

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü

FZM207

Teknik Elektrik-I

Prof. Dr. Hüseyin Sarı

Ders Planı

**A.Ü. Mühendislik Fakültesi
Fizik Mühendisliği Bölümü**

Güz Dönemi

FZM207 Teknik Elektrik-I

***Ders Sorumlusu:* Prof. Dr. Hüseyin Sarı**
A.Ü. Müh. Fakültesi, Fizik
Müh. Bölümü

Ofis: A.Ü. Fizik Müh. Bölümü, B-Blok, Oda:105

Tel: (312) 203 3424 (ofis) • 536 295 3555 (cep)

eposta: hsari100@gmail.com • hsari@eng.ankara.edu.tr

web: www.huseyinsari.net.tr

Ders Planı

Dersin Kredisi: Ulusal (3) - AKTS (5)

Ders Saati: Teorik: 3 saat
Uygulama: 0
Lab: 0

Ders Saatleri/Yeri: Cuma 13:30-16:15 (3 Saat)
Küçük Fizik Anfi (KFA)

Görüşme Saatleri: Cuma 11:00-12:00

Devam Zorunluluğu: Var

Ders Geçme Notu:

Ara sınav (Bir ara sınav) % 30

Final sınavı % 80

Başarı notu: 60 ve üzeri

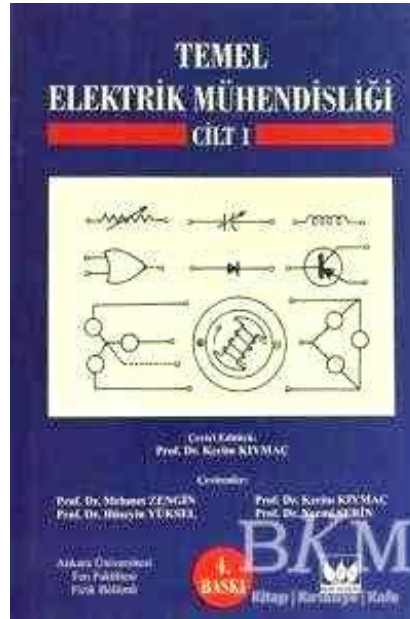
Ders Malzemeleri

Takip edilecek kitap:

Temel Elektrik Mühendisliği,

Cilt 1, Fitzgerald. A. E. Higginbotham D. E., Grabel A.

(Çeviri Editörü: Prof. Dr. Kerim Kıymaç, 3. Baskı)



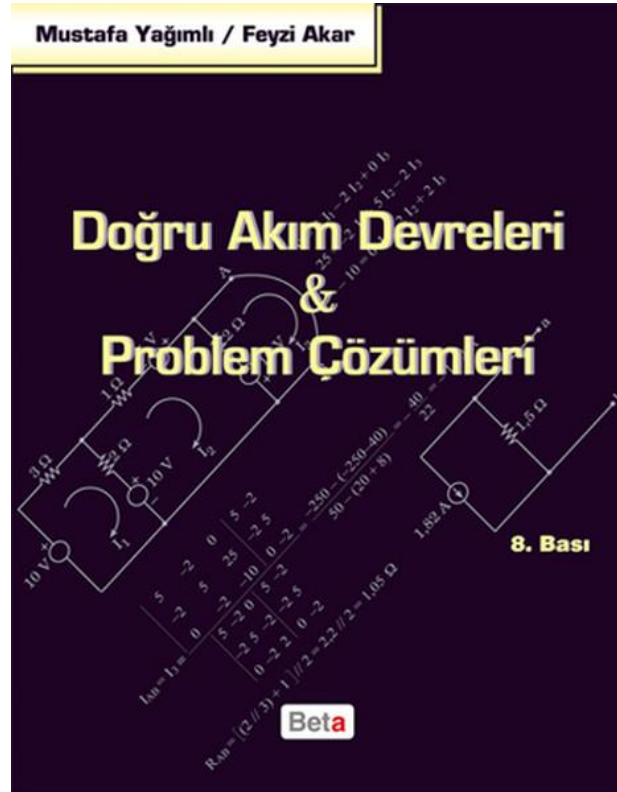
Ders Malzemeleri

Tavsiye edilen diğer yardımcı kitaplar-1:

Doğru Akım Devreleri ve Problem Çözümleri

Mustafa Yağımlı-Feyzi Akar

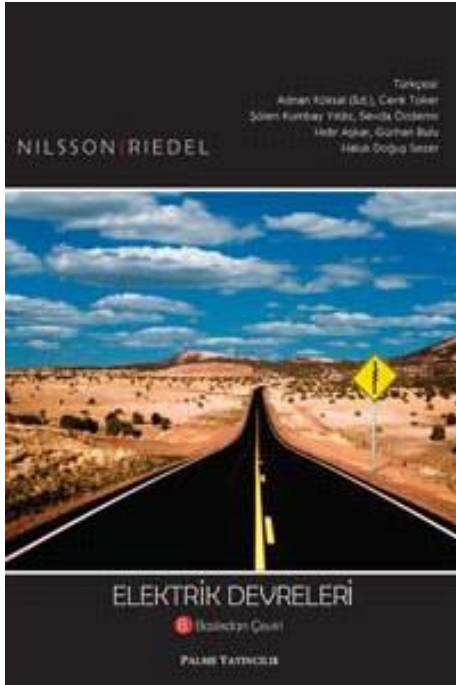
Beta Yayınları, 6. Baskı, 2010.



Ders Malzemeleri

Tavsiye edilen diğerk yardımcı kitaplar-2:

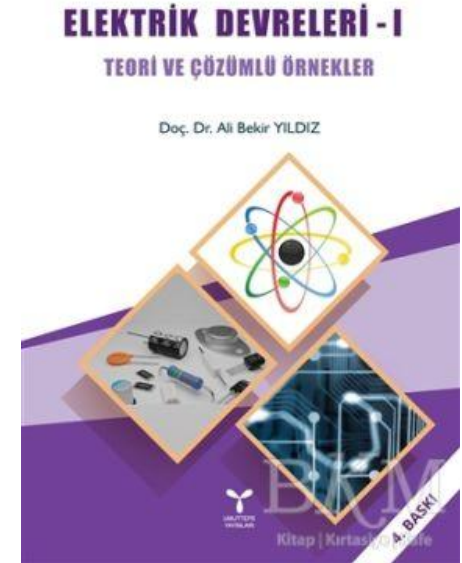
Elektrik Devreleri
James W. Nilsson,
Susan Riedel
Palme Yayınevi



**Elektrik Devreleri
(Ders Kitabı) -
Problem Çözümleri**
Turgut İkiz,
Papaty Bilim Yayınları



**Elektrik Devreleri-I
Teori ve Çözümlü
Örnekler**
Ali Bekir Yıldız
Volga Yayıncılık

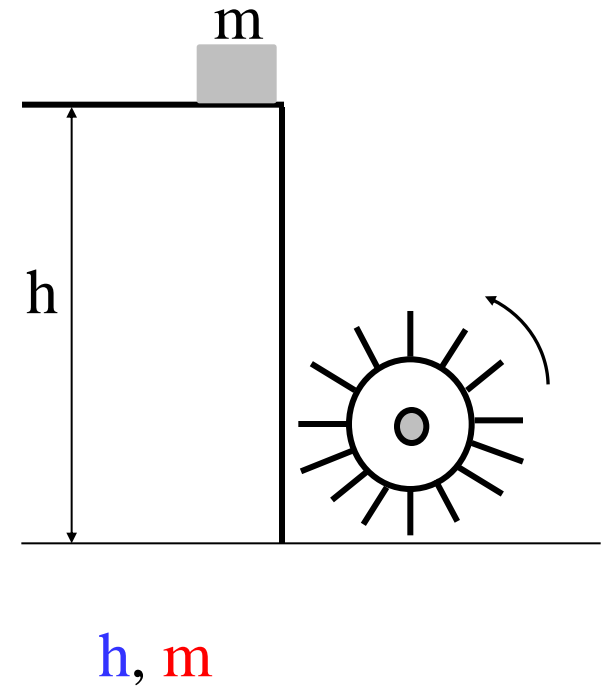
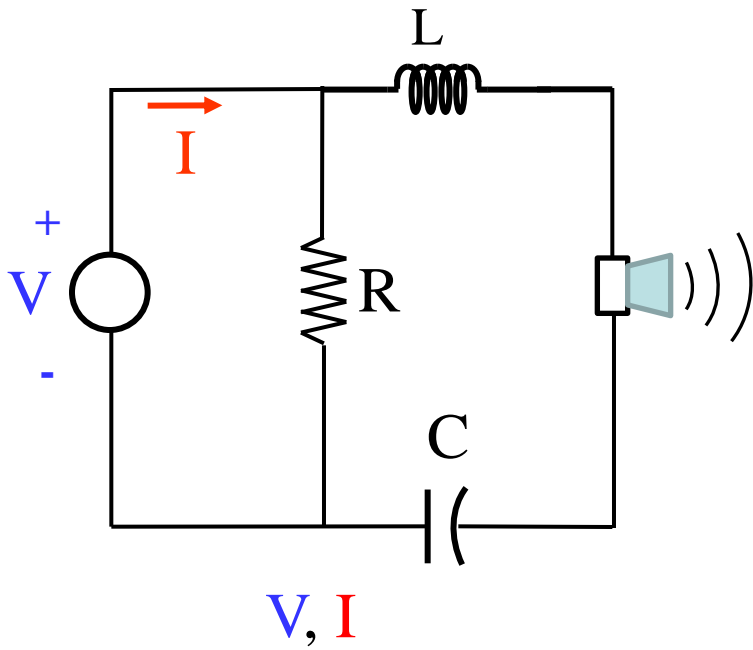


Dersin Amacı

Bu derste,

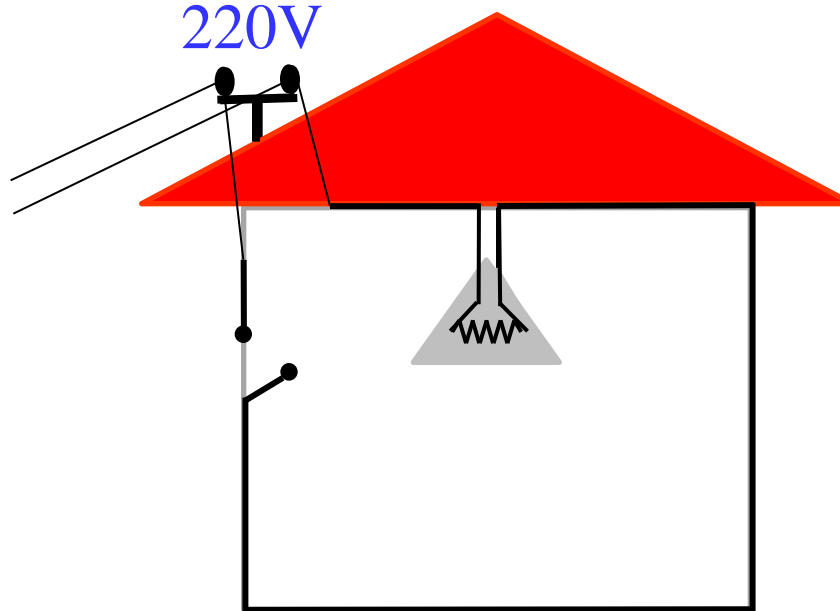
- Devre analizi için gerekli olan temel kavramlar tanımlanacak,
- Elektrik devre elemanlarının (**direnç**, **sığa**, **bobin** ile güç kaynakları) davranışları incelenecek,
- Elektrik devrelerinin **analizi** için gerekli teori ve yöntemler öğrenilecektir...

Elektrik-Mekanik



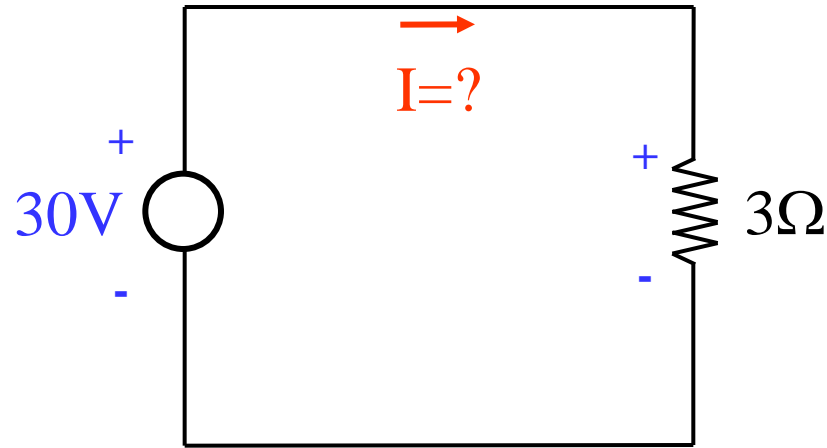
Motivasyon

Elektrik devrelerini en basitinden (evlerimizdeki elektrik hatları) en karmaşığına (radyo alıcı-vericisi, radar, robot, cep telefonu, bilgisayarlar) kadar çevremizde her yerde görebiliriz.



Motivasyon

Aşağıdaki devrede dolanan **akım** nedir?

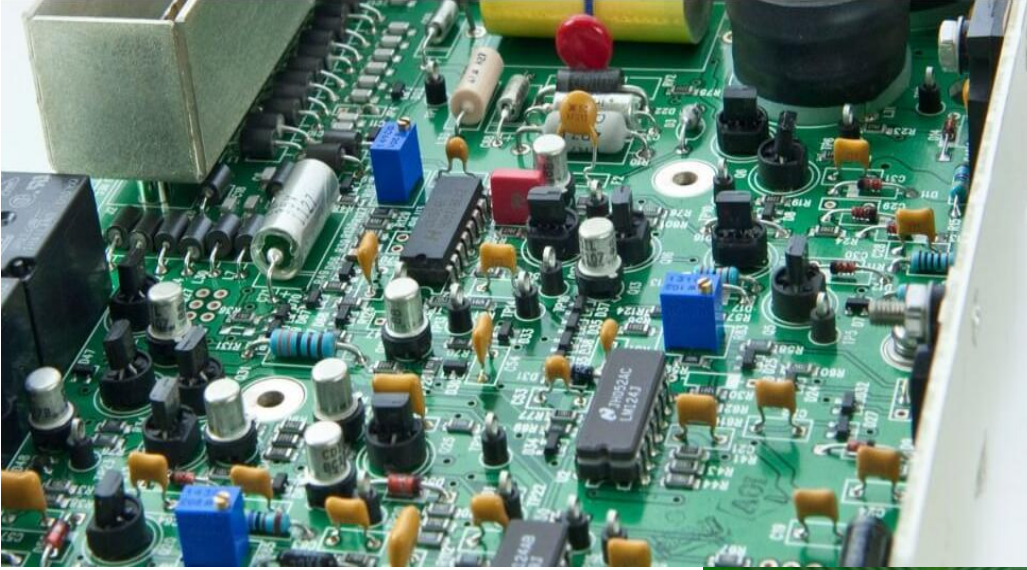


$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{30V}{3\Omega} = 10A$$

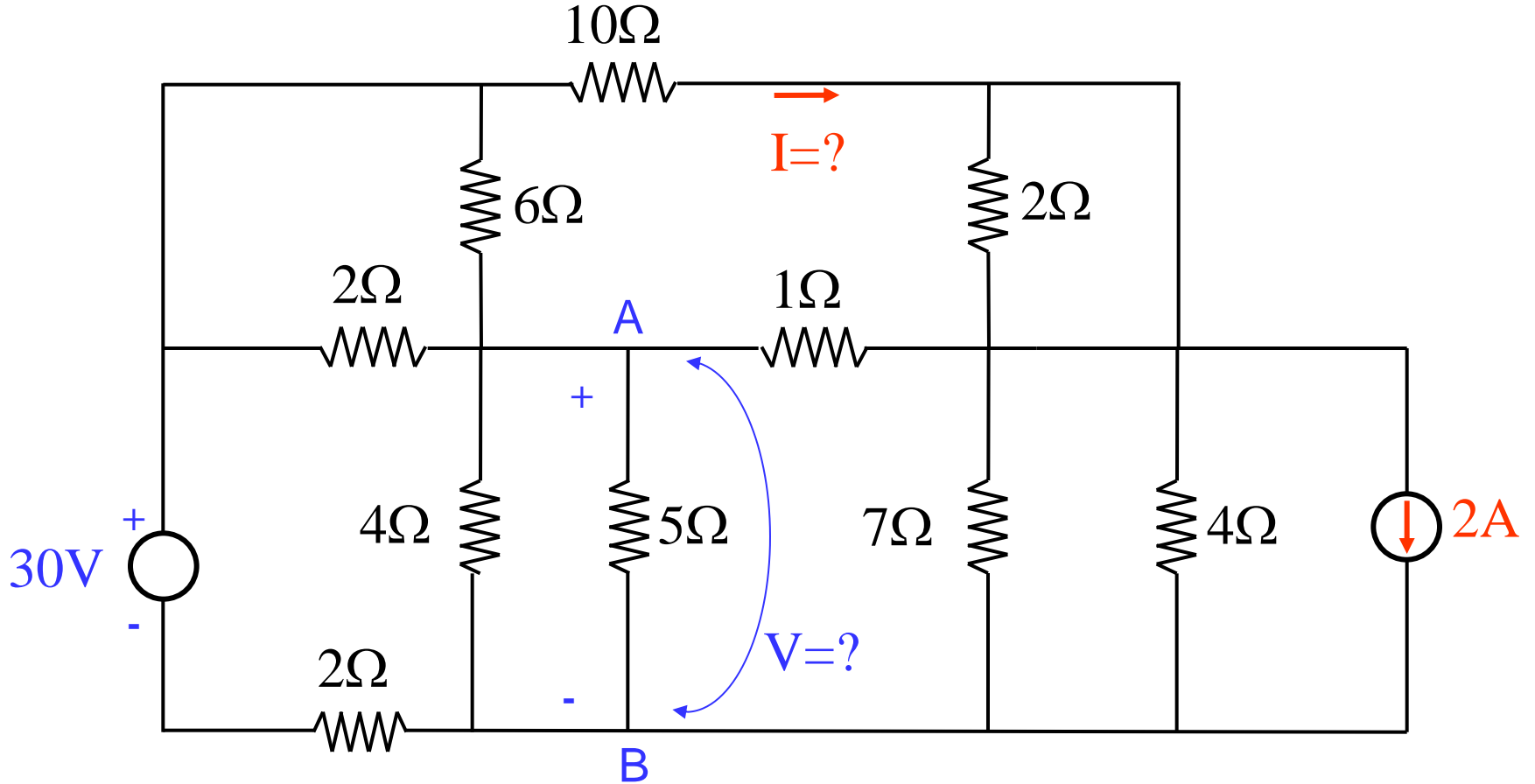
Motivasyon

Çok karmaşık işleri yapan çok karmaşık elektronik devreler vardır.



Motivasyon

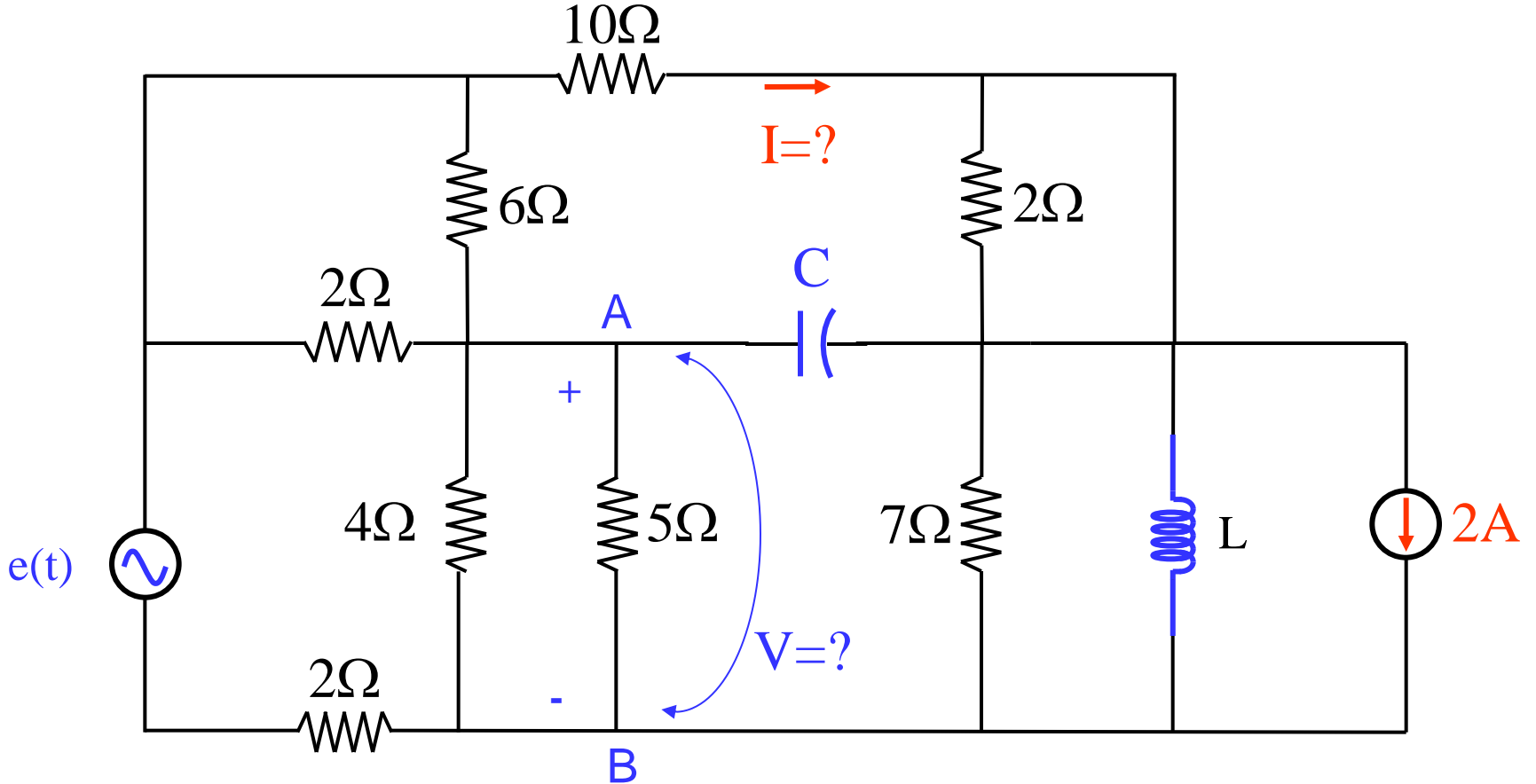
Aşağıdaki devrede A ve B noktaları arasındaki gerilim ($V=?$) ve 10Ω 'luk direnç üzerinden geçen akım ($I=?$) nedir?



Bu devreyi çözmek görüldüğü kadar kolay değildir!

Motivasyon

Devrelerin işlevselliğini arttırmak ve çeşitlendirmek için yeni devre elemanları (bobin, sığa, bağımlı güç kaynakları vb) eklemek gerekir.



Devre ne kadar karmaşık olursa olsun, sistematik bir yol izleyerek devrenin analizini basitleştirebilir miyiz?

Motivasyon

Devreleri analiz etmek için birçok yazılım vardır.

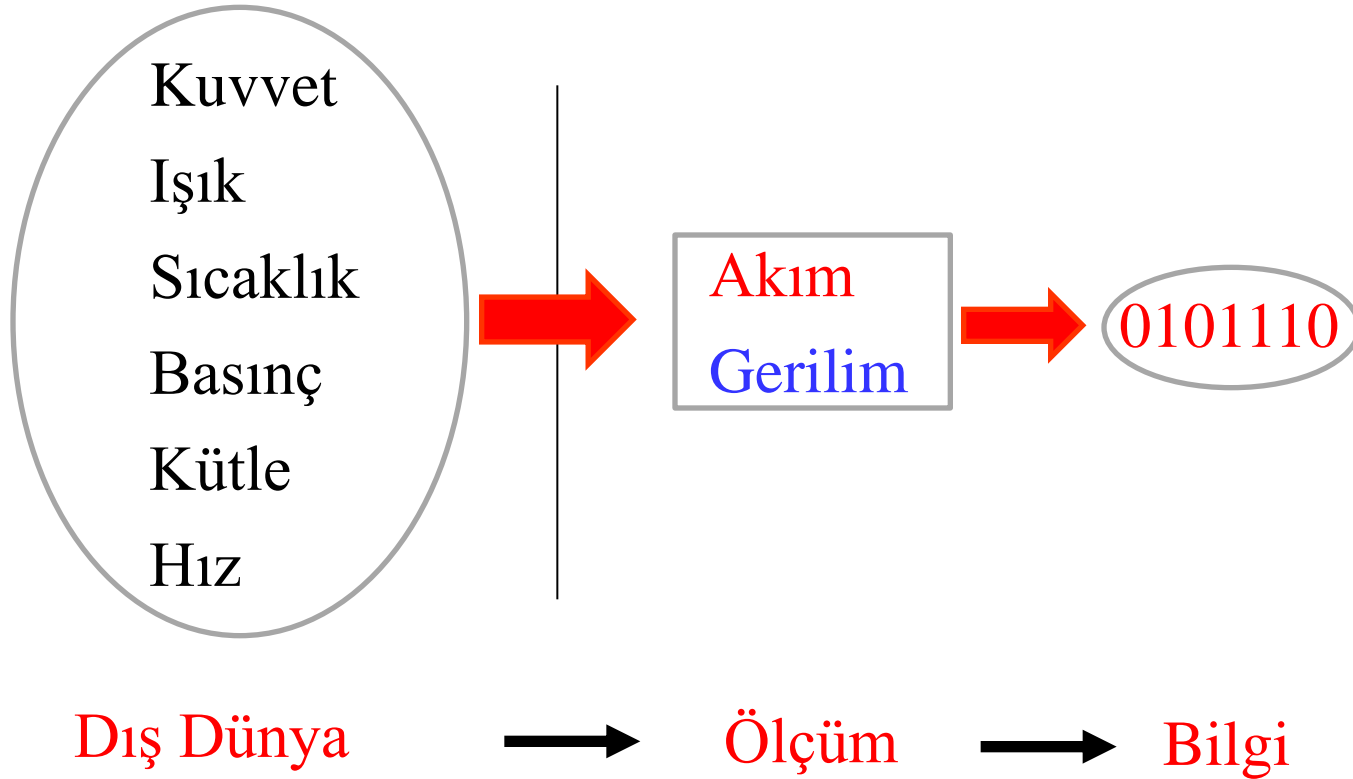
SPICE simulation

CircuitLab: Online circuit simulator & schematic editor

- EasyEDA electronic circuit design, circuit simulation and PCB design
- Circuit Sims
- DcAcLab
- DoCircuits
- PartSim
- 123D Circuits
- TinaCloud
- Computer softwares for circuit simulation
- Qucsis
- **LT Spice Simulator**
- **Ngspice**
- MultiSim National Instruments
- **Proteus**
- CircuitLogix
- **XSPICE**

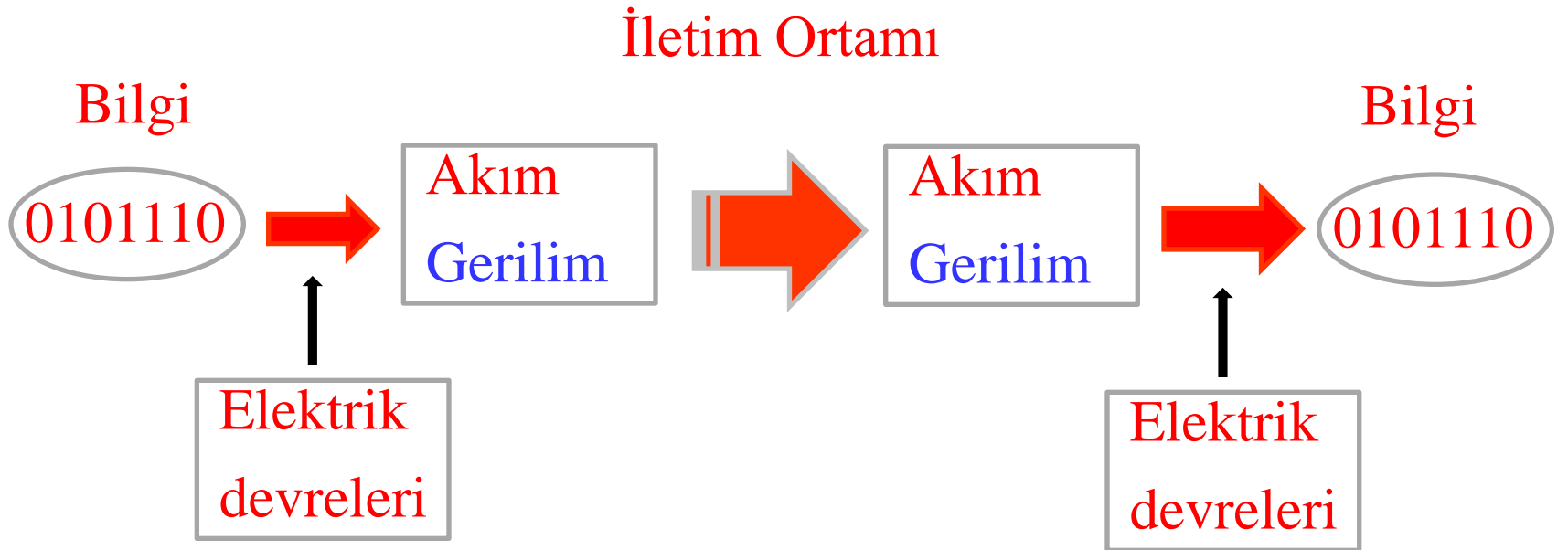
Motivasyon

Neredeyse bütün **fiziksel nicelikleri** (kuvvet, ışık, sıcaklık, basınç, kütle, hız, ivme, gravitasyonel dalgalar vb) elektrik sinyallerine (**akım** veya **gerilim**) dönüştürerek ölçeriz.



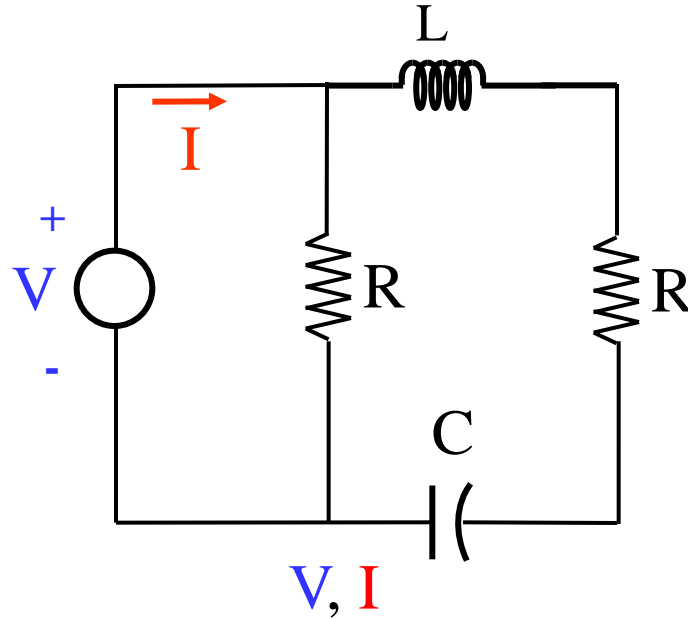
Motivasyon

İletişimde ve bilgi işlemede elektronik teknolojisinden faydalanırız.



Derste Neler Görülecek

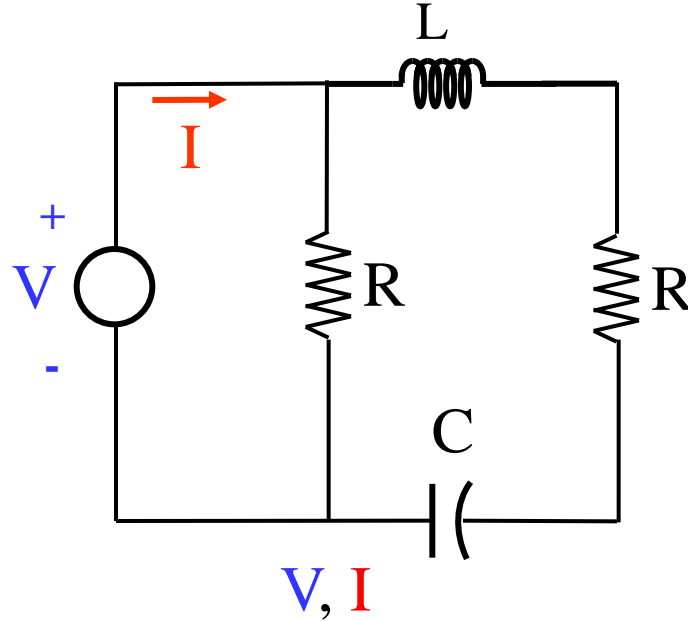
- Derste sadece **direnç**, **bobin** ve **sığadan** (kapasitör) oluşan devrelerle ilgileneceğiz.
- Devrede güç kaynaklarının Doğru (**DC**) veya Alternatif (**AC**) olduğu durumlara bakacağız



- Diyot ve transistör içeren devrelerle ilgileneceğiz!

Derste Neler Görülecek

- **Ohm ve Kirchhoff Yasalarını** kullanılarak bütün devreler bu (sadece iki yasa kullanılarak) analiz edilebilir.



- Önce bu yasaları her devre için açık açık yazıp çözümler üreteceğiz.
- Daha sonra (Ohm ve Kirchhoff Yasalarına dayanan) sistematik yöntemler (**Düğüm Gerilimi** ve **İlmeç Akım Yöntemleri**) geliştireceğiz.

Kazanımlarınız Ne Olacak?

- Direnç, bobin ve sığa içeren karmaşık devreleri analiz edilebileceksiniz,
- Fonksiyonel basit devreler yapabileceksiniz,
- Evinizde sigortalar atarsa bunu tamir edebileceksiniz 😊
- Şehir elektrik şebekesinin niye alternatif akım/gerilim olduğunu anlayabileceksiniz.

Öğrenilecek Temel Kavramlar

- **Akım** ve **Gerilim**
- **Doğru** (Akım ve Gerilim) ve **Alternatif** (Akım ve Gerilim)
- Her devre elemanınının (**Direnç**, **bobin** ve **sığa**) Akım-Gerilim özellikleri
- **Ohm** ve **Kirchhoff Yasaları**
- **İlmek Akım** ve **Düğüm Noktası Gerilim Yöntemleri**
- Devrelerin **Geçici** ve **Kararlı** durumları
- Elektriksel **Enerji**, **Güç** ve **Etkin Değer**

Ders için Gerekli Matematik

Cebirsel Denklemler?

Bir bilinmeyenli denklem: $ax + b = 0$ $x = ?$

İki bilinmeyenli denklem: $a_1x_1 + a_2x_2 = b_1$ $x_1 = ?$

$a_3x_1 + a_4x_2 = b_2$ $x_2 = ?$

$a_1x_1 + a_2x_2 = 0$
 $a_3x_1 + a_4x_2 = 0$ $\Rightarrow \det \begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ a_3 & a_4 \end{vmatrix} = 0$

Ders için Gerekli Matematik

Üç bilinmeyenli denklem: $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = b_1$ $x_1, x_2, x_3 = ?$
 $a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = b_2$
 $a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = b_3$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & a_{13} \\ b_2 & a_{22} & a_{23} \\ b_3 & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}} \quad x_2 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & b_1 & a_{13} \\ a_{21} & b_2 & a_{23} \\ a_{31} & b_3 & a_{33} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}} \quad x_3 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & b_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}}$$

Ödev-0

Ödev-0.1:

$$3x - y = 1$$

$$x + y = 3$$

x, y=?

Ödev-0.2:

$$x + 2y = 5$$

$$2x + 4y = 10$$

x, y=?

Ödev-0.3:

$$-2x + y = 0$$

$$4x - 2y = 0$$

x, y=?

Ödev-0.4:

$$3x - y + z = 4$$

$$x + y - z = 0$$

$$x + 2y - 3z = -4$$

x, y, z=?

Çözümler-Ödev-0

Çözüm-Ödev-0.1: $3x - y = 1$ $x, y = ?$
 $x + y = 3$

$$\det \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = 3 \cdot 1 - (-1) \cdot 1 = 4 \quad x = \frac{\begin{vmatrix} 1 & -1 \\ 3 & 1 \end{vmatrix}}{\det \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{1 \cdot 1 - (-1) \cdot 3}{4} = \frac{4}{4} = 1 \quad y = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 3 \end{vmatrix}}{\det \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{3 \cdot 3 - 1 \cdot 1}{4} = \frac{8}{4} = 2$$

Çözüm-Ödev-0.2: $x + 2y = 5$ $x, y = ?$
 $2x + 4y = 10$

$$\det \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 4 \end{vmatrix} = 1 \cdot 4 - 2 \cdot 2 = 0 \quad x = \frac{\begin{vmatrix} 5 & 2 \\ 10 & 4 \end{vmatrix}}{\det \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 4 \end{vmatrix}} = \frac{5 \cdot 4 - 2 \cdot 10}{0} = \frac{0}{0} = ? \quad y = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 5 \\ 2 & 10 \end{vmatrix}}{\det \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 4 \end{vmatrix}} = \frac{1 \cdot 10 - 2 \cdot 5}{0} = \frac{0}{0} = ?$$

Çözüm-Ödev-0.3: $-2x + y = 0$ $x, y = ?$
 $4x - 2y = 0$

$$\det \begin{vmatrix} -2 & 1 \\ 4 & -2 \end{vmatrix} = (-2) \cdot (-2) - 1 \cdot 4 = 0 \quad x = \frac{\begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -2 \end{vmatrix}}{\det \begin{vmatrix} -2 & 1 \\ 4 & -2 \end{vmatrix}} = \frac{0 \cdot (-2) - 1 \cdot 0}{0} = \frac{0}{0} = ? \quad y = \frac{\begin{vmatrix} -2 & 0 \\ 4 & 0 \end{vmatrix}}{\det \begin{vmatrix} -2 & 1 \\ 4 & -2 \end{vmatrix}} = \frac{-2 \cdot 0 - 4 \cdot 0}{0} = \frac{0}{0} = ?$$

Ödev-0.1

Çözüm-Ödev-0.4:

$$3x - y + z = 4 \quad x, y, z = ?$$

$$x + y - z = 0$$

$$x + 2y - 3z = -4$$

$$\det \begin{vmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & 2 & -3 \end{vmatrix} = 3 \cdot [1 \cdot (-3) - (-1) \cdot 2] - (-1) \cdot [1 \cdot (-3) - (-1) \cdot 1] + 1 \cdot [1 \cdot 2 - 1 \cdot 1] = -4$$

$$x = \frac{\begin{vmatrix} 4 & -1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 \\ -4 & 2 & -3 \end{vmatrix}}{\det \begin{vmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & 2 & -3 \end{vmatrix}} = \frac{4 \cdot [1 \cdot (-3) - (-1) \cdot 2] - (-1) \cdot [0 \cdot (-3) - (-1) \cdot (-4)] + 1 \cdot [0 \cdot 2 - 1 \cdot (-4)]}{-4} = \frac{-4}{-4} = 1$$

$$y = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 4 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & -4 & -3 \end{vmatrix}}{\det \begin{vmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & 2 & -3 \end{vmatrix}} = \frac{3 \cdot [0 \cdot (-3) - (-1) \cdot (-4)] - (4) \cdot [1 \cdot (-3) - (-1) \cdot 1] + 1 \cdot [1 \cdot (-4) - 1 \cdot 0]}{-4} = \frac{-8}{-4} = 2$$

$$z = \frac{\begin{vmatrix} 3 & -1 & 4 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & -4 \end{vmatrix}}{\det \begin{vmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & 2 & -3 \end{vmatrix}} = \frac{3 \cdot [1 \cdot (-4) - 0 \cdot 2] - (-1) \cdot [1 \cdot (-4) - 0 \cdot 1] + 4 \cdot [1 \cdot 2 - 1 \cdot 1]}{-4} = \frac{-12}{-4} = 3$$

Türev

Türev işlemini fizikte çok kullanırız. **Türev**, bir fonksiyonun değerinden ziyade fonksiyonun (değişkene göre) **değişimini** verdiği ve fizikte değişim içeren formüller (hız: konumun zamana göre değişimi, ivme: hızın zamana göre değişimi) bulunduğu için çok faydalıdır ve yaygın olarak kullanılır. Fizik, aslında niceliklerden ziyade evreni değişimlere dayalı anlamaya odaklanır ve bu değişimleri **diferansiyel denklemlerle** ifade ederiz.

$$y(t) = Ae^{bt} \Rightarrow \frac{dy(t)}{dt} = Abe^{bt} = by(t)$$

Trigonometrik fonksiyonların türevi:

$$y(t) = \sin t \Rightarrow \frac{dy(t)}{dt} = \cos t$$

$$y(t) = \cos t \Rightarrow \frac{dy(t)}{dt} = -\sin t$$

Zamana göre türev aşağıdaki gibi de gösterilir:

$$\frac{dx(t)}{dt} \equiv \dot{x}(t) = v$$

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} \equiv \ddot{x}(t) = a$$

Diferansiyel Denklemler - Hatırlatma

Diferansiyel denklemler cebirsel denklemlerden farklı olarak denklemde bilinmeyeni (x) değil, türev (değişim) (dx/dt) bilinmiyenini içeren denklemlerdir. Diferansiyel denklemin derecesini, fonksiyonun türev derecesi belirler. Türevli terimin üssü ise denklemin doğrusal olup olmadığını belirler...

$$a \frac{dx(t)}{dt} + bx(t) = 0$$

1. dereceden (dx/dt),
doğrusal ve homojen (=0)

$$a \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + b \frac{dx(t)}{dt} + cx(t) = 0$$

2. dereceden,
doğrusal ve homojen

$$a \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + b \frac{dx(t)}{dt} + cx(t) = f \sin(\omega t)$$

2. dereceden, doğrusal
ve homojen olmayan

$$a \left(\frac{d^2 x(t)}{dt^2} \right)^2 + b \frac{dx(t)}{dt} + cx(t) = f \sin(\omega t)$$

2. dereceden, doğrusal
olmayan ve homojen
olmayan

Diferansiyel Denklemler-Hatırlatma

$$a \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + b \frac{dx(t)}{dt} + cx(t) = 0 \quad a\ddot{x} + b\dot{x} + cx = 0$$

Çözüm Önerisi:

$$x(t) = Ae^{st}$$

$$\frac{dx(t)}{dt} = sAe^{st}$$

$$\frac{d^2 x(t)}{dt^2} = s^2 Ae^{st}$$

$$(as^2 + bs + c)Ae^{st} = 0 \quad Ae^{st} \neq 0 \Rightarrow (as^2 + bs + c) = 0$$

Diferansiyel denklem
cebirsal denklem denkleme
indirgenir

$$as^2 + bs + c = 0$$

$$s = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \alpha \pm i\omega$$

$$\alpha = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad b^2 > 4ac$$

$$\omega = \pm \frac{\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad b^2 < 4ac$$

i) $b=0$ durumunda $s=i\omega$ kökler sanal sayı:

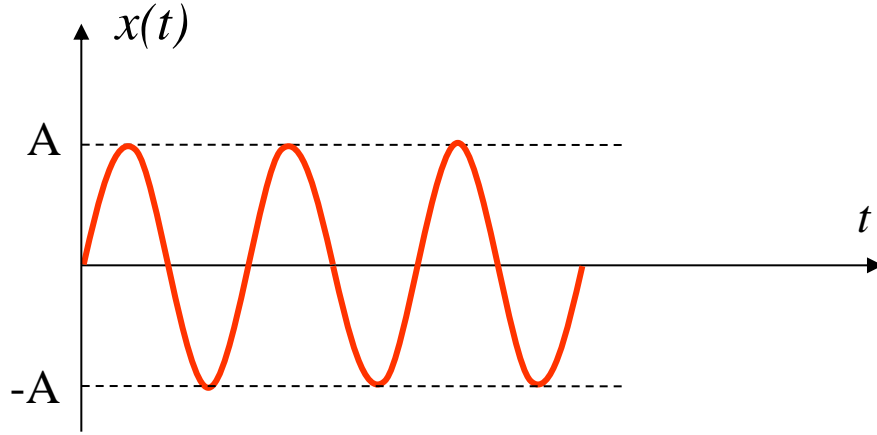
$$a \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + b \frac{dx(t)}{dt} + cx(t) = 0 \quad x(t) = e^{i\omega t}$$

ii) $b \neq 0$ durumunda $s=\alpha+i\omega$ kökler karmaşık sayı:

$$a \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + b \frac{dx(t)}{dt} + cx(t) = 0 \quad x(t) = e^{(\alpha+i\omega)t} = e^{\alpha t} e^{i\omega t}$$

Periyodik bir Fonksiyonun Üstel Fonksiyonlarla İfadesi

i) $b=0$ durumunda $s=i\omega$ sanal sayı:



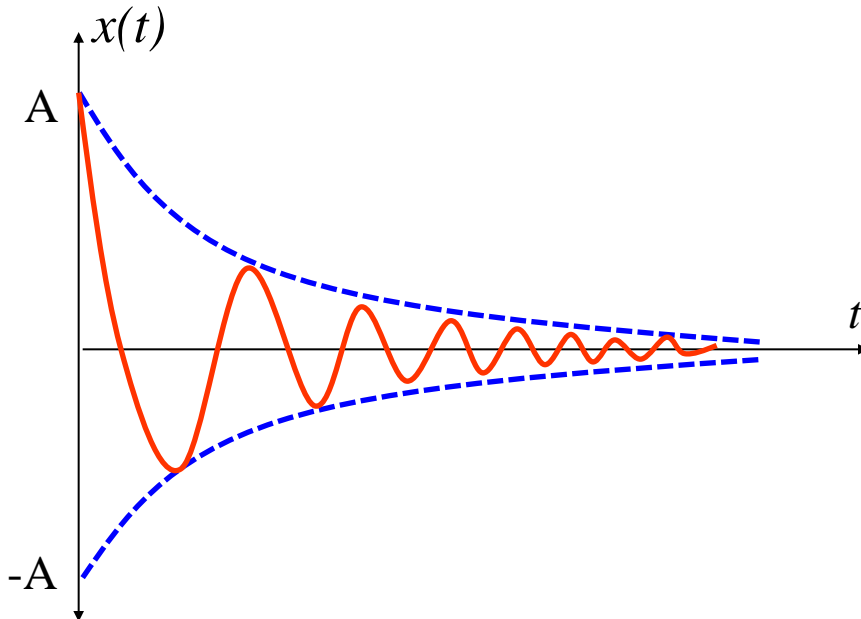
$$a \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + b \frac{dx(t)}{dt} + cx(t) = 0$$

$$a \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + cx(t) = 0$$

$$x(t) = Ae^{i\omega t}$$

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$$

ii) $b \neq 0$ durumunda $s=\alpha+i\omega$ karmaşık sayı:

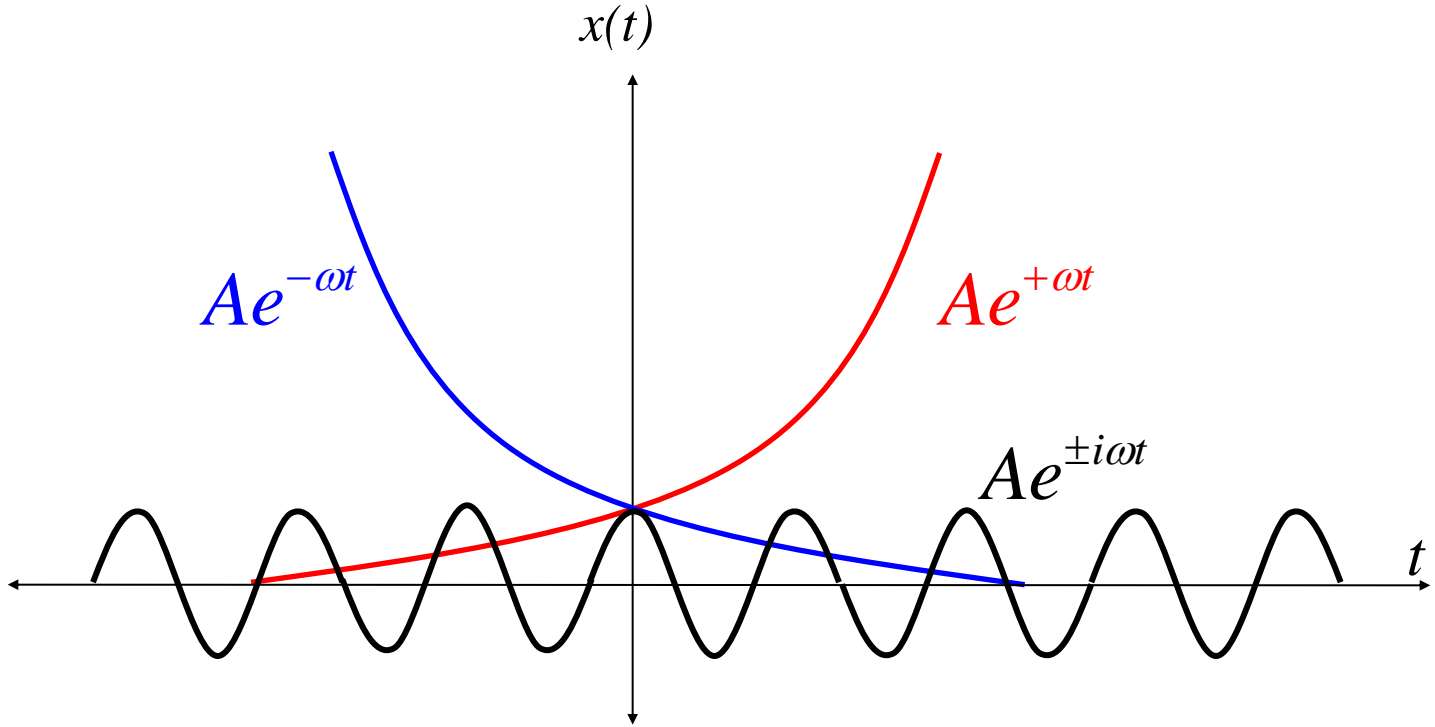


$$a \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + b \frac{dx(t)}{dt} + cx(t) = 0$$

$$x(t) = Ae^{(\alpha+i\omega)t} = Ae^{\alpha t} e^{i\omega t}$$

$$x(t) = Ae^{\alpha t} e^{i\omega t} = (Ae^{-\alpha t}) \cos(\omega t)$$

Üstel Fonksiyon



Üstel fonksiyon, değişgenin gerçek, sanal ve karmaşık sayı oluşuna bağlı olarak davranışı farklıdır.

Dönemlik Ders İçeriği

- Bölüm-0: Motivasyon (Bu Ders)
- Bölüm-1: Elektriksel Öğeler ve Devreler
- Bölüm-2: Dirençli Devreler
- Bölüm-3: Temel Devre Tepkileri
- Bölüm-4: Üstel Uyarım ve Dönüşmüş Devreler
- Bölüm-5: Kararalı Durumlu A. A. Devreleri
- Bölüm-6: Daha Karmaşık Uyarımlara Karşı Devre Tepkileri

