

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü

FZM207

Temel Elektronik-I

Prof. Dr. Hüseyin Sarı

5. Bölüm

Kararlı Durum A. A. Devreleri-1

İçerik

- Periyodik Fonksiyonlara Giriş
- KOK yada Etkin Akım ve Gerilim
- Evreli Vektör Yöntemi
- Devre İndirgenmesi
- İlmek ve Düğüm-Noktası Yöntemleri
- Thevenin Teoremi
- Güç ve Reaktif Güç
- Volt-Amper Yöntemi

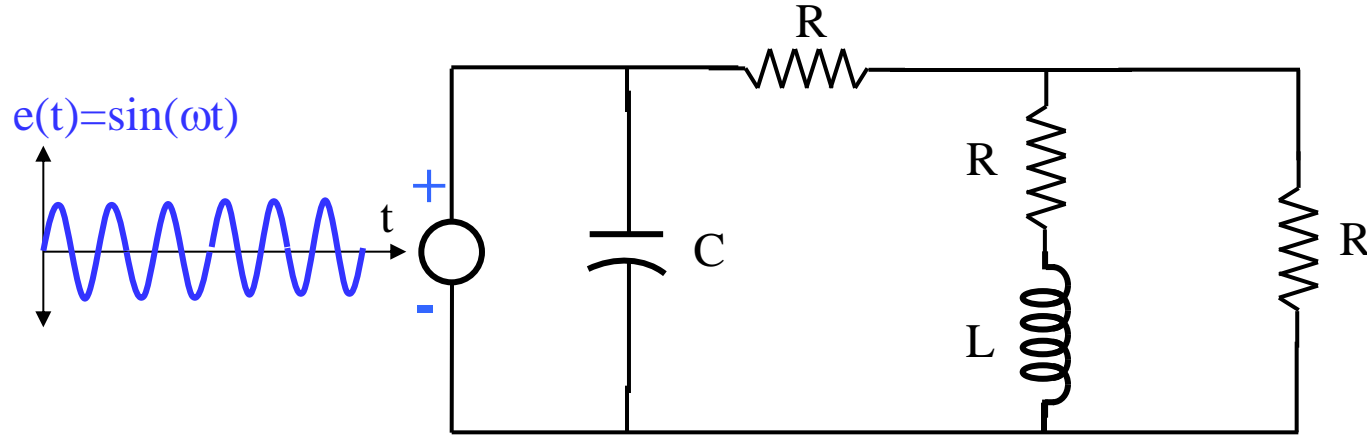
Bu derste,

- Zamanla peryodik (sinüsel) olarak değişen uyarılmalara devrenin kararlı durum tepkisi,
- Alternatif akım (AA) devrelerin çözümlemesine olanak sağlayacak *evreli vektör* yöntemi,
- *KOK değeri, etkin akım ve etkin gerilim,*
- AA devrelerinde güç, *maksimum güç koşulları* ve gerilim-akım yöntemi,

öğrenilmiş olacak.

Bu derste

Uyarılmanın periyodik (aa) olduğu durumda



$Z=? ; I=? ; P=? ;$

Thevenin eşdeğer devresi?

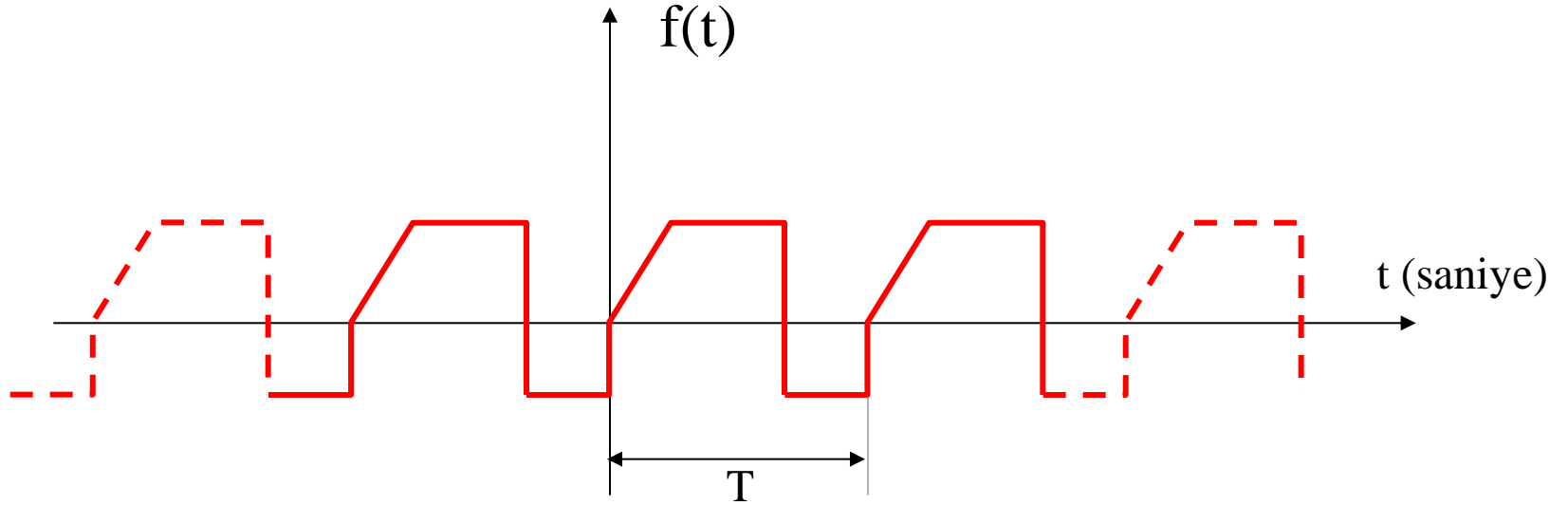
sorularına yanıt aranacaktır.

Periyodik Fonksiyonlara Giriş

Herhangi bir $f(t)$ fonksiyonunun

$$f(t) = f(t + T)$$

ile verilen bir dalga biçimi varsa, bu fonksiyon T periyodu ile kendini yeniler.



Periyot (T), dalganın kendini tekrar etmesi için geçen süre; birim: saniye (s)

Frekans (f), birim zamanda dalganın kendini tekrar etme sayısı; birim: Hertz (1/s)
kısaca (Hz)

Periyot (T) ile frekans (f) arasındaki ilişki: $f = \frac{1}{T}$

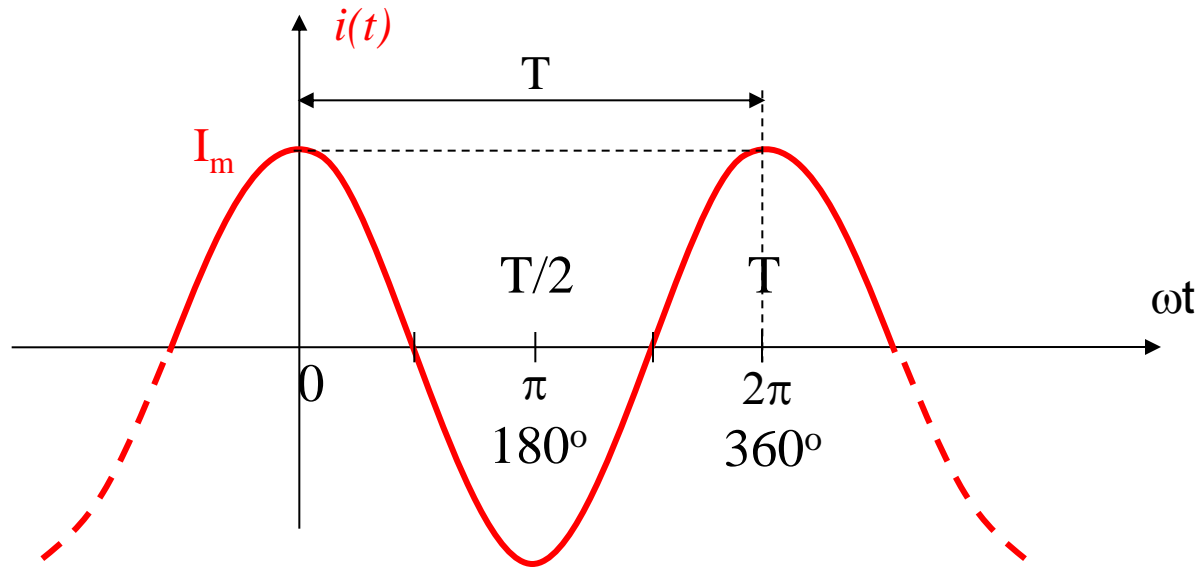
Sinüs veya cosinüs dalgası elektrikte kullanılan özel bir periyodik dalga biçimidir.

Karıştırmayınız!

$$\omega = 2\pi f$$

Açısal
Frekans
(rad/s)

Frekans
(1/s)



$$i(t) = I_m \cos(\omega t)$$

Akımın anlık değeri: $i(t)$

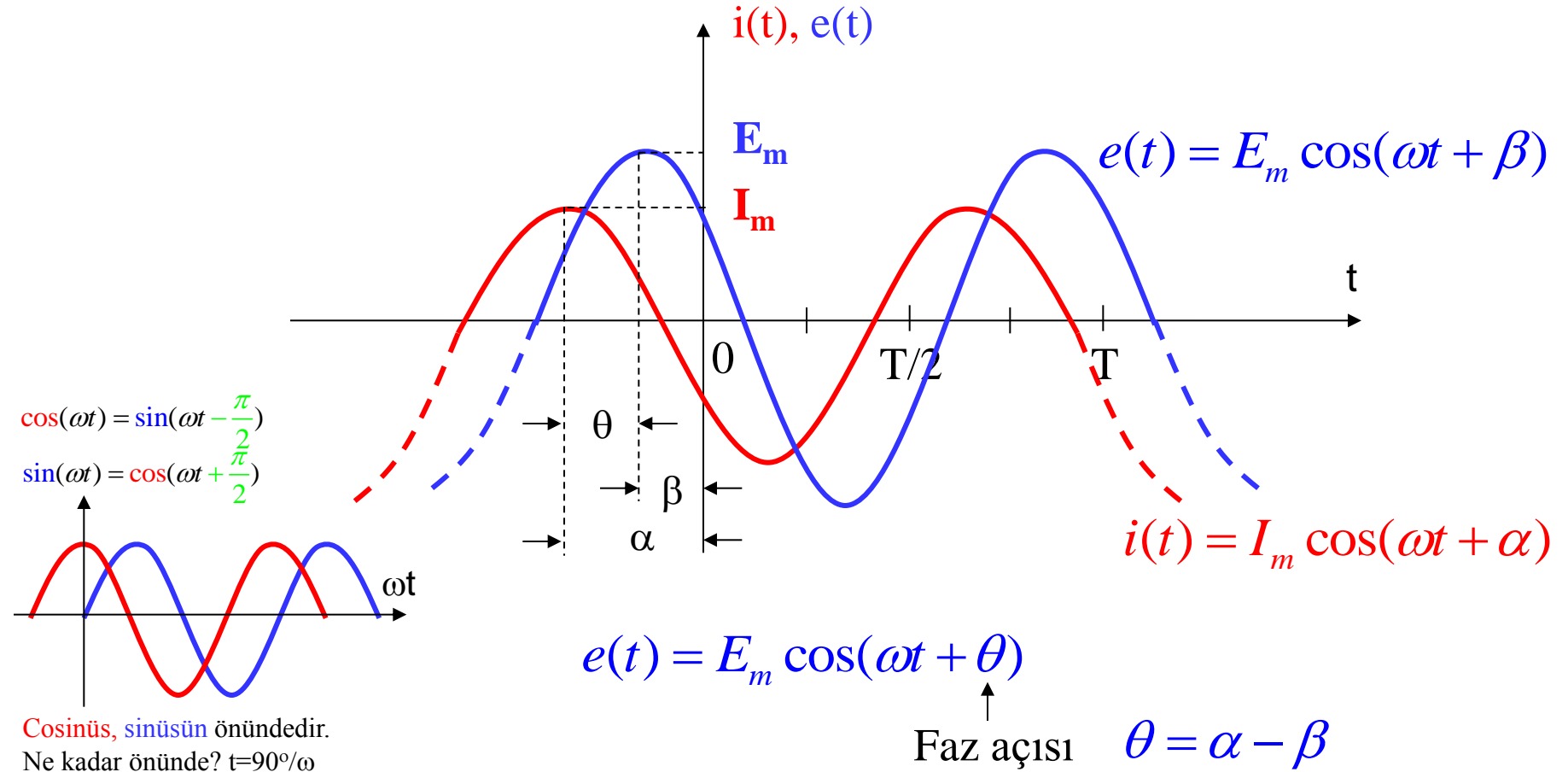
Akımın maksimum değeri (Genlik): I_m

Frekans: $f = \frac{1}{T}$ (1/s) (Birim zamandaki salınım sayısı)

Açısal Frekans: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ (rad/s) (Birim zamanda süpürülen açı)

$$i(t) = I_m \cos(\omega t) = I_m \cos(2\pi f t) = I_m \cos\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$$

Peryodik bir fonksiyonun maksimumu her zaman $t=0$ 'da olmayabilir. Birçok elektrik devresinde **akım** ve **gerilim** dalgaları eş zamanlı sıfırdan geçmez ya da maksimuma ulaşmaz; bir evre (faz) açısı ile birbirlerini takip ederler.



Yukarıdaki durumda gerilim $e(t)$, θ faz açısı kadar akımın $i(t)$ gerisindedir (**gerilim**, **akım**dan $t=\theta/\omega$ zaman **sonra** maksimum olur).

Akım ve gerilim ifadesindeki ωt terimi **radyan** olarak ifade edildiğinden faz açısının da radyan olarak ifade edilmesi gerekir.

$$e(t) = E_m \cos(\omega t + \theta)$$

↑
Faz açısı (radyan)

$$e(t) = 155 \cos\left(377t + \frac{\pi}{6}\right)$$

Fakat pratikte faz açısı derece olarak yazılır. Örneğin

$$e(t) = 155 \cos(377t + 30^\circ)$$

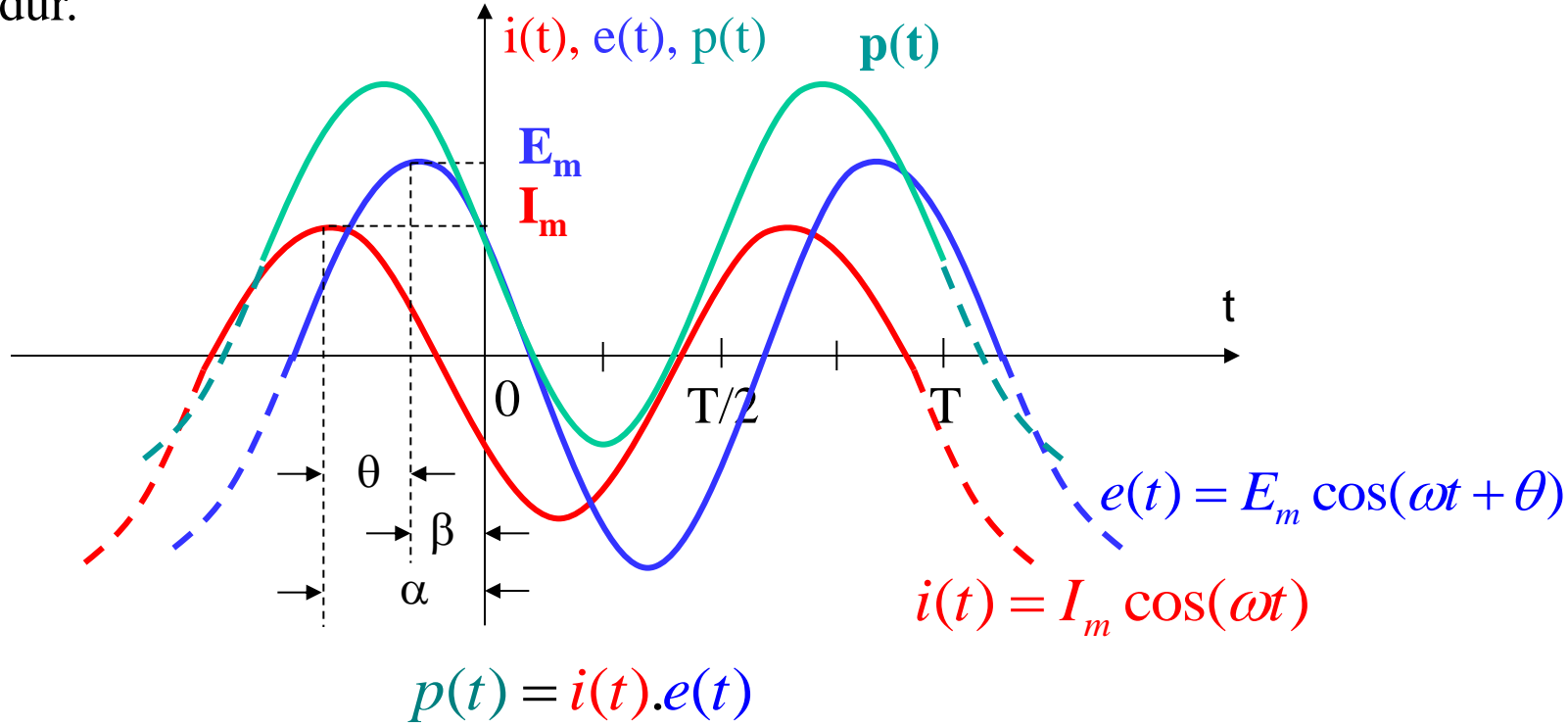
↑
Faz açısı (derece)

Ancak dalganın ani değeri hesaplanırken arguman içindeki terimlerin (ωt ve θ 'nin) aynı birimde olması gerekir.

Sinüsel akım (veya gerilimle) uyarılan devrelere *değişken (alternatif) akım (a. a.) devreleri* denir. (ing: **alternative current (a.c)**)

Sabit akım (veya gerilimle) uyarılan devrelere de *doğru (direk) akım (d. a.) devreleri* denir. (ing: **direct current (d. c)**)

a. a. devrelerinde **akım** ve **gerilim** zamanla değiştiği için **ani güç** de zamanın bir fonksiyonudur.

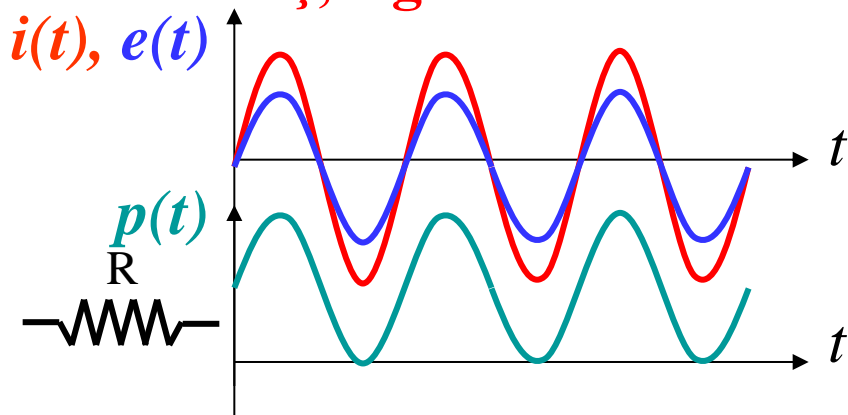


Güç ($p(t)$), akım ve gerilimin çarpımı olduğundan $e(t)$ ve $i(t)$ 'nin her ikisinin negatif olduğu durumda bile güç pozitifdir ($\theta = 90^\circ$ olduğu durum hariç).

Güç, alternatif akım ve gerilimde sıfırdan farklı olduğu için enerji taşınımı alternatif akım ve gerilim kullanılarak etkin bir biçimde yapılabilir.

Enerji iletiminde evre açısına bağlı olarak gücün negatif olduğu durumda enerji akışının yönü ters döner. Bu istenmeyen durum transformatörlerin kullanımını ile çözülür.

Direnç, sığa ve indüktans üzerinde harcanan (depolanan) güç

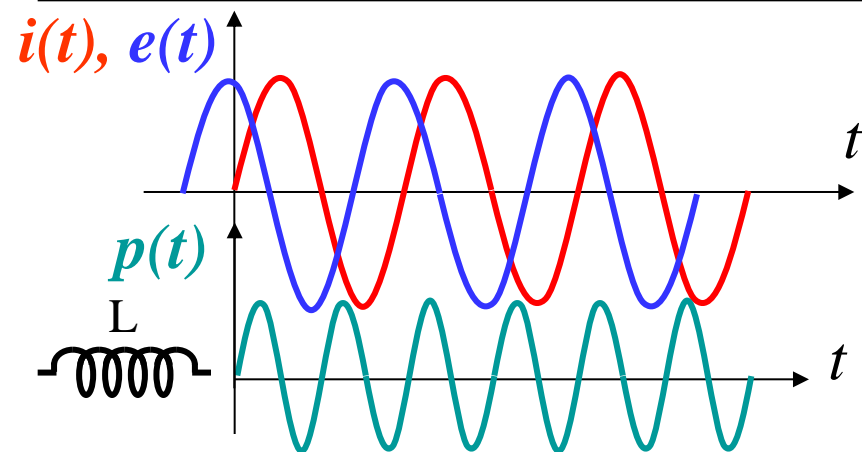


$$i(t) = I_m \sin(\omega t)$$

$$e(t) = Ri(t) = E_m \sin(\omega t)$$

$$p(t) = e(t).i(t) = P_m \sin^2(\omega t)$$

$$\langle P \rangle \geq 0$$

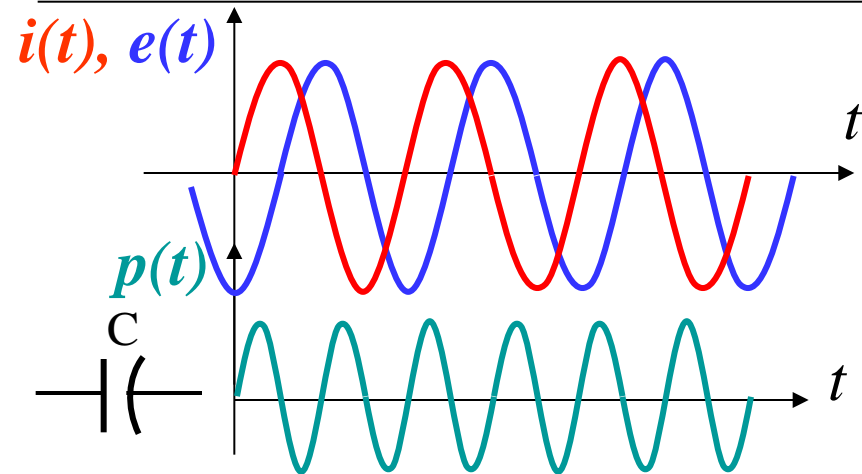


$$i(t) = I_m \sin(\omega t)$$

$$e(t) = L \frac{di(t)}{dt} = E_m \cos(\omega t)$$

$$p(t) = e(t).i(t) = P_m \sin(2\omega t)$$

$$\langle P \rangle = 0$$



$$e(t) = E_m \sin(\omega t)$$

$$i(t) = C \frac{de(t)}{dt} = I_m \cos(\omega t)$$

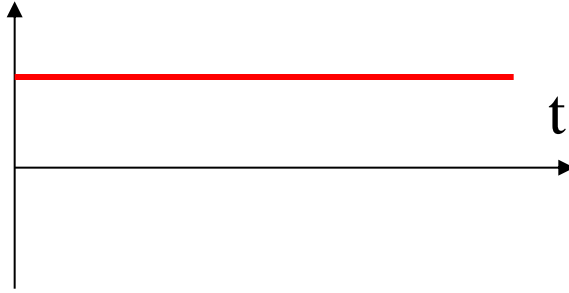
$$p(t) = e(t).i(t) = P_m \sin(2\omega t)$$

$$\langle P \rangle = 0$$

KOK veya Etkin Akım ve Etkin Gerilim

I değerindeki doğru akımının direnç üzerinde açığa çıkardığı güç sabittir ve I^2R olarak verilir. Bu etki, direnç üzerindeki ısınma olarak açığa çıkar.

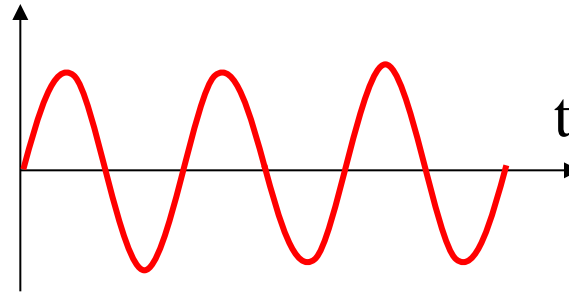
$i(t)$



$$P = IV = I^2R$$

Değeri zamanla değişen i akımının bir direnç üzerinde oluşturduğu güç i^2R dir ve bu güç zamanın bir fonksiyonudur.

$i(t)$

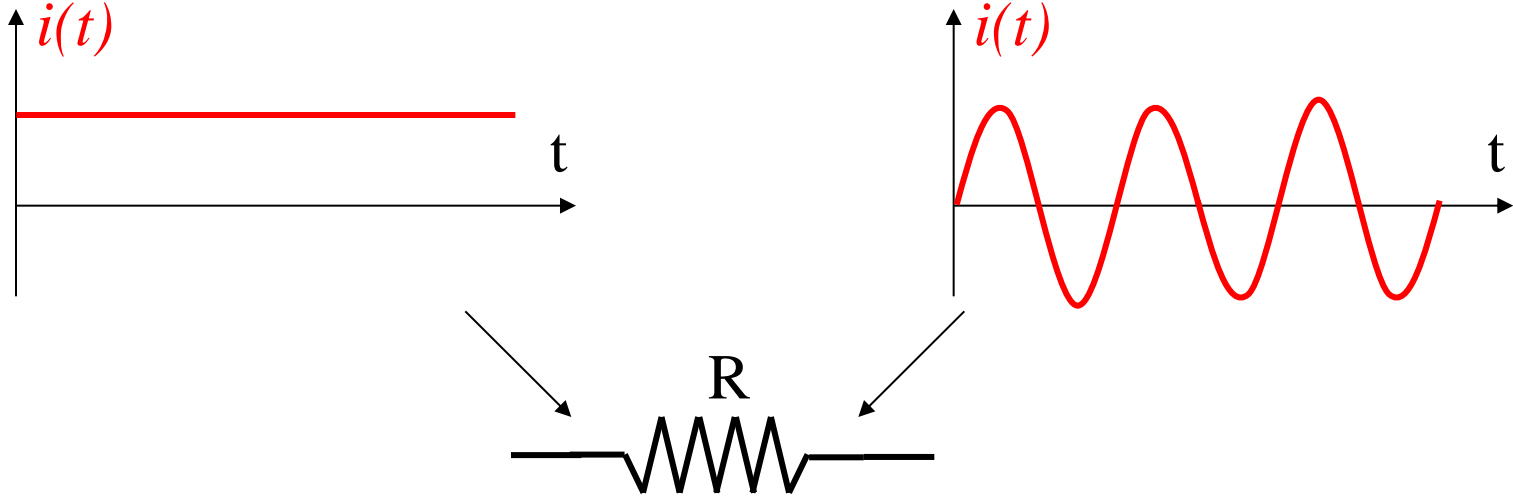


$$p(t) = i^2(t)R$$

Eğer periyodik bir akım ile doğru akımın "ısınma" etkileri karşılaştırılırsa **periyodik akımın ortalama ısınma gücünün göz önünde bulundurulması** gerekir.

KOK veya Etkin Akım ve Etkin Gerilim

Alternatif **akımın** (veya **gerilimin**) etkilerini doğru **akımın** (veya **gerilimin**) etkileri ile karşılaştırmak gerekebilir. Bu amaçla alternatif akımın (veya gerilimin) oluşturduğu etkilere bakalım



Eğer periyodik bir akım ile doğru akımın etkilerini karşılaştırılmak istenirse bu iki dalganın bir direnç üzerinde açığa çıkaracakları ısınma etkisine bakılabilir.

Doğru akımın bir R direnci üzerinde açığa çıkardığı ısı sabittir. (zamandan bağımsızdır)

$$P = IV = I^2 R$$

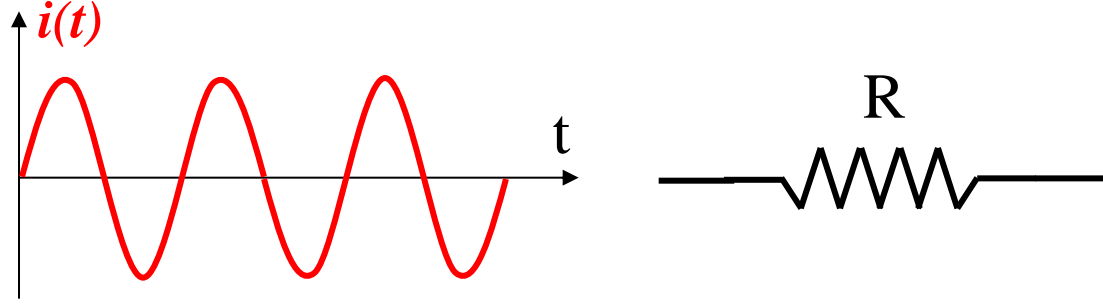
$$p(t) = i^2(t)R$$

Periyodik akımın bir R direnci üzerinde açığa çıkardığı ısı zamana bağlıdır.

Eğer periyodik bir akım ile doğru bir akımın ısıtma etkilerinin karşılaştırılması gerekirse periyodik akımın ortalama ısıtma gücü göz önüne alınmalıdır.

KOK veya Etkin Akım ve Etkin Gerilim

Alternatif akımın, doğru akımın ortaya çıkaracağı aynı gücü verecek eşdeğer etkisi nasıl bulunabilir?



Periyodik bir sinyalin bir periyotluk zaman içinde R direnci üzerinde oluşturduğu **ortalama güç** (P_{ort}) (ısıtma etkisi):

$$P_{ort} = i^2(t)R = \left(\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt \right) \cdot R = I_{ort}^2 R$$

Bu güç, doğru akımın oluşturduğu güç I^2R ile karşılaştırılırsa akım ifadesi:

$$I_{ort} \equiv \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}$$

Bu etkiyi veren akım değerine **Etkin Akım** veya **kok** (**k**are **o**rtalamasınının **k**arekökü) **değeri** denir. Periyodik bir sinyalin **etkin** veya **kok** değeri değişken sinyalin aynı etkiyi yaratan doğru akım eşdeğerini verir.

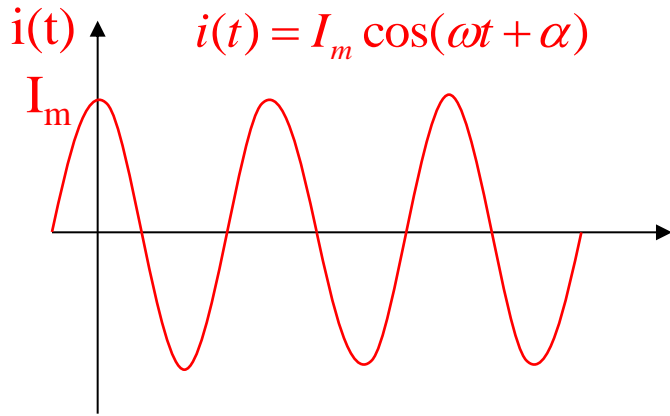
$$I_{etkin} \equiv \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}$$

Alternatif bir akımın etkin veya kok değeri

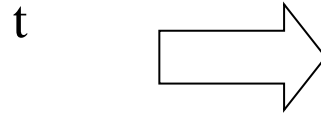
KOK

KOK (**K**are **O**rtalama **K**arekök) değeri:

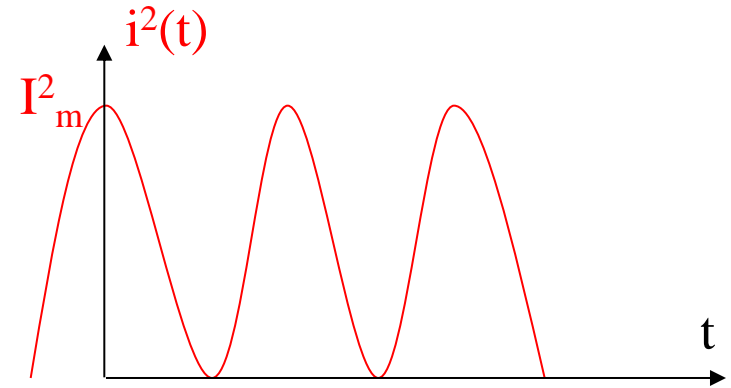
$$I_{etkin} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I_m^2 \cos^2(2\pi t/T) dt} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 I_m$$



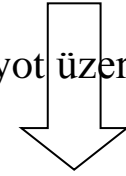
Sinyalin **K**aresi alınır



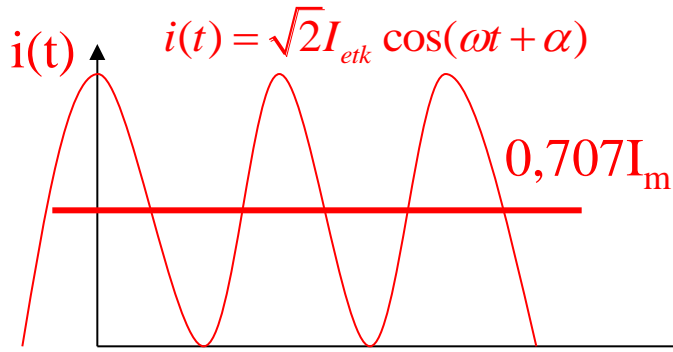
$$I_m^2 \cos^2(\omega t + \alpha)$$



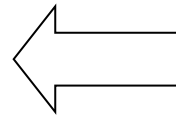
Bir periyot üzerinden **O**rtalama alınır



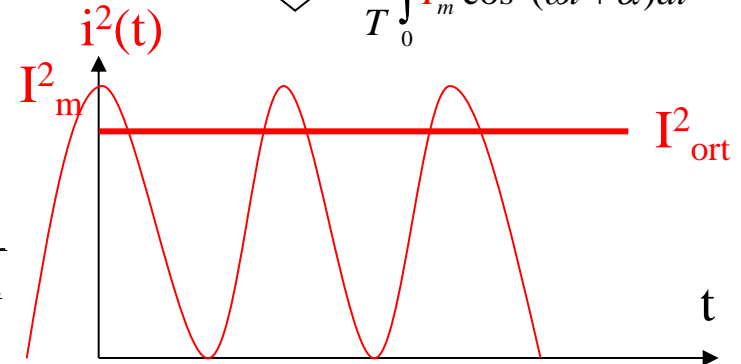
$$\frac{1}{T} \int_0^T I_m^2 \cos^2(\omega t + \alpha) dt$$



Karekök alınır



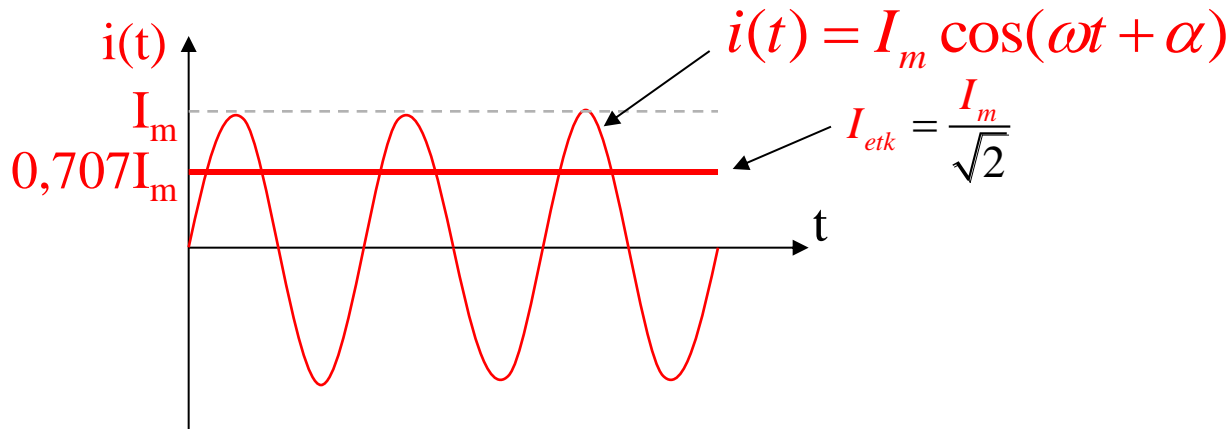
$$\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I_m^2 \cos^2(\omega t + \alpha) dt}$$



Etkin Akım ve Gerilim

Sinüsel akım için etkin değer: $I_{etkin} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I_m^2 \cos^2(2\pi t/T) dt} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 I_m$

$$i(t) = I_m \cos(\omega t)$$
$$\omega = 2\pi / T$$
$$I_{etk} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$



Etkin değer cinsinden anlık akım:

$$i(t) = \sqrt{2} I_{etk} \cos(\omega t + \alpha)$$

Etkin değer, yaygın kullanıldığından alt indis kaldırılır.

$$I_{etk} \rightarrow I$$
$$I_m = \sqrt{2} I_{etk} = \sqrt{2} I$$

$$i(t) = \sqrt{2} I \cos(\omega t + \alpha)$$

Etkin Akım ve Gerilim

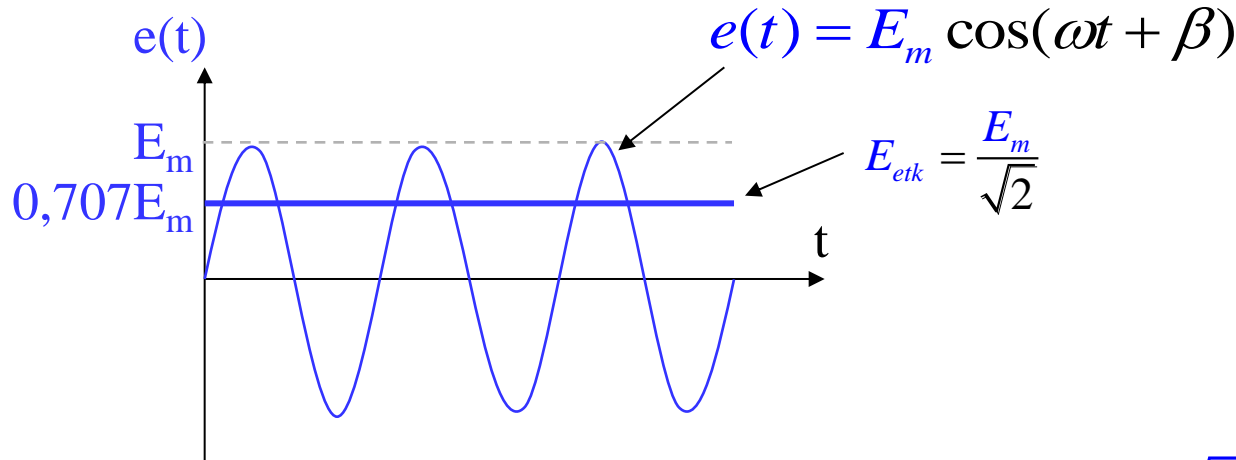
Benzer şekilde gerilim için de aynı işlemler yapılabilir.

Sinüsel gerilim için etkin değer: $E_{etkin} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T E_m^2 \cos^2(2\pi t/T) dt} = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 0,707 E_m$

$$e(t) = E_m \cos(\omega t)$$

$$\omega = 2\pi / T$$

$$E_{etk} = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$



Etkin değer cinsinden anlık gerilim: $e(t) = \sqrt{2} E_{etk} \cos(\omega t + \beta)$

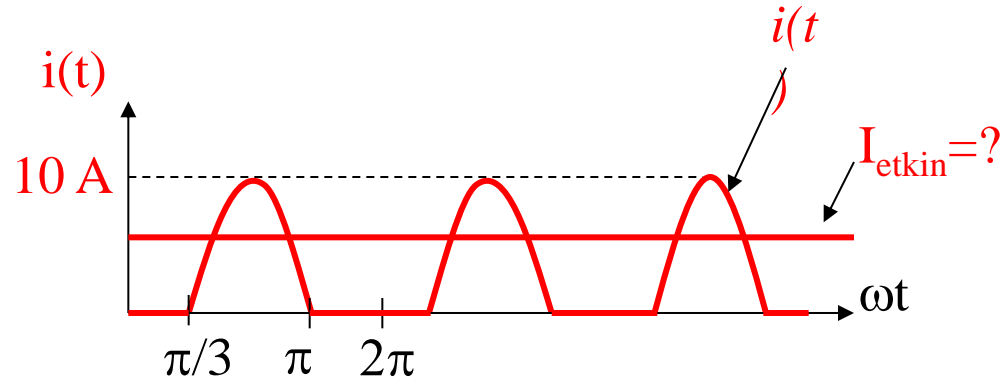
Etkin değer yaygın
kullanıldığından
alt indis kaldırılır.

$$E_{etk} \rightarrow E$$

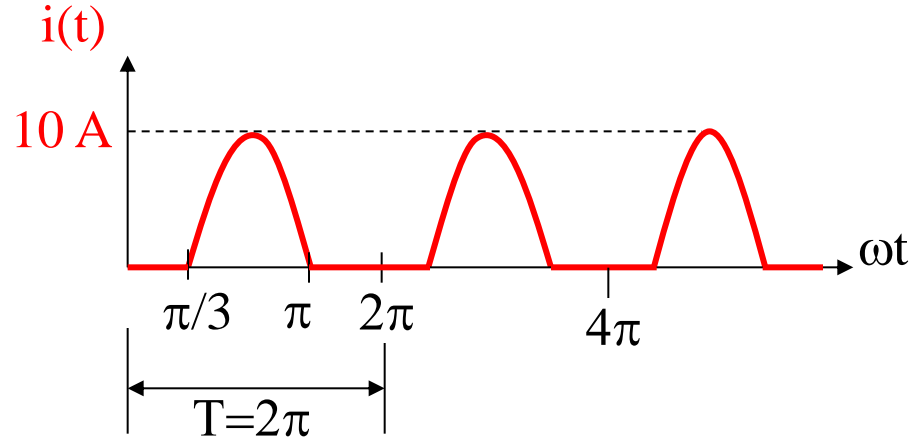
Etkin değer cinsinden anlık gerilim:

$$e(t) = \sqrt{2} E \cos(\omega t + \beta)$$

Örnek 5.1: Bir doğrultucudaki akımın dalga biçimi aşağıda verilmiştir. Dalga $\pi/3$ ve π radyanları arasında sinüsel ve dönünün geriye kalan diğer zamanlarında sıfırdır. Akımın etkin değerini bulunuz.



Çözüm 5.1:



Periyodik olan $i(t)$ 'nin etkin değerini bulmak için 1 periyotluk (2π) aralıkta ortalama değeri bulunur.

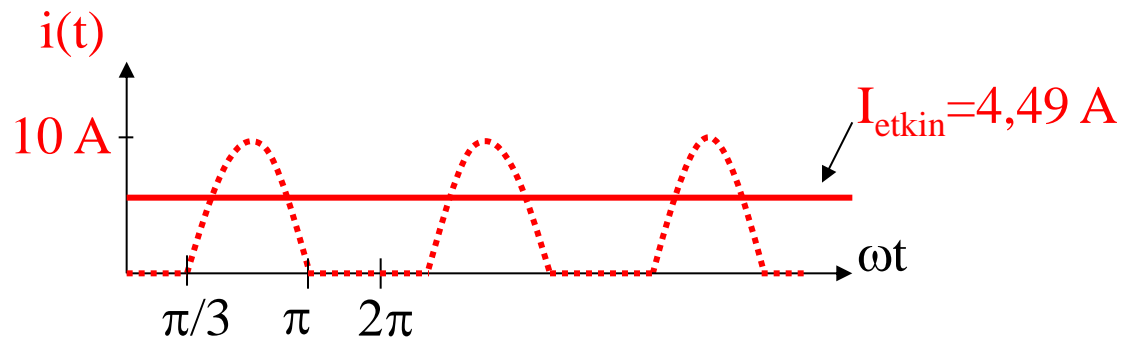
$$I = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i^2(t) d(\omega t)} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left[\int_0^{\pi/3} i^2(t) d(\omega t) + \int_{\pi/3}^{\pi} i^2(t) d(\omega t) + \int_{\pi}^{2\pi} i^2(t) d(\omega t) \right]}$$

$i(t)$ 'nin değeri $0-\pi/3$ ve $\pi-2\pi$ arasında sıfır olduğu için yukarıdaki ifade:

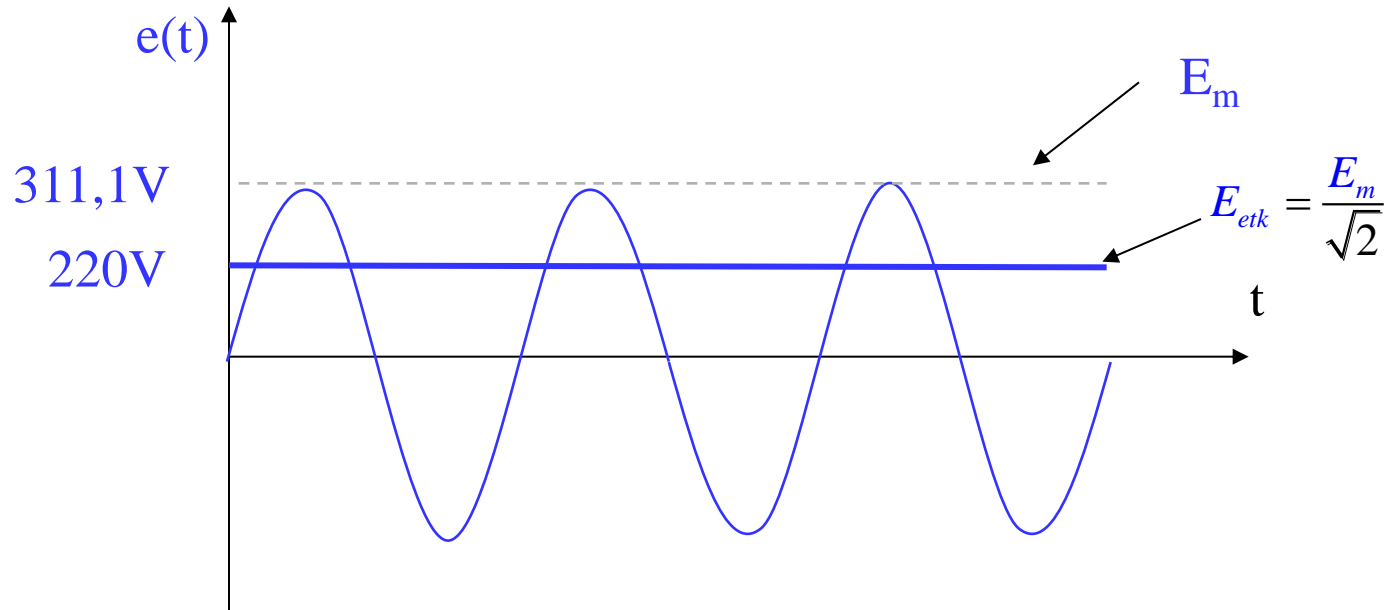
$$I = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left[0 + \int_{\pi/3}^{\pi} i^2 d(\omega t) + 0 \right]} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left[\int_{\pi/3}^{\pi} (10 \sin(\omega t))^2 d(\omega t) \right]} = 4,49 \text{ A}$$

$$i(t) = I \sin(\omega t) \begin{cases} i(t) = 0 & 0 - \pi/3 \\ i(t) = 10 \sin \omega t & \pi/3 - \pi \\ i(t) = 0 & \pi - 2\pi \end{cases}$$

Doğru akım eşdeğeri:



Şebeke Gerilimi-Work more on this



$$e(t) = \sqrt{2}E \cos(\omega t + \beta)$$

$$E_{etek} = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$

$$0,707E_m$$