üst katları ise kilohertz, megahertz ve gigahertz olarak sıralanabilir. Bu dönüşümler ise;

$$1\text{Hz} = 10^{-9}\text{GHz}$$

$$1\text{Hz} = 10^{-6}\text{MHz}$$

$$1\text{Hz} = 10^{-3}\text{kHz}$$



Şekil 2.13: Düşük ve yüksek frekans

Bu ifadeler kendi aralarında biner biner büyür ve küçülür. Şekil 2.13'de düşük ve yüksek frekans görülmektedir. Dikkat edilirse (a) da bir saniyede iki saykıl oluşurken (b)de ise üç saykıl oluşmaktadır.

Bu duruma göre de dalgaların frekansı değişmektedir. Türkiye de kullanılan alternatif gerilimin frekansı 50 Hz olduğu da bilinmelidir. Bu demektir ki sinüzoidal dalga bir saniyede elli kez oluşmaktadır.

ÖRNEK:

Şekil 2.13'de verilen gerilimin frekansını bulunuz.

ÇÖZÜM:

Şekil 2.13 (a) daki dalga şeklinin frekansını bulmak için bir saniyedeki saykıl sayısı bulunur. Burada 1 saniyede iki saykıl oluşmaktadır.

Bu durumda periyot $T=1/2 =0.5$ s dir. Dalganın frekansı ise;

$$f = \frac{1}{0,5} = 2Hz$$

Şekil2.13 (b)deki dalga şeklinin frekansını bulmak için ise bir saniyedeki saykıl sayısı bulunur. Burada 1 saniyede üç saykıl oluşmaktadır.

Bu durumda periyot $T=1/3 =0.3333$ s dir. Dalganın frekansı ise;

$$f = \frac{1}{0,3333} = 3Hz$$

ÖRNEK:

Alternatif gerilimin bir periyodunun oluşması için geçen süre 10 ms ise bu gerilimin frekansı nedir?

$$T = 10ms = 10 \cdot 10^{-3}s \quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10ms} = \frac{1}{10 \cdot 10^{-3}s} = 100Hz \text{ bulunur}$$

2.3.5 AÇISAL HIZ

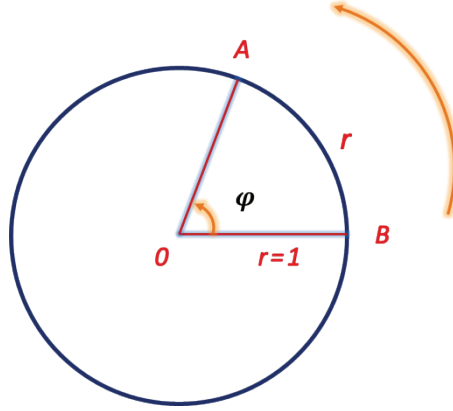
Sinüs sinyalinde açısal hız, sinyalin saniyede radyan cinsinden kaç salınım yaptığını gösteren bir parametredir. Açısal hız (omega) ile gösterilir. Zamanın bir fonksiyonu olarak sinüs sinyalinin matematiksel olarak genel formu aşağıdaki gibidir:

$$y(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

A : Sinyalin genliğini, yani sinyalin alabileceği en büyük gerilim değerini,

ω : açısal hızı,

φ : faz açısını, yani $t=0$ anındayken sinyalin açısal pozisyonunu belirtir.



Şekil 2.14: Açısal hız

Şekil 2.14'de görüldüğü gibi, yarıçapı r olan bir çember üzerindeki A noktası hareket ederek tekrar A noktasına geldiğinde kat ettiği yol $2\pi r$ ve taradığı açıda 360° dir. A noktasının çember üzerinde yarı çap kadar bir yol alarak B noktasına geldiğinde, kat ettiği açıya 1 radyan denir. A noktası bir devrinde ($2\pi r / r = 2\pi$) radyanlık bir açıyı taramış olur. Yarı çapı 1 olan bir çember üzerindeki bir noktanın bir devrinde kat ettiği açı 2π radyandır.

Şu halde, 360 derece 2π radyana, π radyan 180° eder. Açısal hız genellikle radyan/saniye ile ifade edilir. Ve ω (omega) harfi ile gösterilir. N ve S kutupları arasında döndürülen bir bobinin açısal hızının ω rad/s oluşunu kabul edelim. Bobinin herhangi bir t saniyede kat ettiği açı ωt dir. Bobinde indüklenen emk'in herhangi bir anındaki değeri $e = E_m \cdot \sin \alpha$ dir. α bobinin herhangi bir t zamanında kat ettiği açı olduğuna göre,

$\alpha = \omega t$ yazılabilir. Emk $e = E_m \cdot \sin \omega t$ olur.

Bir sinüs dalgası (1 periyot) 360° yani 2π radyandır. Frekansı (f) olan bir emk, bir saniyede f tane periyot çizer. Emk'in açısal hızı, $\alpha = 2\pi f$ radyan/saniye olur. Bu değer emk formülünde yerine konulursa alternatif gerilimin herhangi bir anındaki değer formülü ortaya çıkar.

$e = E_m \cdot \sin \alpha = E_m \cdot \sin \omega t = E_m \cdot \sin 2\pi f t$ olur.

ÖRNEK:

Bir alternatörde üretilen 60 Hz frekanslı sinüzoidal emk'in maksimum değeri 100 Volttur. Emk'in açısal hızını 0,005 saniyedeki ani değerini hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

Açısal hız, $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 60 = 377 \text{ rad/s}$

$T=0,005$ saniyedeki α açısı,

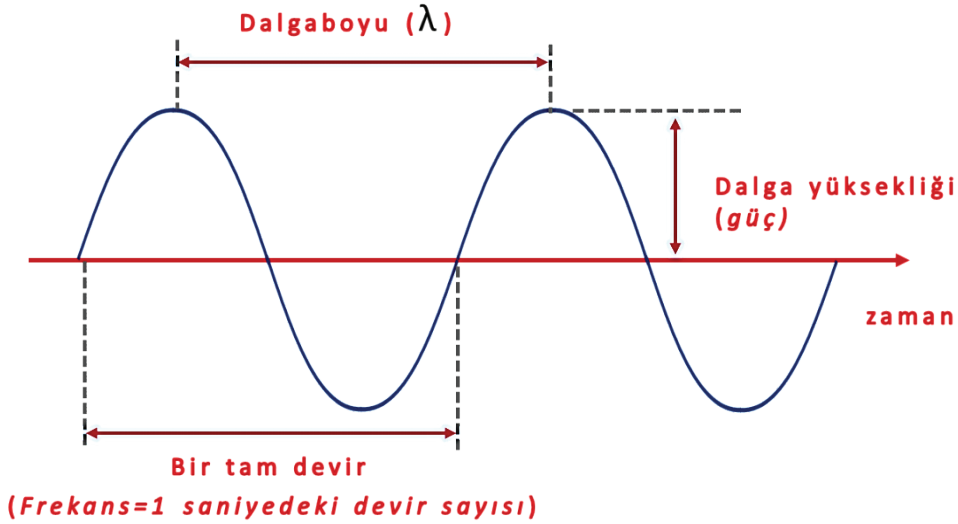
$\alpha = \omega t = 377 \cdot 0,005 = 1,89$ radyan bulunur.

$\alpha = 1,89 \cdot (360 / 2\pi) = 1,89 \cdot 57,3^\circ = 108^\circ = 0,951$

$e = E_m \cdot \sin \alpha = 100 \cdot 0,951 = 95,1 \text{ Volt}$

2.3.6 DALGA BOYU

Dalga boyu, sinüs sinyalinin iki saykılının birbirinin aynı olan iki noktası (örneğin saykıl başlangıçları) arasındaki uzaklıktır. " λ " ile gösterilir (Şekil 2.15).



Şekil 2.15: Sinüs dalgasında dalga boyu

Dalga boyu aşağıdaki formülle ifade edilir:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Burada:

λ : dalga boyunu, metre (m),

v : dalga hızını, metre/saniye (m/s),

f : sinyalin frekansını, hertz (Hz) ifade eder.

Elektromanyetik radyasyon ya da ışık serbest ortamda, ışık hızıyla yani yaklaşık $3 \times 10^8 \text{ m/sn}$. hızla hareket eder. Havadaki ses dalgalarının hızı ise oda sıcaklığında ve atmosfer basıncında 343 m/sn 'dir.

ÖRNEK:

100MHz frekansa sahip elektromanyetik (radyo) sinyalinin dalga boyu:

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{100 \cdot 10^6} = 3m \text{ olarak bulunur.}$$

ÖRNEK:

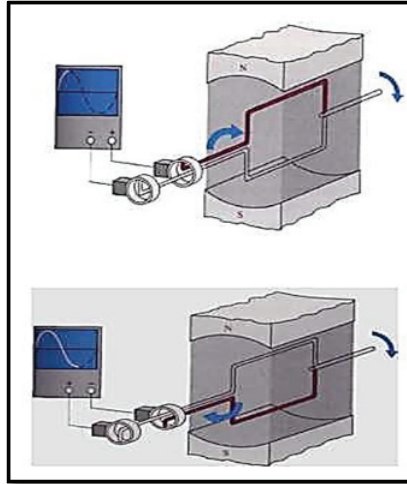
Dalga uzunluğu 1600 m olan İstanbul radyosunun yayın frekansını bulunuz?

ÇÖZÜM:

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f} = \text{formülünden } f \text{ çekersek; } f = \frac{3 \cdot 10^8}{1600} = 187 \text{ kHz}$$

2.4 ALTERNATİF AKIMDA KUTUP SAYISI İLE DEVİR SAYISININ FREKANSA ETKİSİ

Şekil 2.16'da olduğu gibi N ve S kutupları arasındaki iletkenin bir devrinde iletken 360° veya 2π radyanlık bir açı kat eder. İletkende bir periyotluk bir emk indüklenir. İletken dakikada N devirle döndürülürse, indüklenen emk'in frekansı (n/60) herz olur. Şu halde, indüklenen emk'in frekansı, saniyedeki devir sayısı ile doğru orantılıdır. Kutup sayısı arttıkça dalga sayısı da artacağından frekansta bu doğrultuda artacaktır.



Şekil 2.16: Alternatif Akımda Kutup Sayısı İle Devir Sayısının Frekansa Etkisi

Bir alternatif akım alternatörünün kutup sayısı (2P) ve dakikadaki devir sayısı-
da N olduğuna göre, indüklenen emk'in frekansı;

$$f = \frac{P \cdot N}{60} \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

Formüldeki harflerin anlamları;

- f : Frekans, Herzt
 P : Çift kutup sayısı (*aynı adlı kutup sayısı*)
 N : Dakikadaki devir sayısı, Devir/dakika

Dört kutuplu bir alternatörde rotorun bir devrinde iletken 360° lik bir geometrik açıyı katetmiş olur. Emk ise (2.360) derecelik açıyı kat eder.

ÖRNEK:

4 kutuplu bir alternatörden, 50 Hz frekansı ve 100 Hz frekanslı alternatif akım üretilebilmek için, rotor kaç devirle döndürülmelidir?

ÇÖZÜM:

$$f = \frac{P \cdot N}{60} \text{ formülden } N \text{ çekersek: } N = \frac{60 \cdot f}{p}$$

$$f = 50 \text{ Hz} \quad N = \frac{60 \cdot 50}{2} = \frac{1500 \text{ d}}{\text{d}} \quad f = 100 \quad N = \frac{60 \cdot 100}{2} = 3000 \text{ d/d}$$

ÖRNEK:

6 kutuplu bir alternatör 1000 d/d ile döndürülmektedir. Üretilen emk'in maksimum değeri 200 voltur. (a) Frekansı; (b) Açısal hızı (c) t=0,01 saniyedeki emk'in değerini hesaplayınız?

ÇÖZÜM:

$$(a) f = \frac{P \cdot N}{60} = \frac{3 \cdot 1000}{60} = 50 \text{ Hz} \quad f = \frac{P \cdot N}{60} = \frac{3 \cdot 1000}{60} = 50 \text{ Hz}$$

$$(b) \quad \omega = 2\pi f = 2\pi 50 = 2.3,14.50 = \frac{314 \text{radyan}}{\text{sa}} = \omega t = 314.0,01 = 3,14$$

$$\text{derece} = \left(\frac{180^0}{n(\text{rad})} \right) \cdot \text{rad} = \left(\frac{180^0}{n} \right) \cdot 3,14 = 180^0$$

$$(c) \quad e = Em \cdot \sin \omega t = Em \cdot \sin 180^0 = Em \cdot 0 = 0 \text{ volt}$$

Kutup Sayısı(2P)	2	4	6	8	10	12
Devir Sayısı (d/d)	3000	1500	1000	750	650	500

Tablo 2.2: 50 Hz Frekansı alternatörün kutup sayıları ve devirleri

2.5 ALTERNATİF AKIM VE GERİLİM DEĞERLERİ

2.5.1 ALTERNATİF AKIM DEĞERLERİ

A.C'de sinyalin genlik değeri sürekli olarak değiştiğinden akım ve gerilim değerleri için birden çok ifade belirlenmiştir. Pratikte A.C için ani değer, maksimum değer, ortalama değer ve etkin değer olmak üzere çeşitli parametreler kullanılmaktadır.

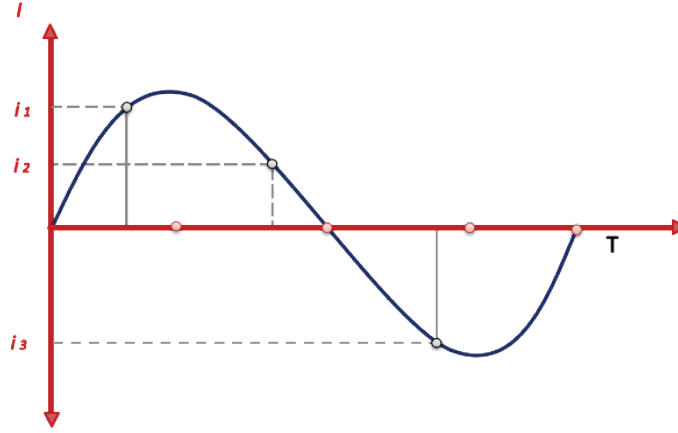
2.5.2 ANİ DEĞER

Sinüs şekline sahip ve şiddeti sürekli değişen alternatif akım ya da gerilimin herhangi bir t anındaki genlik değerine ani değer denir. (Şekil 2.17) Ani değerler küçük harflerle gösterilir. Ani gerilim " v " ile ani akım ise "i " ile gösterilir. Ani değerler şu şekilde ifade edilir.

Akımın ani değeri: $i = I_m \cdot \sin \omega t$

Gerilimin ani değeri: $v = V_m \cdot \sin \omega t$

Burada V_m ve I_m , gerilim gerilim ve akımın maksimum değerleridir.



Şekil 2.17: Sinüs dalgasında ani değer

ÖRNEK:

f=50Hz frekansa sahip ve maksimum değeri V_m 220 V A.C gerilimin t= 20ms anındaki ani değeri bulunmak istenirse;

$$v = V_m \cdot \sin \omega t = 220 \cdot \sin(2\pi \cdot 50 \cdot 2/100) = 220 \cdot \sin(2\pi) = 0v \text{ olarak bulunur.}$$

$$(\sin 2\pi = \sin 360 = 0' \text{ dır})$$

ÖRNEK:

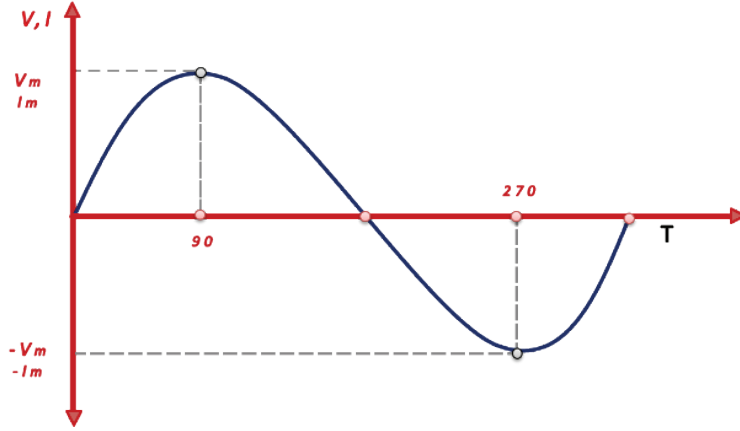
Bir alıcı uçlarındaki 50 Hz'lik gerilimin maksimum değeri 310 V'tur. Alıcı uçlarında t = 0,00166s anındaki gerilimin ani değerini hesaplayalım.

$$\omega = 360 \cdot f = 360 \cdot 50 = 18000$$

$$v = V_m \cdot \sin \omega t = 310 \cdot \sin(18000 \cdot 0,00166) = 310 \cdot \sin(30) = 310 \cdot 0,5 = 155V$$

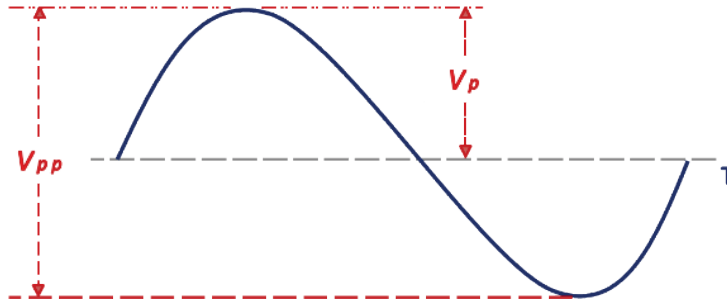
2.5.3 MAKSİMUM DEĞER

Maksimum değer, alternatif akım ya da gerilimin ani değerlerinin en büyüğüdür. Gerilimin maksimum değeri V_m , akımın maksimum değeri I_m ile gösterilir. Sinüs dalga şekline sahip alternatif akım ya da gerilim, pozitif maksimum değerini (+ V_m ,+ I_m) 900 ya da $\pi/2$ 'de, negatif maksimum değerini (+ V_m ,- I_m) ise 2700 ya da $3\pi/2$ 'de alır (Şekil 2.18).



Şekil 2.18: Sinüs dalgasında maksimum değer

Sinüs dalgasında pozitif ve negatif maksimum değerler arasındaki genlik değerine tepeden tepeye gerilim denir ve V_{pp} (pp, İngilizce peak to peak –pik tu pik diye okunur teriminin kısaltmasıdır) olarak isimlendirilir (Şekil 2.19). Pozitif maksimum değer $+V_p$, negatif maksimum değer de $-V_p$ olarak da isimlendirilir.

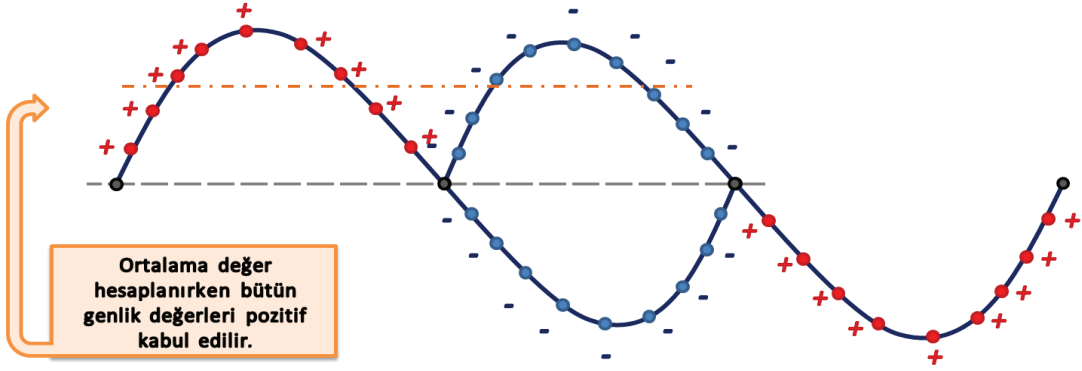


Şekil 2.19: Sinüs dalgasında V_{pp} ve V_p değerleri

2.5.4 ORTALAMA DEĞER

Alternatif gerilimin veya akımın yarım periyot içinde aldığı bütün ani değerlerin ortalamasına "ortalama değer" denir. Büyük harflerle ifade edilir. Ortalamayı ifade eden "or" kısaltması konulur. U_{or} (avg), I_{or} , P_{or} gibi.

Alternatif akımın bir periyodunda pozitif alternans ve negatif alternanslar vardır. Pozitif alternans ve negatif alternanslar birbirlerine eşit olduğu için bir periyodun ortalama değeri sıfırdır. Fakat yarım periyodun ortalama değeri sıfır değildir. Alternatif akımın eğrisi sinüs eğrisi olduğu için bu eğrinin ortalama değerini elde etmek için, eğrinin yarım periyodu üzerinde eşit aralıklı ani değerler alınır ve bunların ortalaması bulunur. Diğer bir ifade ile yarım periyodun alanı taranarak taranma değerine bölümü ile de bulunur.



Şekil 2.22: Sinüs dalgasında ortalama değer

Şekil 2.22'deki sadece pozitif alternansın ortalama değeri hesaplanacak olursa;

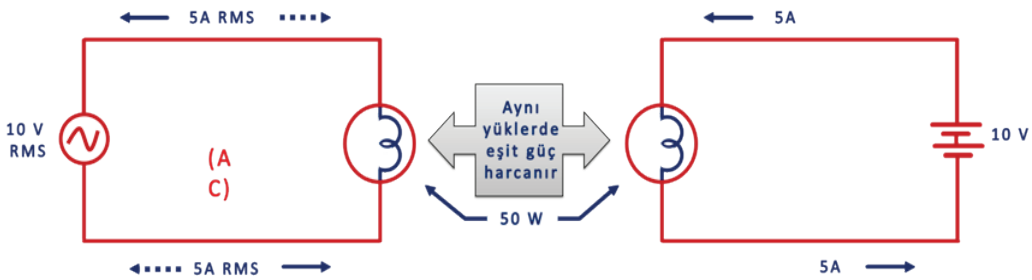
$$V_{ort} = 0,636 \cdot V_m$$

$$I_{ort} = 0,636 \cdot I_m \text{ eşitlikleri elde edilir}$$

$$V_{ort} = 0,636 \cdot V_m = 0,636 \cdot 10 = 6,36V \text{ olarak bulunur.}$$

2.5.5 ETKİN DEĞER

Etkin değer, A.C' nin bir alıcı üzerinde yaptığı işe eşit iş yapan D.C karşılığıdır. Örnek olarak belirli bir zaman aralığında bir ısıtıcıya verilen alternatif akımın sağladığı ısı miktarını elde etmek için aynı ısıtıcıya aynı sürede uygulanan doğru akımın değeri alternatif akımın etkin değeridir.



Şekil 2.23: Sinüs dalgasında etkin (efektif) değer

Şekil 2.23'de etkin değeri 10V olan bir alternatif gerilim kaynağı ve 10V D.C gerilim kaynağı uçlarına 50W değerinde bir lamba bağlanmıştır. Bu gerilim kaynaklarından her ikisi de lamba üzerinden 5A RMS akım geçirir ve dirençler üzerinde 50W güç etkisi yaratır. Dolayısıyla her iki direnç de aynı miktarda ışık enerjisi yayar.

A.C ampermetrede ölçülen akım ve A.C voltmetrede ölçülen gerilim etkin değerdir. Etkin gerilim V ya da V_{eff} (Ve) ile ve etkin akım değeri ise I_{eff} ya da (Ie) ile gösterilir.

Alternatif akım veya gerilim değeri söylenirken aksi belirtilmediyse söylenen değer etkin değeri ifade eder. RMS= Ortalama kare değeri (root mean square) anlamına gelir ve etkin değer, efektif değer olarak da isimlendirilir. Örneğin, şebeke gerilimi 220V denildiğinde bu değer şebeke geriliminin etkin değeridir.

Sinüs dalgasının etkin değeri aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$V_{eff} = 0,707.V_m$$

$$I_{eff} = 0,707.I_m$$

ÖRNEK:

10V maksimum değere sahip bir gerilim kaynağı 1Ω direnç ile seri bağlanmışsa direnç üzerindeki gerilimin RMS değeri;

$$V_{eff} = 0,707.V_m = 0,707.10 = 7,07V$$

Direnç üzerinden geçecek akımın RMS değeri ise;

$$I_{eff} = \frac{V_{eff}}{R} = \frac{7,07V}{1\Omega} = 7,07A \text{ olarak bulunur}$$

ÖRNEK:

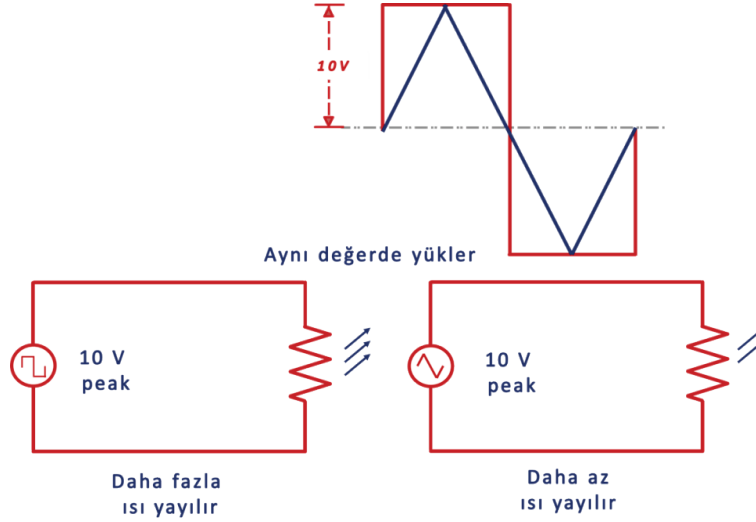
Şehir şebeke gerilimi 220 V olduğuna göre maksimum değeri hesaplanacak olursa;

$$V_{eff} = 0,707.V_m \Rightarrow V_m = V_m = \frac{V_{eff}}{0,707} = \frac{220V}{0,707} = 311,7V \text{ olarak bulunur}$$

Şekil 2.24 incelendiğinde kare ve üçgen dalga şekillerine sahip ve her ikisinin de maksimum değeri 10V olan sinyallerin aynı direnç uçlarına uygulandığı görülmektedir.

Kare dalgada $V_{eff}=V_p$, üçgen dalgada ise $V_{eff}= 0,577.V_p$ olduğundan uçlarına kare dalga uygulanan direnç daha fazla ısı yayacaktır.

Sinüs, kare ve üçgen dalgalarda etkin değer eşitlikleri incelendiğinde, büyüklük bakımından sıralamanın kare dalga, sinüs dalgası ve üçgen dalga şeklinde olduğu görülecektir. Sinüs dalgasında $V_{eff}= 0,707.V_p$ olduğunu hatırlayınız.



Şekil 2.24: Üçgen ve kare dalgada etkin değerler

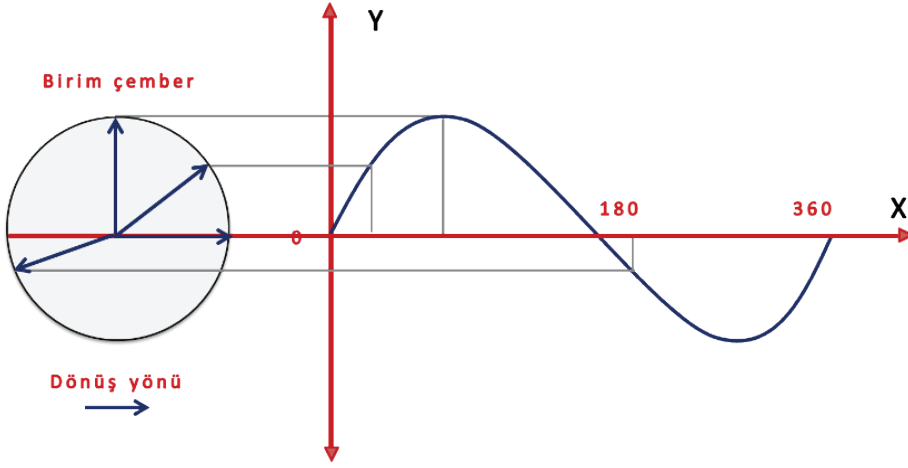
2.6 VEKTÖRLER VE SİNÜZODİAL EĞRİLER

Büyüklikler genellikle, skalar ve vektörel büyüklüklerdir. Yalnız genliği olan büyüklükler skaldır. Kütle, enerji ve sıcaklık derecesi gibi değerleri gösteren büyüklükler skaldır ve bunlar cebirsel olarak toplanabilirler.

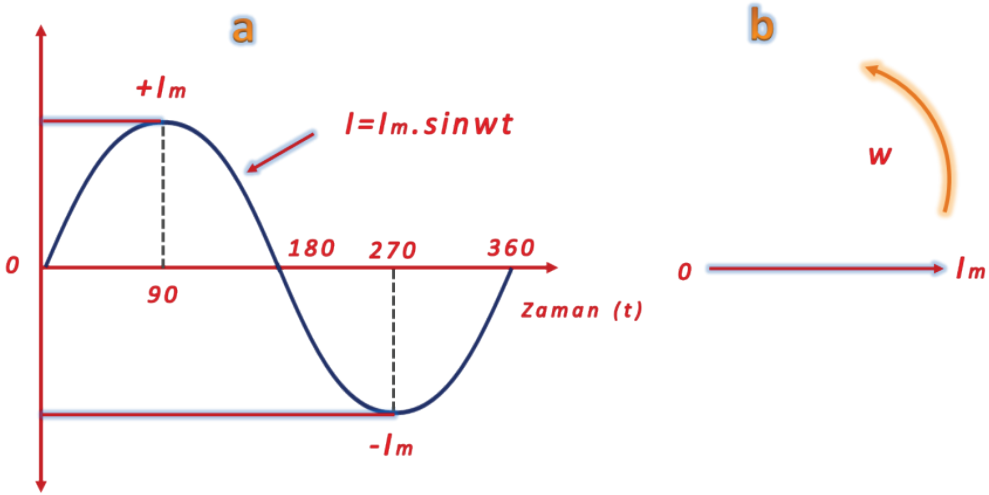
Genliği, doğrultusu ve yönü olan büyüklük vektörel bir değer skalar büyüklükleri ihtiva eder. A.A. devrelerine ait akım, gerilim, emk ve empedans gibi değerler vektördür. A.A gerilim sinüzoidal bir dalga şeklinde olduğundan bunun vektörel gösterimi açıklamak gerekir.

Şekil 2.25'te görülen B vektörünün, saat ibresinin ters yönünde ω (omega) açısal hızı ile döndüğünü kabul edelim. Herhangi bir t anında, B vektörünün katettiği açı $\alpha=\omega t$ dir. B vektörünün dik bileşeni (Y eksenindeki bileşeni) $B.\sin\alpha$ veya $B.\sin\omega t$ dir.

Değişik zamanlardaki B vektörünün durumunu gösteren katettiği açılar X ekseninde alındıktan sonra vektörün bu anlardaki düşey bileşenleri taşındığında şekil 2.25 (b) deki sinüs eğrisi elde edilir. Sinüs eğrisinin maksimum değeri, B vektörünün genliğine (boyuna) eşittir. Şu halde bir sinüs eğrisi, ω açısal hızı ile dönen ve genliği sinüs eğrisinin maksimum değerine eşit olan bir vektörle gösterilebilir.



Şekil 2.25: Dönen vektörün oluşturduğu sinüs eğrisi



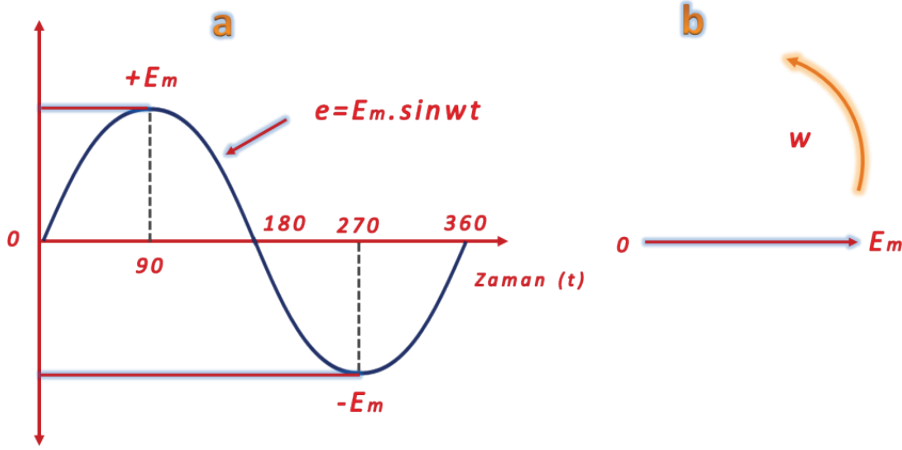
Şekil 2.26: Sinüzoidal akım ve vektörel gösterimi

$i = I_m \cdot \sin \omega t$ alternatif akımını, maksimum değeri I_m olan ve ω açısal hızı ile saat ibresinin ters yönünde dönen bir vektörle, şekil 2.26 (b) deki gibi gösterebiliriz.

$e = E_m \cdot \sin \omega t$ emk'in eğrisi ve vektörel gösterilişi şekil 2.27 gösterilmektedir.

1. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

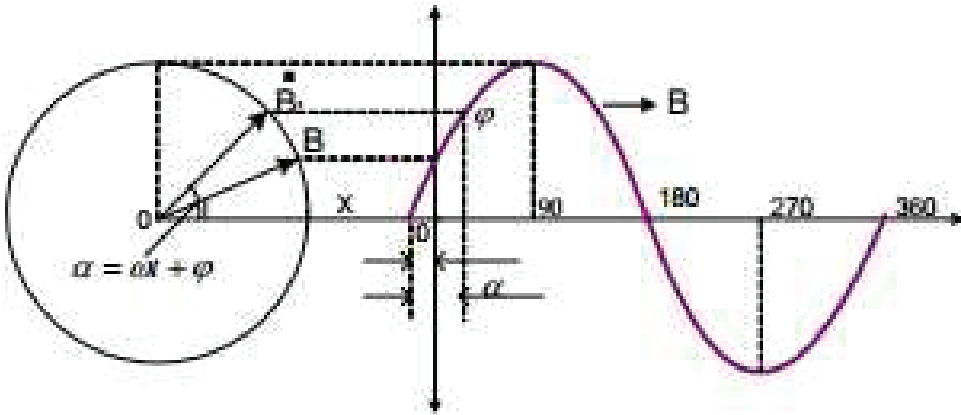
ELEKTROTEKNİK



Şekil 2.27: Sinüzoidal emk ve vektörel gösterimi

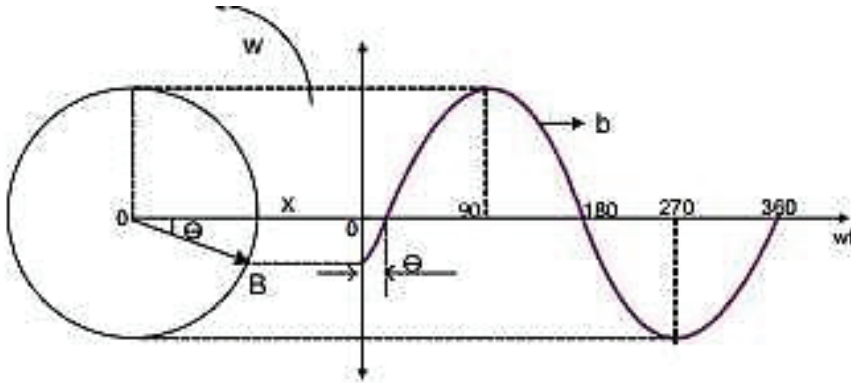
Dönen B vektörünün t=0 anında X eksenini (referans eksenini) ile φ açısı yaptığını kabul edelim. Vektörün herhangi bir t anında X eksenini yaptığı açı $\alpha = (\omega t + \varphi)$ dır. Bu andaki vektörün düşey bileşeni $B \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ olur.

t=0 anında düşey ($B \sin \varphi$) olduğundan, B vektörü saat ibresine ters yönde ω açısal hızıyla döndüğünde çizeceği sinüs eğrisi, sıfır değerinden değil ($B \cdot \sin \varphi$) gibi bir değerden başlar. Şekil 2.27'deki sinüs eğrisinin herhangi bir andaki değeri ile $b = B \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ ifade edilebilir.



Şekil 2.28:

X ekseninden φ kadar geride olan B vektörünün ω açısal hızıyla saat ibresinin ters yönünde dönmesi ile çizeceği sinüs eğrisi Şekil 2.27 de görülmüştür. Sinüs eğrisi t=0 anında ($B \cdot \sin \varphi$) gibi negatif bir değerden başlar. Bir zaman sonra $\omega t = \varphi$ olduğunda B vektörü yatay referans eksenini üzerine gelir.

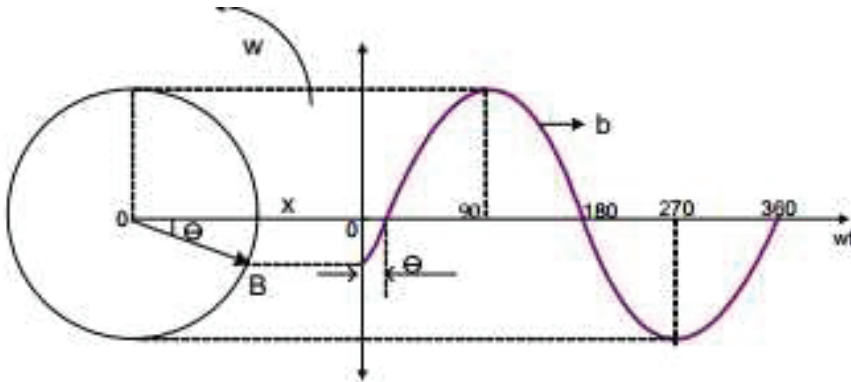


Şekil 2.29:

A vektörünün düşey bileşeni sıfır olur. bu anda eğri de sıfırdır. t anında, B vektörünün X eksenine yaptığı açı ($\alpha = \varphi$) olur. Sinüs eğrisinin herhangi bir anındaki değeri;

$$b = B \cdot \sin(\omega t - \varphi) \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

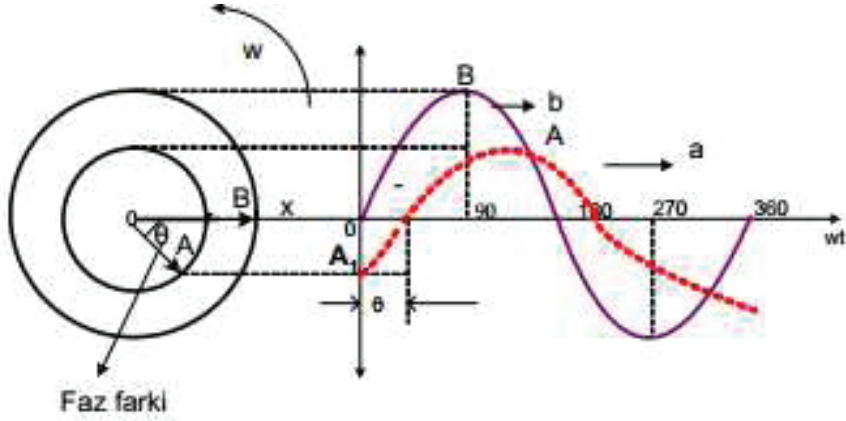
X eksenindeki B vektörü ve θ kadar geride A vektörü ω açısal hızı ile döndürüldüğünde çizimlerini sinüs eğrileri Şekil 2.29 görüldüğü gibi olur.



Şekil 2.30: Aynı fazlı iki vektörün sinüs eğrisi

B eğrisi sıfır değerinden başladığı halde, A eğrisi (-A1) değerinden başlar, θ° kadar sonra A eğrisi sıfır değerini alır. B (+) maksimum değerini aldıktan sonra da A (+) maksimum değerini aldıktan θ kadar sonra A (+) maksimum değerine ulaşır. B ve A eğrileri şu şekilde ifade edilir.

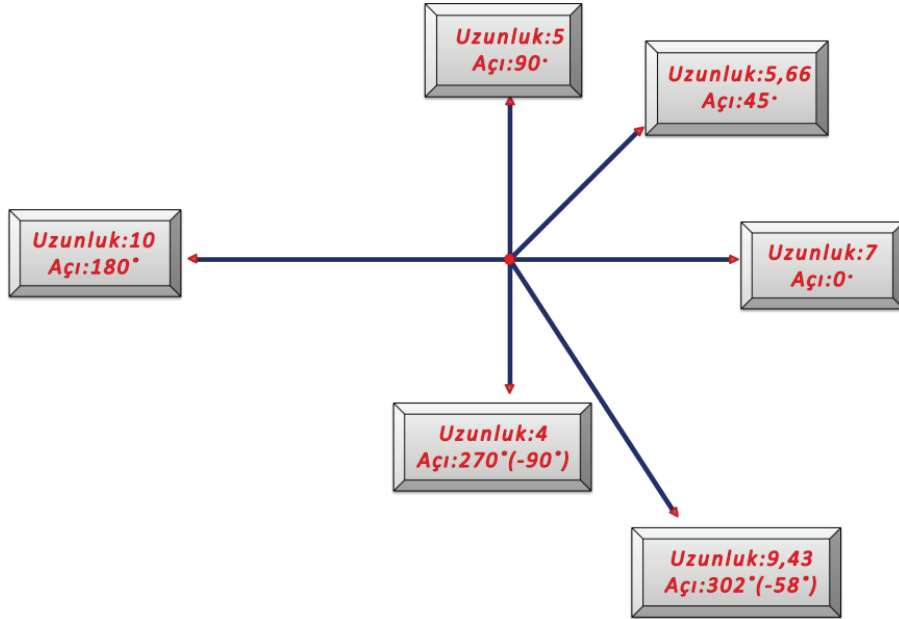
$$b = B \cdot \sin \omega t \quad a = A \cdot \sin(\omega t - \theta)$$



Şekil 2.31: Aralarında ϕ açısı olan iki vektörün sinüs eğrisi

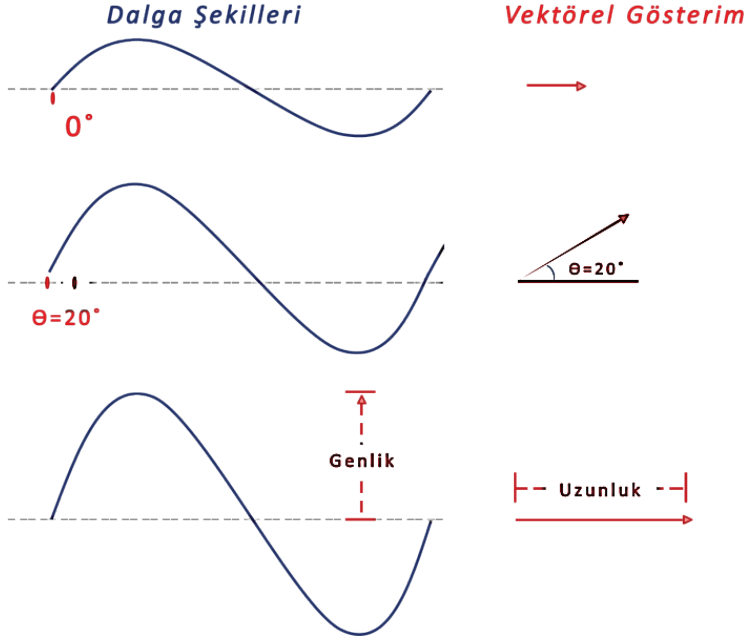
2.6.1 ALTERNATİF AKIMIN VEKTÖRLERLE GÖSTERİLMESİ

Bir yönü, doğrultusu ve şiddeti (genliği) olan büyüklüklere vektörel büyüklükler denir. Vektörel büyüklükler aritmetik olarak toplanamaz. Alternatif akımın sinüs eğrisi ve eğriler arasındaki açı farkları dikkate alındığında, alternatif akımın da vektörel bir büyüklük olduğu kolaylıkla anlaşılabilir (Şekil 2.32).



Şekil 2.32: Vektör gösterimleri

D.C bir gerilim kaynağının genlik değeri ya da bir direncin ohm cinsinden değeri birer skalar büyüklüktür. A.C bir gerilim kaynağının genlik değeri ise hem büyüklük hem de yön gösterilmesi gerektiği için vektörel bir büyüklüktür.



Şekil 2.33: Sinüs dalgasının vektörlerle gösterimi

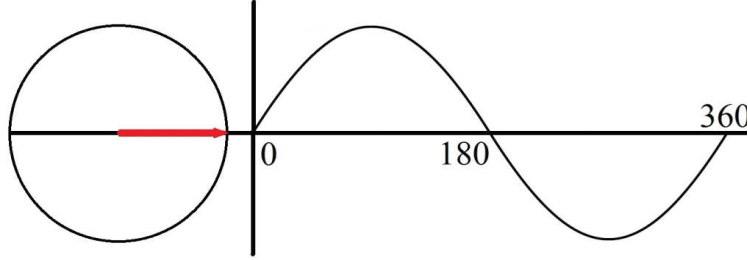
Bir doğru akım devresinde devre elemanlarından geçen akım ya da elemanlar üzerinde düşen gerilim değerleri skaler büyüklüklerdir. Alternatif akım devrelerinde ise akım ve gerilim değerleri devre elemanlarının cinslerine bağlı olarak skaler ya da vektörel olabilir. Eğer bir alternatif akım devresinde yalnızca sabit dirençler varsa akım ve gerilim değerleri skaler; sabit dirençlerin yanında bobin ya da kapasitör(ler) bulunuyorsa bu devrede akım ve gerilim değerleri vektörel büyüklüklerdir.

Alternatif akım devrelerinde bobin ve kapasitörler faz farkına neden olurlar. Aralarında faz farkı bulunan akım ve gerilim değerleri aralarında belli bir açı bulunan vektörlerle ifade edilirler. Bu konuda ayrıntılı bilgi devre hesaplamalarında verilmiştir.

Şekil 2.33'de üç farklı sinüs sinyalinin vektörlerle gösterimi verilmiştir. Sinüs sinyallerinin üçünün de pozitif alternansı 0'de başlamıştır. Bu nedenle her birinin vektörü aynı doğrultudadır. Ancak vektörlerin uzunlukları farklıdır. Genliği (maksimum değeri) en büyük olan sinyalin vektörü en uzundur.

2.6.2 SIFIR FAZ

Eğer sinüs sinyali $t=0$ anında, x eksenini referans olmak üzere sıfır genlik değerinden başlayarak pozitif yönde artıyorsa bu sinyale sıfır fazlı sinüs sinyali denir. Ω açısal hızı ile saat ibresinin tersi yönde dönen bir vektörün $t=0$ anında referans eksenini ile yaptığı açı sıfır ise bu vektöre sıfır faz vektörü denir (Şekil 2.34).

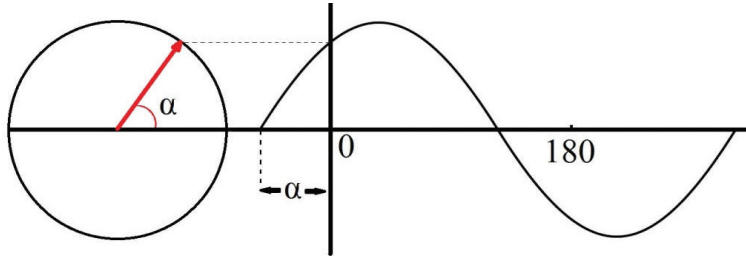


Şekil 2.34: Sıfır fazlı sinüs sinyali

2.6.3 İLERİ FAZ

Eğer sinüs sinyali $t=0$ anından önce, x eksenini referans olmak üzere pozitif genlik değerinden başlayarak pozitif yönde artıyorsa bu sinyale ileri fazlı sinüs sinyali denir.

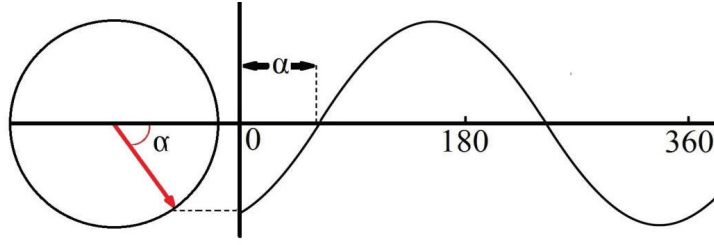
Ω açısal hızı ile saat ibresinin tersi yönde dönen bir vektörün $t=0$ anında referans eksenini ile yaptığı açı sıfırdan büyük ise bu vektöre ileri faz vektörü denir. Şekil 2.35'de sinüs sinyali, sıfır fazlı sinüs sinyalinden α (alfa) açısı kadar ileri fazdadır.



Şekil 2.35: İleri fazlı sinüs sinyali

2.6.4 GERİ FAZ

Eğer sinüs sinyali $t=0$ anından sonra, x eksenini referans olmak üzere negatif genlik değerinden başlayarak pozitif yönde artıyorsa bu sinyale geri fazlı sinüs sinyali denir.

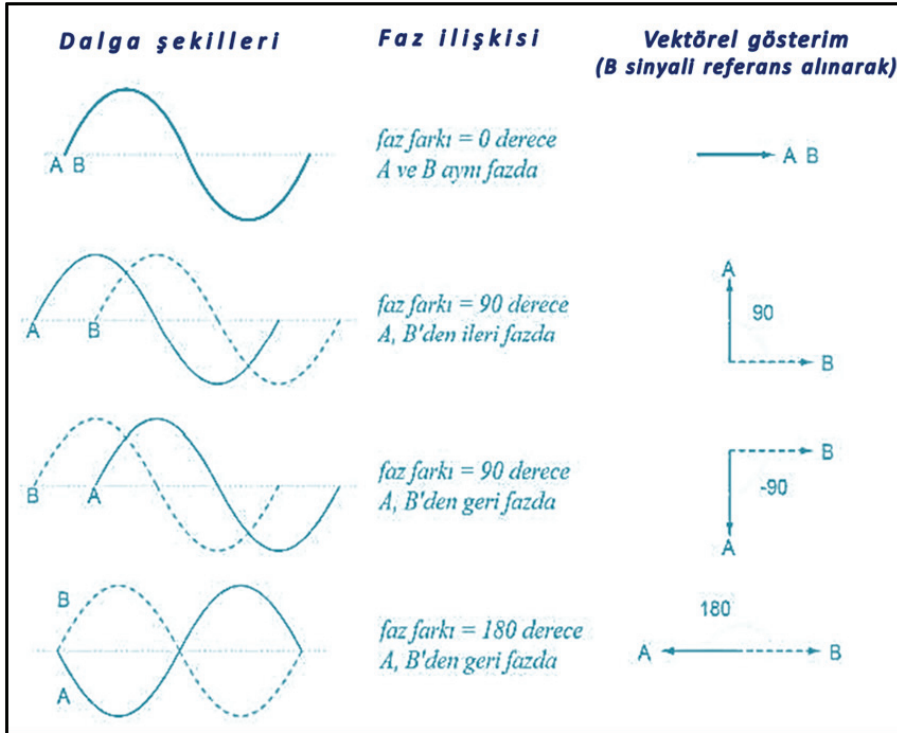


Şekil 2.36: Geri fazlı sinüs sinyali

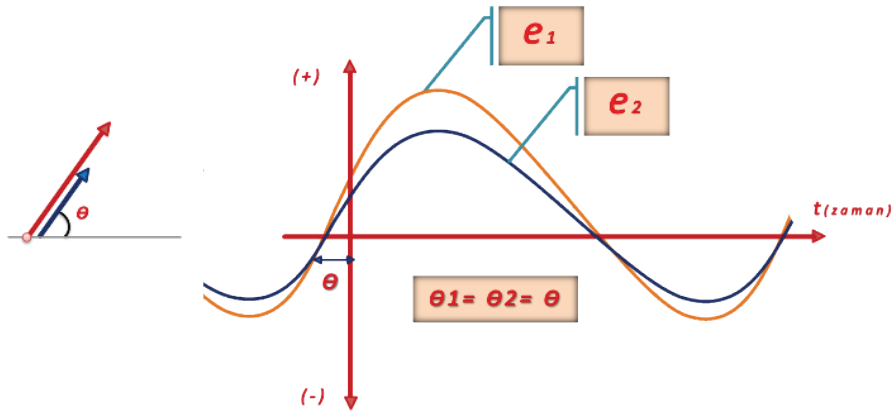
Ω açısal hızı ile saat ibresinin tersi yönde dönen bir vektörün $t=0$ anında referans eksenini ile yaptığı açı sıfırdan küçük ise bu vektöre geri faz vektörü denir. Şekil 2.34'de sinüs sinyali, sıfır fazlı sinüs sinyalinden α açısı kadar geri fazdadır.

2.6.5 FAZ FARKI

Faz farkı, iki ya da daha çok sinyalin fazları arasındaki ilişkidir. Sinüs şekline sahip iki sinyalin faz farkından bahsederken iki sinyalden birinin diğerinden ileride ya da geride olduğu belirtilir ve bu fark açı, radyan veya zaman cinsinden ölçülendirilir. Şekil 2.37'de A ve B gibi iki sinüs sinyali arasındaki faz ilişkileri ve vektörel gösterimleri verilmiştir.



Şekil 2.37: A ve B sinyallerinin faz ilişkisi



Şekil 2.38: Aynı fazdaki iki eğri

DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Zaman içerisinde yönü ve şiddeti değişen akıma ne denir?
A) Alternatif Akım B) Eğri Akım
C) Düzgün Akım D) Doğru Akım
2. Aşağıdakiler hangisi şehir şebekesinde kullanılan alternatif akım sinyalidir?
A) Testere B) Sinüs C) Üçgen D) Kare
3. Aşağıdakilerden hangisi alternatif akımın avantajlarından değildir?
A) Kolay üretilmesi B) Kolay depolanması
C) Kolay düşürülmesi D) Kolay yükseltilmesi
4. "Pozitif ve negatif alternans biroluşturur." ifadesinde boş bırakılan yere aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?
A) Periyot B) Frekans C) Hertz D) Saykıl
5. Pozitif alternansını 0,1ms'de tamamlayan alternatif akımın periyodu hangisidir?
A) 2s B) 0,1s C) 0,2s D) 1s
7. 50 Hz'lik alternatif akımın bir periyodu ne kadar sürer?
A) 20 ms B) 50 ms C) 25 ms D) 1 s
8. Etkin değeri 20V olan alternatif akımın maksimum değeri kaç voltur?
A) 20 V B) 10 2 V C) 20 2 V D) 10 V

9. Etkin değeri 20 V olan alternatif akımın ortalama değeri olarak kaç volttur?
A) 10 V B) 12,56 V C) 18 V D) 25 V

10. Alternatif akımın aşağıdaki etkilerinden hangisi uygulamada kullanılmaz?
A) Manyetik etkisi B) Isı etkisi
C) Işık etkisi D) Kimyasal etkisi