

1

Soru:
Telefon şarj
aletinizde
neden "AC"
yazıyor ama
telefonunuz
"DC" pil
kullanıyor?



2

Kablo kirliliği ve DC enerjinin taşınma sorunu.

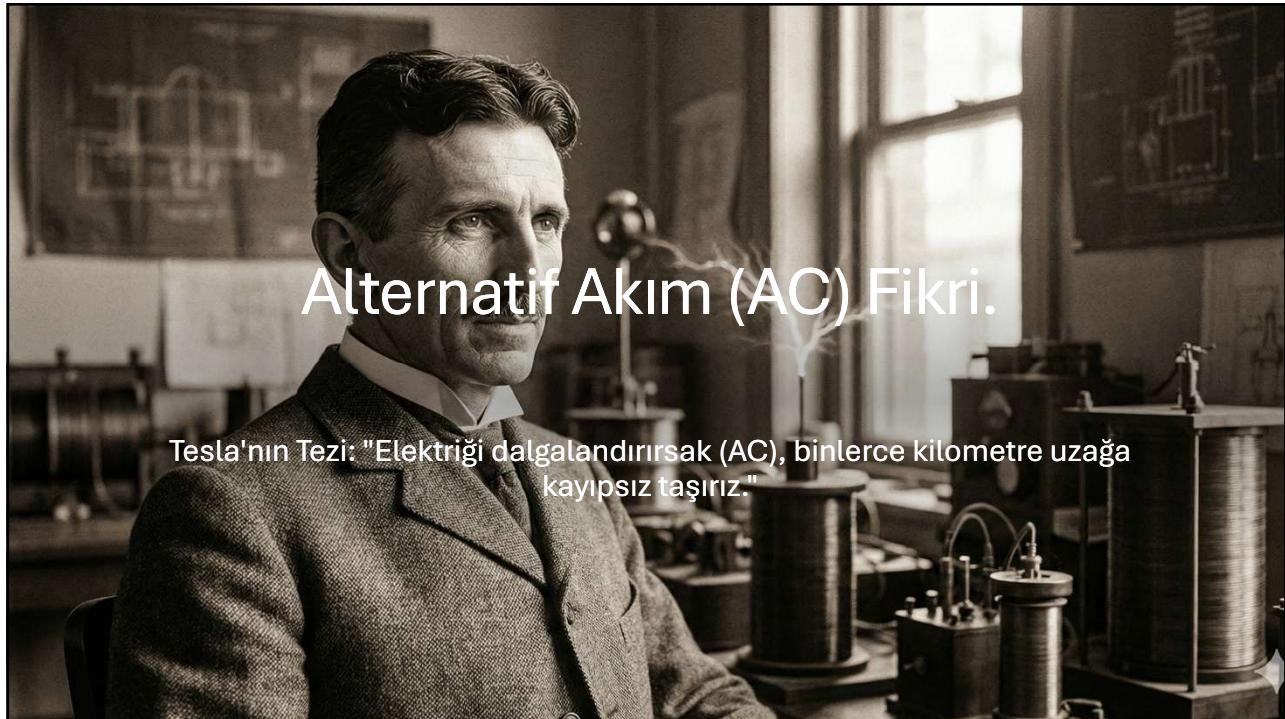
- Edison'un İddiası: "Elektrik tek yönlü akmalı (DC)." •Sorun: DC enerji 1-2 km'den uzağa gidemiyordu.



3

Alternatif Akım (AC) Fikri.

Tesla'nın Tezi: "Elektriği dalgalandırırsak (AC), binlerce kilometre uzağa kayıpsız taşıyız."



4

2

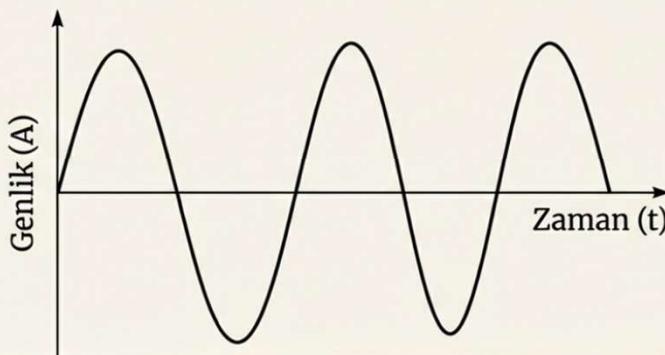


5



6

HAREKET HALİNDEKİ ENERJİ: SİNÜZOİDAL AKIM



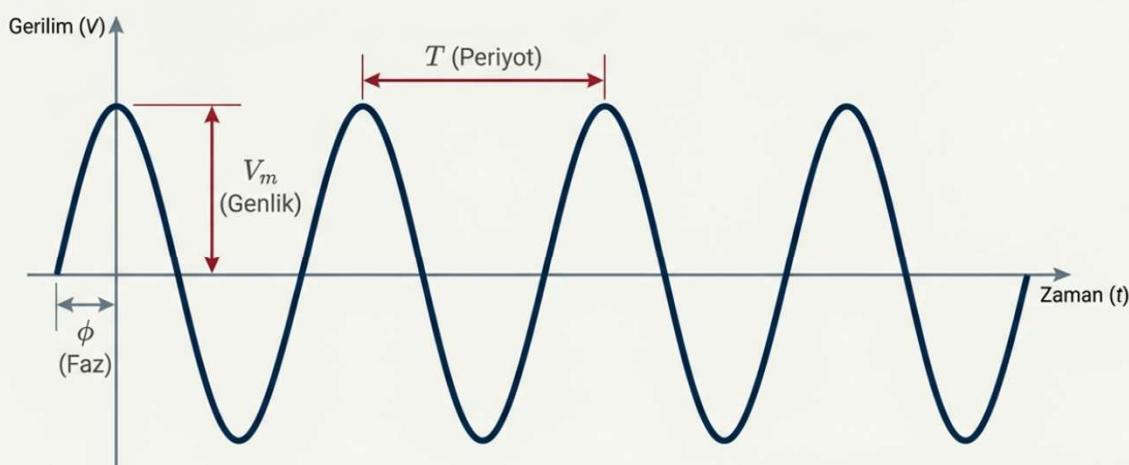
Sinüzoidal Akım: Analizimiz sinüzoidal akımın akışına dayanır.

DC kaynaklarının aksine, AC sistemlerde voltaj ve akım zamanla sürekli değişir ve bir dalga formu iz

Bu sürekli değişim, devre elemanlarının davranışını kökten değiştirir.

7

Sinyalin Anatomisi: Sinüzoid



$$v(t) = V_m \cos(\omega t + \phi)$$

- $\omega = 2\pi f$ (Açısal Frekans, rad/s)
- **Mühendislik Kuralı:** Referans her zaman **KOSİNÜS**'tür.

8



9

Grafiği Gör

Soru: $v(t) = 311 \sin((100\pi t))$

- İstenenler: Genlik ve Frekans.

--- Çözüm ---

Genlik: $V_m = 311$

Faz: $\phi = 0^\circ$

Açışal Frekans: $\omega = 100\pi = 314,15 \text{ rad/s}$

Periyot: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{100\pi} = 0.02 \text{ s}$

Frekans: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,02} = 50 \text{ Hz}$

10

Grafigi
Gör

Soru: $v(t) = 5 \sin((4\pi t - 60^\circ))$

- İstenenler: Genlik ve Frekans.

--- Çözüm ---

Genlik: $V_m = 5$

Faz: $\phi = -60^\circ$

Açışal Frekans: $\omega = 4\pi = 12,57$ rad/s

$$\text{Periyot: } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{4\pi} = 0.5 \text{ s}$$

$$\text{Frekans: } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ Hz}$$

11

$P(x^2 - ax + c)^n (a + b^n)$

(1 - 2 - 3 - 4) $\bar{v} = \bar{v}_1 + \bar{v}_2 + \bar{v}_3 + \bar{v}_4$ $y \uparrow$

"İki tane sinüs dalgasını $5 \sin(t) + 10 \cos(t)$ toplamak istersek ne yapacağız?"

$\int_0^x f(x) dx = \frac{1}{3} t \cdot c^2 \sin dx$

$\sum_{i=0}^{\infty} \varepsilon_i x = \frac{1}{b+c}$

$\ell - i_0 = \sum_{k=0}^m k_i$

$\sin x = \cos \theta - \sin(-\cos \theta)$

$\cos x = \cos \alpha - \sin \alpha$

$\cos \alpha = \sin x - \sin \theta$

$\nabla := \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 1 \\ 5 & 0 \end{pmatrix}$

$\int_0^b f(x \pm x) = E \cdot dx$

$y_i = \sqrt{1-t^2} + 1$

$m_i = t \cdot k \cdot h + o(i, \epsilon)$

$(5x^2 - 3x) \div M = \sum_{i=1}^n i^2$

$\sin x \leq 1$

$x > 0$

$h \approx \frac{2\pi}{5} = \pi \frac{2\pi}{5} - \pi$

$\sum_{k=0}^n x^k \alpha \cdot \sum_{i=1}^m E(+y) = (\cos \theta^2 + (\sin \theta) + \dots + 5^2) b$

$S_1 = \frac{1}{2}$

$y = \frac{m-h}{2}$

$\operatorname{sct}(x_i) = \frac{1}{4} \sin^2 x$

$\sin(x_i) = \sum_{k=1}^n \frac{n}{n+1} \sin \theta$

$\triangle ABC$

$\angle A = \alpha$

$\angle B = \beta$

$\angle C = \gamma$

$\operatorname{Proof} = \frac{h \cdot n}{1 + (n-1)}$

12



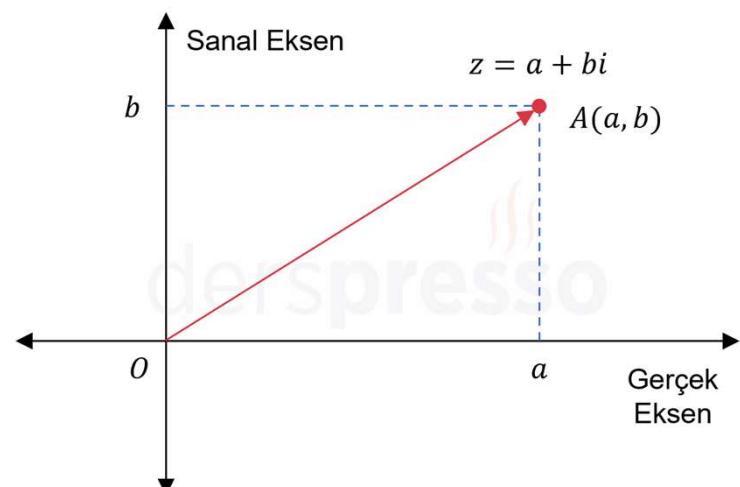
Kurtarıcı: Steinmetz

"Dalgaları toplamakla
uğraşmayın, onları ok
(vektör) gibi düşünün."

13

Sanal Sayı 'j' Korkusu

'j' bir sayı değil, bir "Yön Operatörü"dür.



14

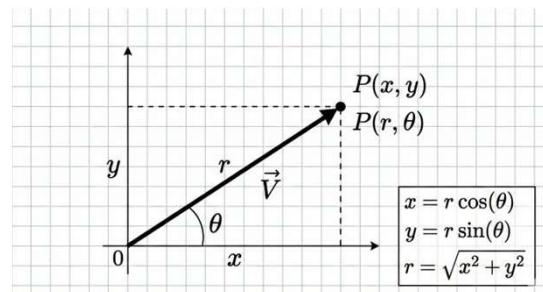
Sinyali "Büyüklük ve Başlangıç Açısı" olarak yazmak.

- $v(t) = V_m \sin(\omega t + \theta) \rightarrow V_m \angle \theta$
- $220 \sin(\omega t + 30) \rightarrow 220 \angle 30^\circ$

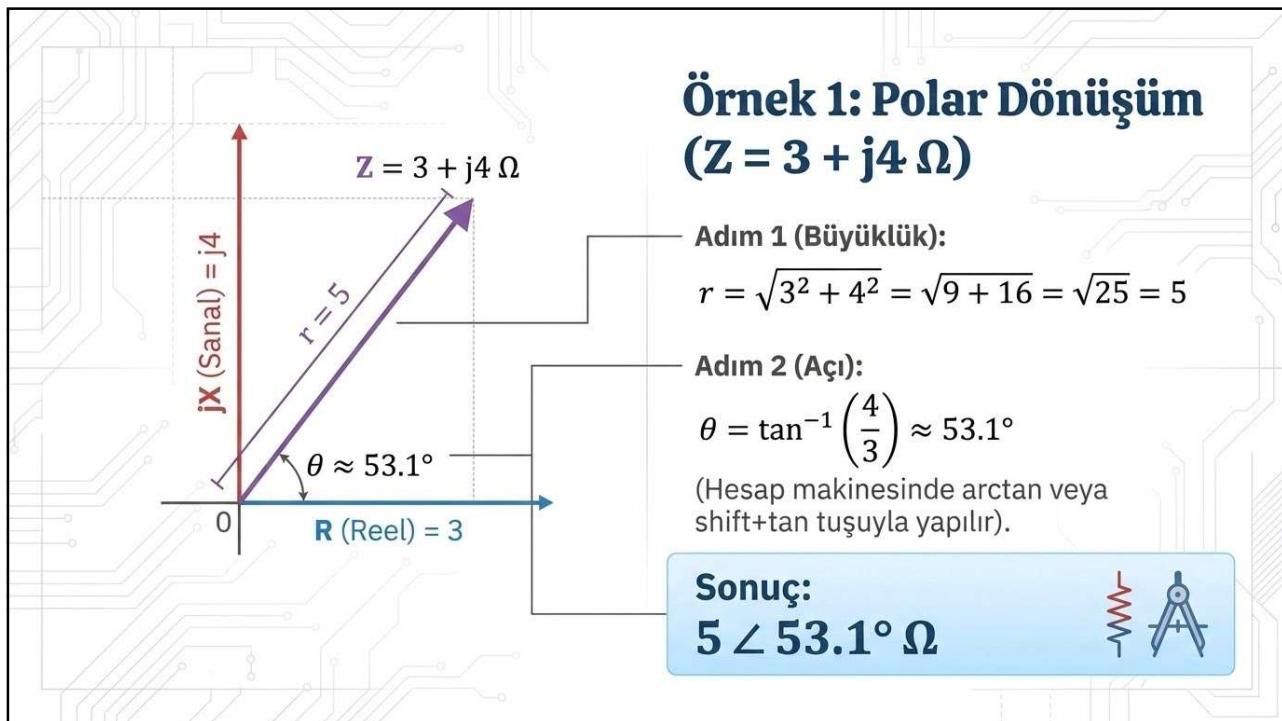
15

Elektriğin İki Dili: Rectangular ve Polar

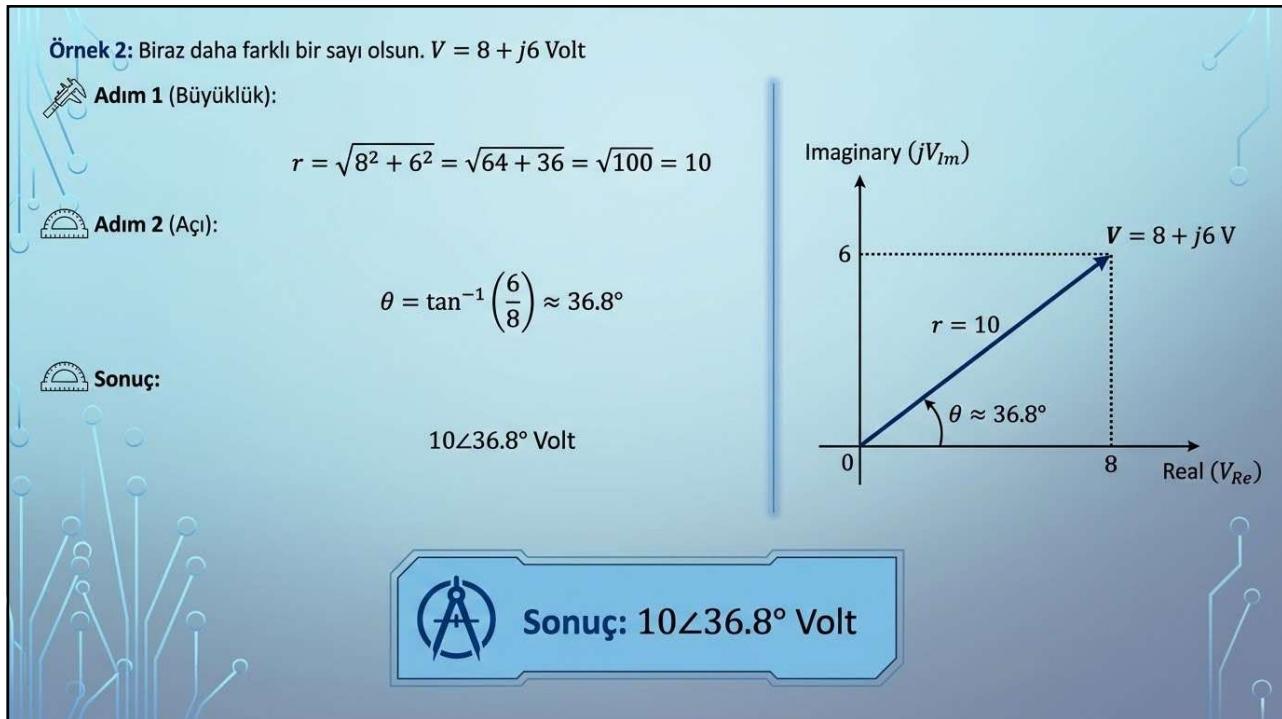
- **1. Rectangular (Dik) Gösterim:** "3 adım sağa, 4 adım yukarı git."
 - Yazım: $3 + j4$
 - Nerede Kullanılır? Toplama/Çıkarma yaparken.
- **2. Polar (Kutupsal) Gösterim:** "5 adım boyunca 53° açıyla uç."
 - Açıyı nasıl buluruz : $\tan^{-1}(\frac{b}{a})$
 - Yazım: $5\angle 53^\circ$
 - Nerede Kullanılır? Çarpma/Bölme yaparken ve Sinyali yazarken.
- **Vurgu:** "İkisi de bizi aynı yere götürür. Sadece tarif şekli farklıdır."



16

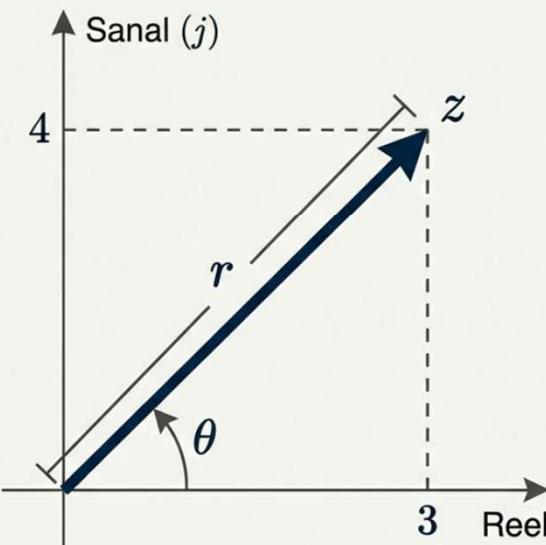


17



18

Matematiksel Altyapı: Karmaşık Sayılar



Mühendislikte i akımdır, bu yüzden sanal birim j ile gösterilir ($j = \sqrt{-1}$).

1. Dikdörtgen Form

$$z = x + jy$$

$$z = 3 + j4$$

2. Kutupsal Form

$$z = r\angle\theta$$

$$3 + j4 = 5\angle53.1^\circ$$

19

Elinizde büyüklük ve açı ($r\angle\theta$) var.
Sizin bunu $x + jy$ formatına çevirmeniz gerekiyor.

Formüllerimiz: $x = r \cdot \cos(\theta)$ $y = r \cdot \sin(\theta)$



Örnek 3: Akım değerimiz $I = 10\angle30^\circ$ Amper olsun.



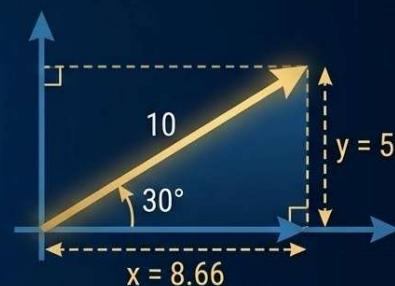
Adım 1 (Reel kısım, x):

$$x = 10 \cdot \cos(30^\circ) = 10 \cdot 0.866 = 8.66$$



Adım 2 (Sanal kısım, y):

$$y = 10 \cdot \sin(30^\circ) = 10 \cdot 0.5 = 5$$



Sonuç:

8.66 + j5 Amper

20

Örnek 4 (Sıfır Açısı): Şebeke gerilimimiz $V = 220 \angle 0^\circ$ Volt olsun.

Adım 1:

$$x = 220 \cdot \cos(0^\circ) \\ = 220 \cdot 1 = 220$$

Adım 2:

$$y = 220 \cdot \sin(0^\circ) \\ = 220 \cdot 0 = 0$$

Sonuç: Sadece 220 (Sanal kısmı yoktur, çünkü açı sıfırdır).

21

Empedans Hesaplamaları: Dikdörtgensel ve Kutupsal Formlar

Temel Kurallar

- Toplama/Çıkarma:** Rectangular (Dik) form kullanılır.
- Çarpma/Bölme:** Polar (Kutupsal) form kullanılır.

Örnek 5: Seri Empedans ToplAMI

Seri bağlı iki empedans: $Z_1 = 4 + j3 \Omega$ ve $Z_2 = 2 + j5 \Omega$. Toplam empedans nedir?

Çözüm: $(4 + 2) + j(3 + 5) = 6 + j8 \Omega$

Not: Bu işlem polar sayılarla yapılsaydı çok daha karmaşık olurdu!

22

Örnek 6 (Çarpma - Polar): Ohm Kanunu ($V = I \cdot Z$) Hesabı

Kural (Polar Çarpma):

Büyüklikler (r) normal çarpılır, açılar (θ) toplanır.

Çözüm:

$$I = 2\angle 20^\circ, Z = 5\angle 30^\circ$$

$$V = (2 \cdot 5)\angle(20^\circ + 30^\circ) = 10\angle 50^\circ \text{ Volt}$$

$$I = 2\angle 20^\circ, Z = 5\angle 30^\circ, V = 10\angle 50^\circ$$

23

Örnek 7 (Bölme - Polar): Akımı ($I = V / Z$) Hesaplayacağız

Kural (Polar Bölme):

Büyüklikler (r) normal bölünür, alttakinin açısı üsttekinin açısından çıkarılır.

Çözüm:

$$V = 100\angle 60^\circ$$

$$Z = 20\angle 15^\circ$$

$$I = \frac{100}{20} \angle(60^\circ - 15^\circ) = 5\angle 45^\circ \text{ Amper}$$

$$V = 100\angle 60^\circ, Z = 20\angle 15^\circ, I = 5\angle 45^\circ$$

24

Fazörün Süper Gücü: Türev → Çarpma

$$\frac{d}{dt}$$

Zaman Alanında
Türev



$$\times j\omega$$

Frekans Alanında
Çarpma

$$\mathbf{V}_{\text{türev}} = j\omega \cdot \mathbf{V}$$

Diferansiyel denklem çözmek yok. Sadece karmaşık sayılarla çarpma işlemi var.

25

Eğer Akım gerideyse "Gecikme",
öndeyse "İlerleme" vardır.



Faz Farkı

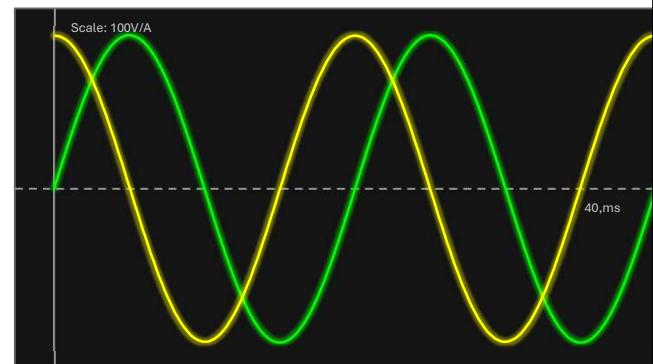


26

Mühendislikte genellikle **Kosinüs** referans alınır (Fazör diyagramı X ekseni).

Grafigi
Gör

$$\sin(\theta) = \cos(\theta - 90)$$



27

Örnek: $(3+j4) + (5-j2) = ?$

• Cevap: $8+j2$

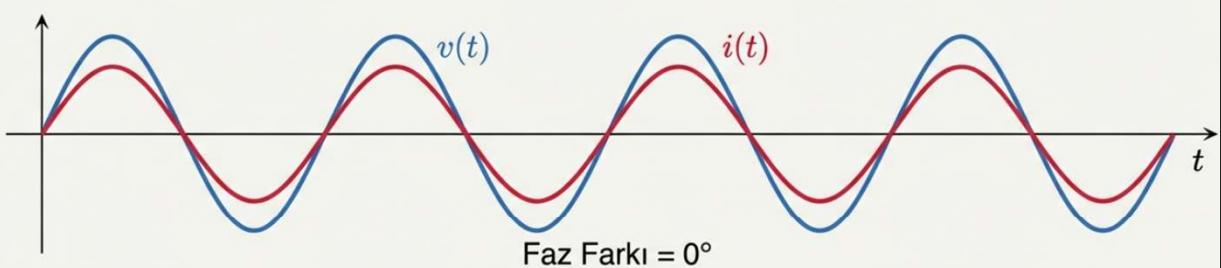
28



29



Direnç (R): Dürüst Eleman



Zaman:

$$v = iR$$

Fazör:

$$\mathbf{V} = \mathbf{I}R$$

Empedans:

$$Z_R = R$$

Tamamen reel, Açısı 0°.

Voltaj ne yaparsa Akım da aynısını yapar.

30



Bobin (L) - "Ağır Abi"

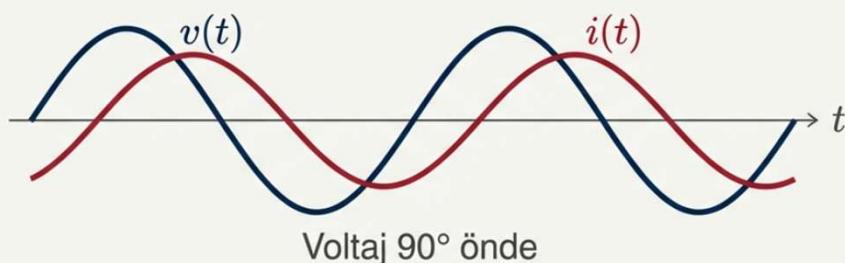


Karakter: Tembeldir. Değişime direnir (Manyetik alan).

Etkisi: Akımı GECİKTİRİR. (Önce Voltaj gelir, Akım sonra gelir).

31

Bobin (L): Türev Makinesi



Multiply by $j\omega$

$$\begin{aligned} v &= L \frac{di}{dt} \\ \mathbf{V} &= L(j\omega \mathbf{I}) \\ \mathbf{V} &= j\omega L \cdot \mathbf{I} \end{aligned}$$

$$Z_L = j\omega L$$

Empedans Sanal (+j).
Voltaj, Akımdan 90° öndedir.

32



Kondansatör (C) - "Sabırsız Genç"



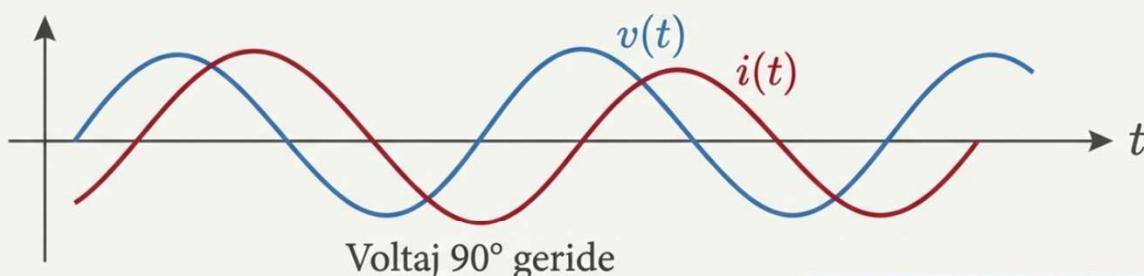
Karakter: Yerinde duramaz.
Boşken hemen akım çeker.



Etkisi: Akımı ÖNE GEÇİRİR.
(Voltaj yükselmeden Akım akar).

33

Kapasitör (C): İntegral Makinesi



$$i = C \frac{dv}{dt}$$

Transform
to Phasor

Rearrange for V

$$\mathbf{I} = j\omega C \cdot \mathbf{V}$$

$$\mathbf{V} = \frac{1}{j\omega C} \mathbf{I}$$

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C}$$

Empedans Sanal (-j).
Voltaj, Akımdan 90° geridedir.

34

Büyük Özeti: Empedans Tablosu

Eleman	Zaman Domeni (t)	Fazör Domeni (Z)
	$v = iR$	$Z_R = R$
	$v = L \frac{di}{dt}$	$Z_L = j\omega L$
	$i = C \frac{dv}{dt}$	$Z_C = \frac{1}{j\omega C}$

Genelleştirilmiş Ohm Yasası: $\mathbf{V} = \mathbf{I}Z$

35

Haftaya Bakış

- Soru: 'Peki bu elemanları birbirine bağlarsak ne olur?'
- Önizleme: Elma (R) ile Armudu (jX_L) toplayacağız. Seri Devre Analizi.

36