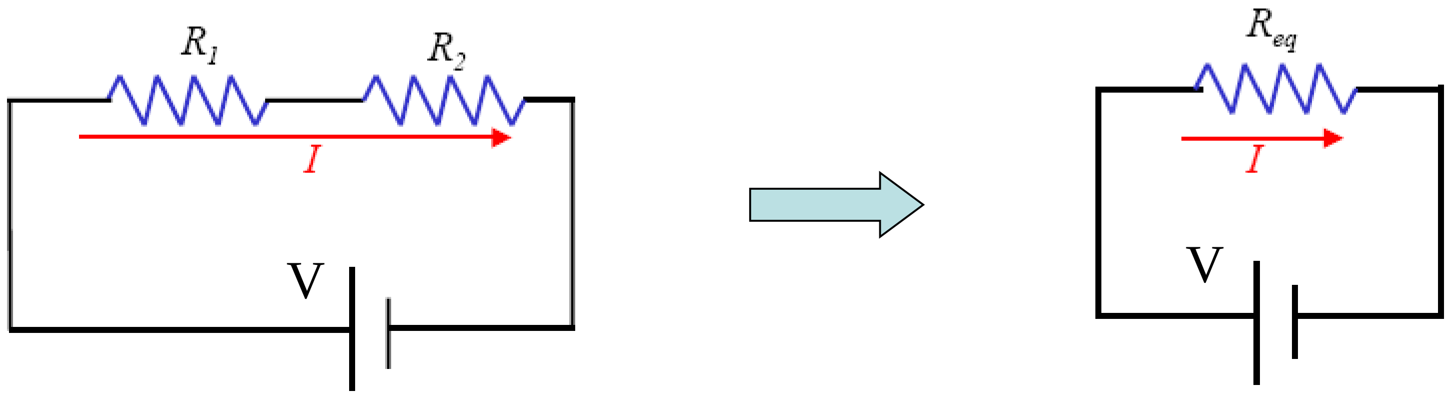
# Doğru-akım devreleri

## Seri ve paralel dirençler

- Seri dirençler

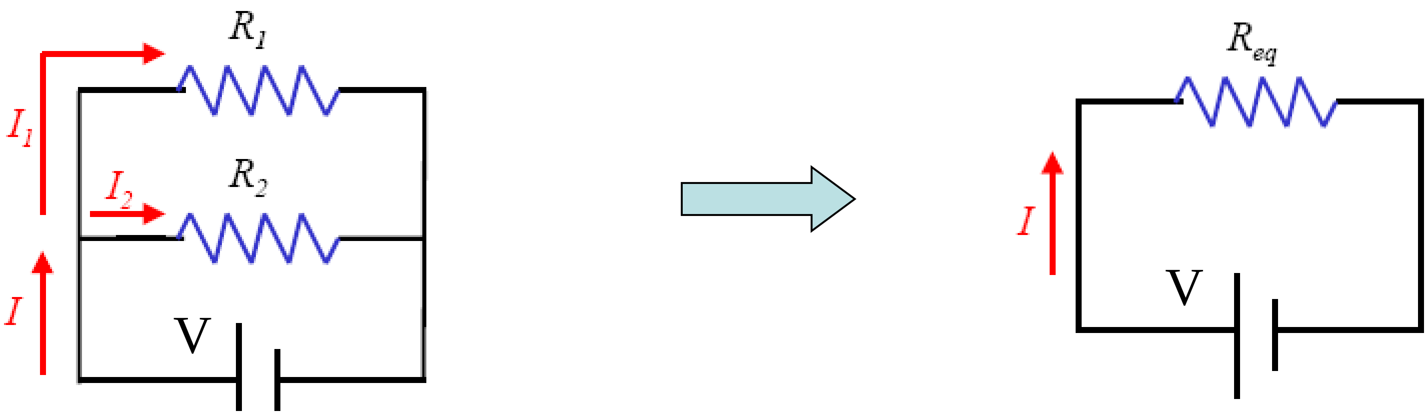



$$IR_1 + IR_2 = V = IR_{eq} \Rightarrow R_{eq} = R_1 + R_2$$

Bu formülü genel olarak $R_{eq} = \sum_i R_i$ şeklinde genişletebilirsiniz

# Seri ve paralel dirençler

- Paralel dirençler




$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow \frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

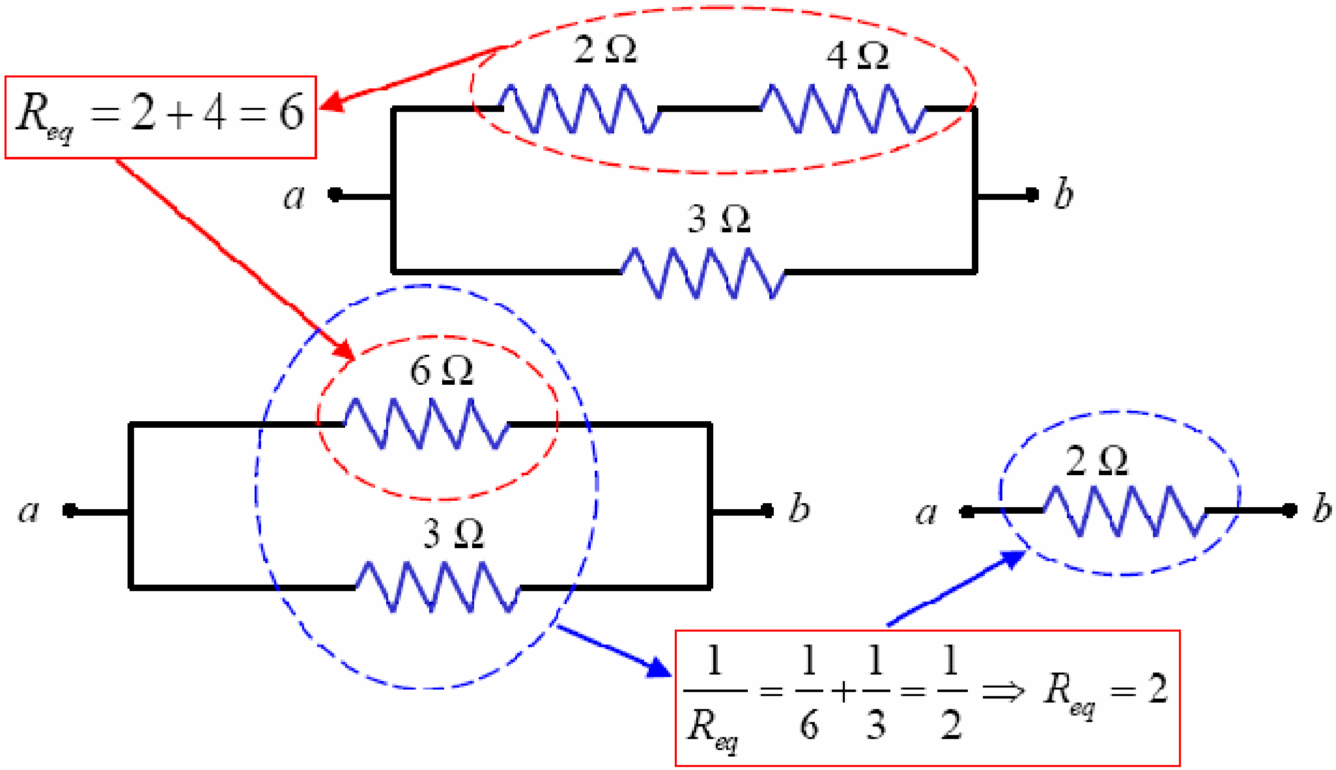
$$V = I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Bu formülü genel olarak $\frac{1}{R_{eq}} = \sum_i \frac{1}{R_i}$ şeklinde genişletebilirsiniz

# Seri ve paralel dirençler

- Örnek 1:

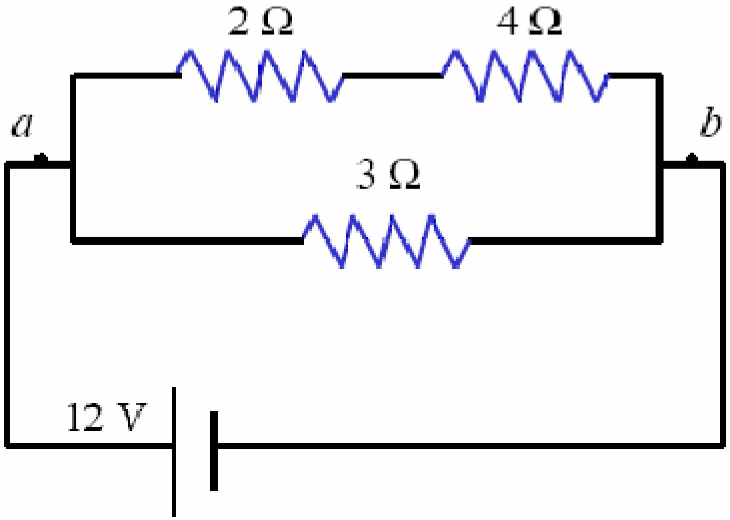
Gösterilen direnç kombinasyonu için $a$ ve $b$ arasındaki eşdeğer direnci bulalım.



# Seri ve paralel dirençler

- Örnek:

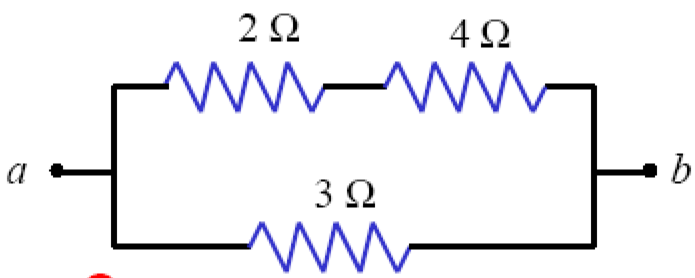
12 V luk bir batarya *a* ve *b* noktaları arasına bağlanmıştır. Her bir dirençten geçen akımı ve her birinin uçları arasındaki potansiyel farkı hesaplayalım.




$R_{eq}$. den ters yönde iş yapılır.

# Seri ve paralel dirençler

- Örnek:




❸

$I_3 = 4\ \mathrm{A}$

$I_4 = I_2 = 2\ \mathrm{A}$

$V = IR$

$V_4 = (2\ \mathrm{A})(4\ \Omega) = 8\ \mathrm{V}$

$V_2 = (2\ \mathrm{A})(2\ \Omega) = 4\ \mathrm{V}$

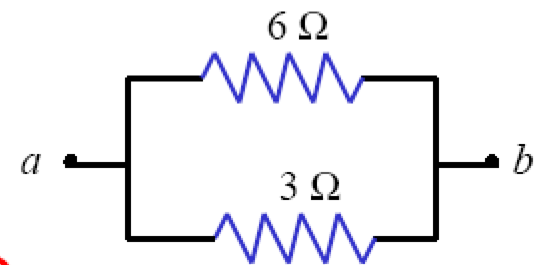
$V_3 = (4\ \mathrm{A})(3\ \Omega) = 12\ \mathrm{V}$


❶

$V_{ab} = 12\ \mathrm{V}$

$I_2 = \Delta V_{ab}/R = (12\ \mathrm{V})/(2\ \Omega)$

$I_2 = 6\ \mathrm{A}$




❷

$V_{ab} = 12\ \mathrm{V}$

$I_3 = V_{ab}/R = (12\ \mathrm{V})/(3\ \Omega)$

$I_3 = 4\ \mathrm{A}$

$I_6 = V_{ab}/R = (12\ \mathrm{V})/(6\ \Omega)$

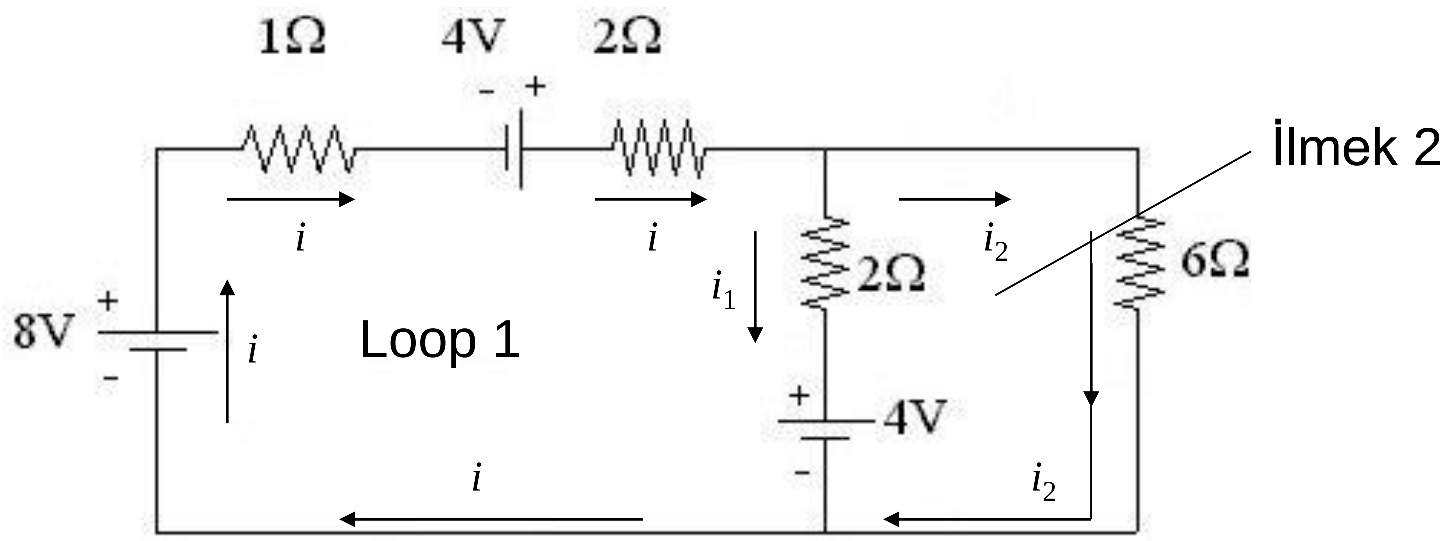
$I_6 = 2\ \mathrm{A}$

# Kirchhoff Kuralları

- Tanım
  - Çoğu uygulamalı direnç ağları basit seri-paralel direnç kombinasyonlarına indirgenemez. (bir örnek aşağıda görülmektedir).
  - Terminoloji:

    -Bir devredeki düğüm noktası üç yada daha fazla iletkenin buluştuğu bir noktadır.

    -Bir ilmek (döngü) herhangi bir kapalı iletim yoludur.

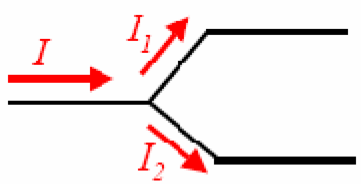


# Kirchhoff kuralları

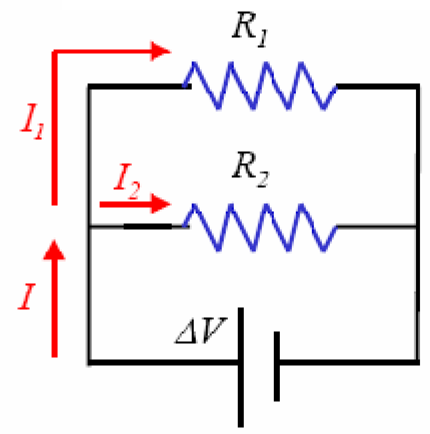
- Kirchhoff düğüm noktası kuralı
  - Her bir düğümdeki akımların cebirsel toplamı sıfırdır:

Her bir ilmekte $\sum I = 0$

Zaten analiz edilen paralel dirençlerde kullanılan budur.




$$I = I_1 + I_2$$



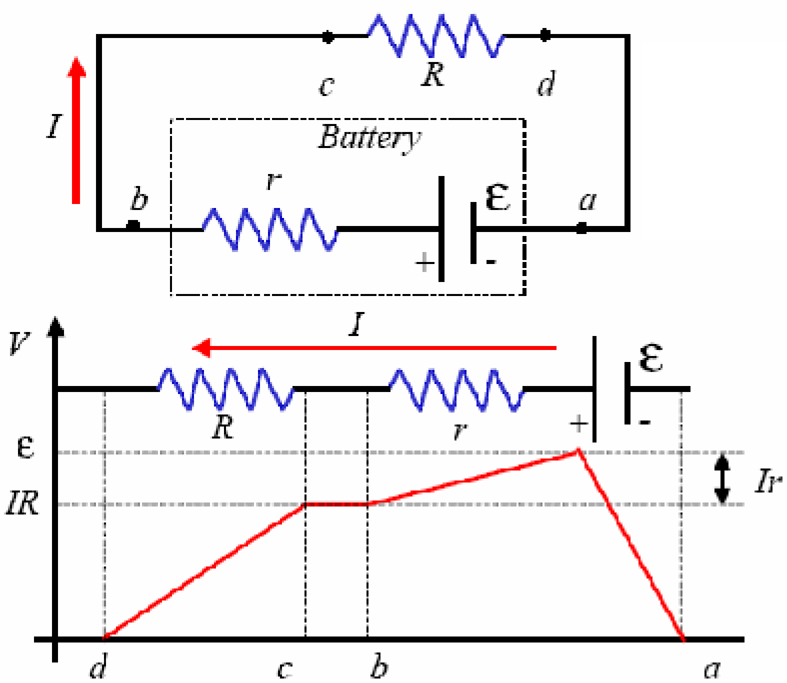
# Kirchhoff kuralları

❑ Kirchhoff ilmek kuralı

•Emk ler ve direnç unsurları içeren her bir ilmekteki potansiyel farkların toplamı sıfır olmalıdır.

Her bir ilmek için $\sum V = 0$

Zaten analiz edilen seri dirençlerde bu kullanılır.



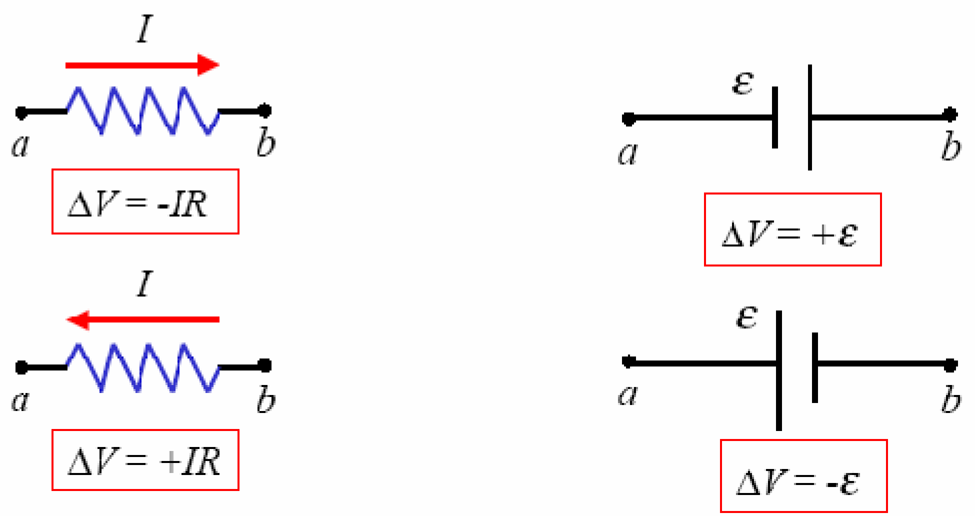
# Kirchhoff kuralları

- Kirchhoff ilmek yasası için kurallar

  - Bir direnç akımın yönüne geçilirse, direnç üzerinde potansiyeldeki değişim $-IR$ olur.
  - Bir direnç akıma *zıt* yönde geçilirse, direnç üzerinde potansiyel değişimi $+IR$ olur.
  - Bir emf - den + terminale doğru geçilirse, potansiyeldeki değişim $+\varepsilon$ olur.
  - Bir emf + den - terminale doğru geçilirse, potansiyeldeki değişim $-\varepsilon$ olur.

# Kirchhoff kuralları

- Kirchhoff ilmek yasası için kurallar




Bunların hepsi için $a$ noktasından $b$ noktasına doğru ilmeği geçiyoruz.

# Kirchhoff kuralları

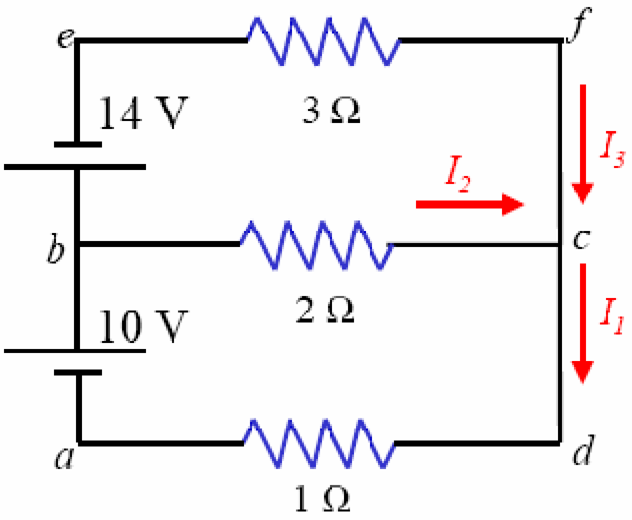
- Kirchhoff kurallarından yararlanılarak problem çözümü

- Devre diyagramı çizilir ve  bilinen ve bilinmeyen özelliklerin hepsi işaretlenir.
- Devrenin her bir parçasındaki akımın yönü belirlenir. Yanlış yön tahmin edilirse, endişelenmeyin,sonuç negatif olacaktır, fakat doğru büyüklüğe sahip olacaktır.
- Bir akım yönü seçilirken,dikkatli bir şekilde Kirchhoff kurallarını izlemelisiniz.
- Çeşitli akımlar arasında ilişki sağlayan her bir düğüm noktasında düğüm noktası kuralı uygulanır.
- Tüm bilinmeyenler için ihtiyaç duyulan çözüm kadar ilmeğe,  ilmek kuralı uygulanır(işaretlere dikkat ediniz!)
- Cebir:Bilinmeyen özellikler için denklemler çözülür.

# Kirchhoff kuralları

- Örnek 1

$I_1$, $I_2$, ve $I_3$ akımlarını bulalım.




1. $c$ de düğüm noktası kuralını uygulayalım.

$$\boxed{I_2 + I_3 = I_1}$$

2. $abcda$ ilmeği için **saat yönünde** ilmek kuralı uygulayalım.

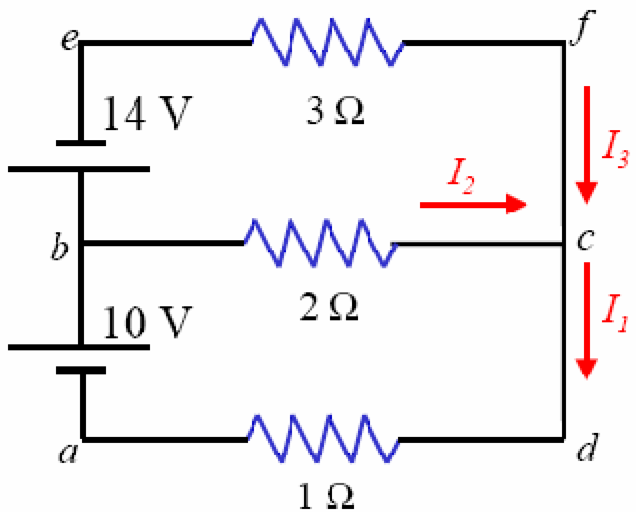
$$\boxed{10\text{ V} - (2\Omega)I_2 - (1\Omega)I_1 = 0}$$

3. $befcb$ ilmeği için **saat yönünde** ilmek kuralı uygulayalım.

$$\boxed{-14\text{V} - (3\Omega)I_3 + (2\Omega)I_2 = 0}$$

# Kirchhoff kuralları

- Örnek 1




1. $$\boxed{I_1 = I_2 + I_3}$$

2. $$\boxed{10\ \mathrm{V} - (2\Omega)I_2 - (1\Omega)I_1 = 0}$$

3. $$\boxed{-14\ \mathrm{V} - (3\Omega)I_3 + (2\Omega)I_2 = 0}$$

1 denklemini 2 de yerine yazalım;

$$\boxed{10 - 2I_2 - \left(I_2 + I_3\right) = 0}$$

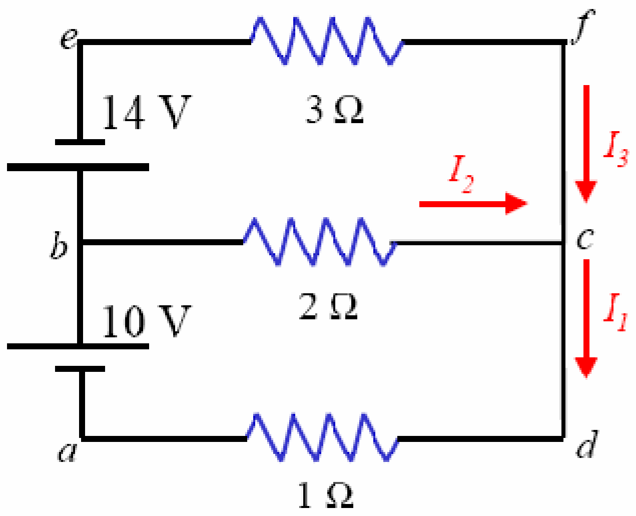
4. $$\boxed{10 = 3I_2 + I_3}$$

3 ü tekrar düzenlersek

5. $$\boxed{14 = 2I_2 - 3I_3}$$ olur.

# Kirchhoff kuralları

- Örnek 1




❶ $\boxed{I_1 = I_2 + I_3}$

❹ $\boxed{10 = 3I_2 + I_3}$

❺ $\boxed{14 = 2I_2 - 3I_3}$

3 ile ❹ denklemini çarpalım ve ❺ i ekleyelim;

$$\boxed{\begin{aligned} 44 &= 11I_2 \\ I_2 &= 4\text{A} \end{aligned}}$$

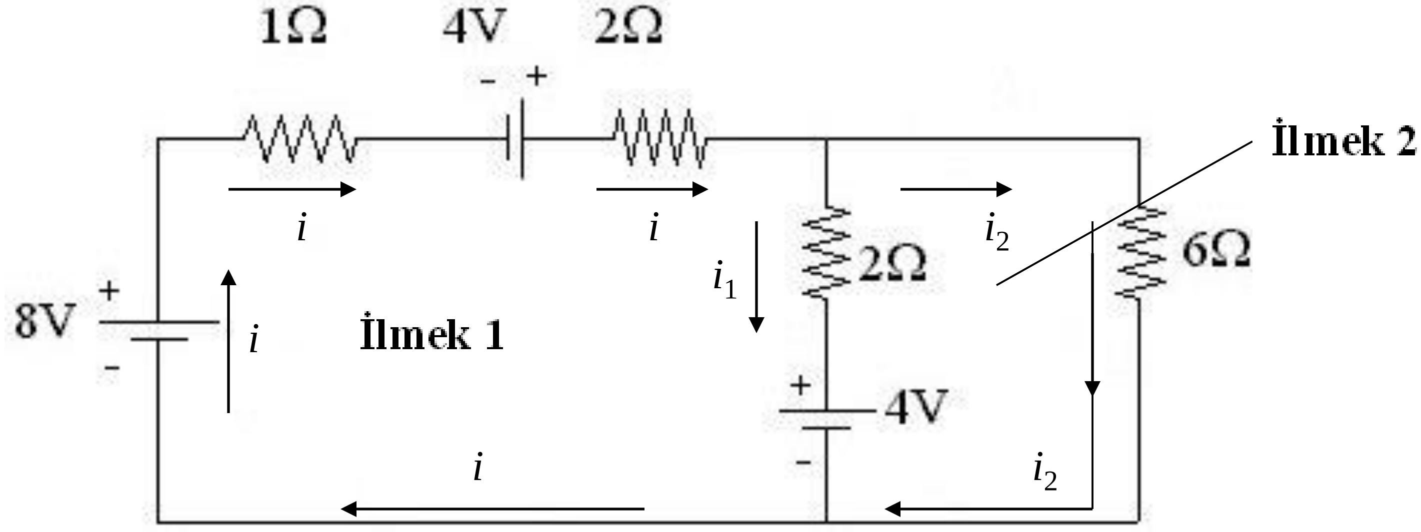
Bunu ❺ denkleminde kullanalım;

$\boxed{I_3 = -2\text{A}}$ olur.

Son olarak ❶ denklemi $\boxed{I_1 = 2\text{A}}$ verir.

# Kirchhoff kuralları

- Örnek 2




**İlmek 1**

$$0 = +8V + 4V - 4V - 3i - 2i_1$$

$$0 = 8 - 3i_1 - 3i_2 - 2i_1$$

$$0 = 8 - 5i_1 - 3i_2$$

**2 ile çarpılır**

$i = i_1 + i_2$

**İlmek 2**

$$-6i_2 + 4 + 2i_1 = 0$$

$$\frac{-6i_2 + 16 - 10i_1 = 0}{0 - 12 + 12i_1 = 0}$$

$$\boxed{i_1 = 1A}$$

$$-6i2 + 4 + 2(1A) = 0$$

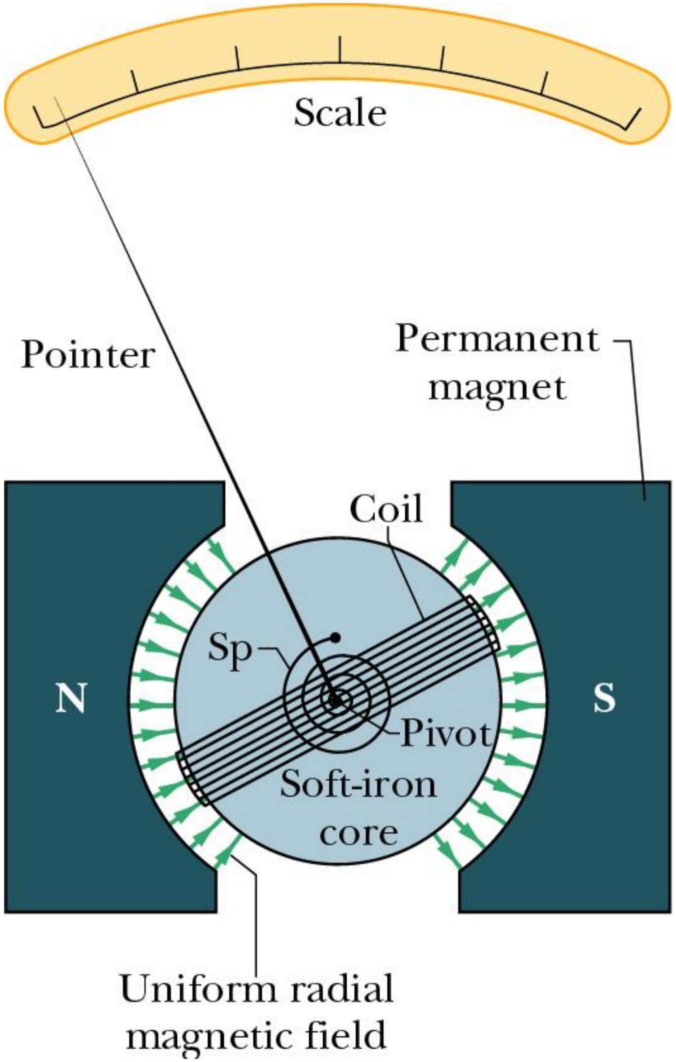
$$\boxed{i_2 = 1A}$$

$$\boxed{i = 2A}$$

# Elektriksel ölçüm cihazları

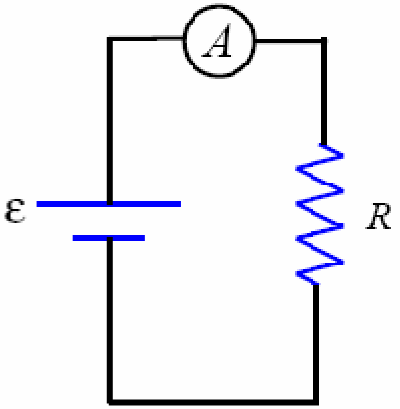
- Galvanometre

Gelecek derste ele alınacak.



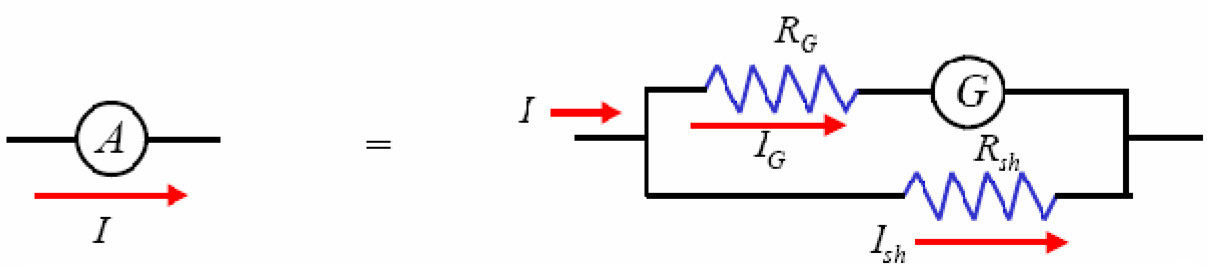
# Elektriksel ölçüm cihazları

- Ampermetre




Devreye seri bağlanır. Ampermetre yerinde olmadığı zaman verilen akımı ölçmek isteriz. Bu, ampermetrenin direncinin *R* ye kıyasla *çok* küçük olması gerektiği anlamına gelir. İdealde ampermetre *sıfır* dirence sahip kabul edilir.

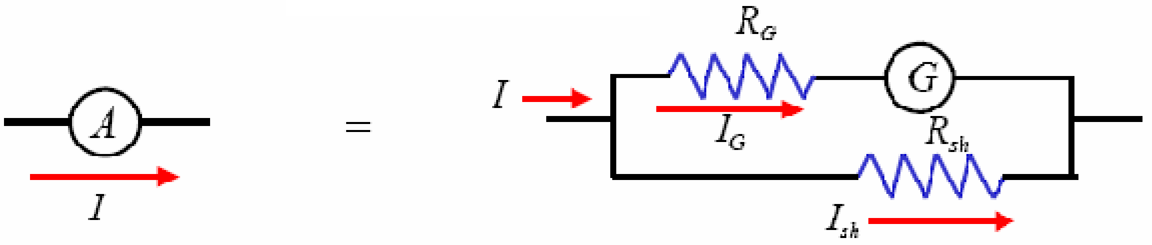
$$\boxed{\frac{1}{R_A} = \frac{1}{R_G} + \frac{1}{R_{sh}} \quad \text{or} \quad R_A = \frac{R_G\, R_{sh}}{R_G + R_{sh}}}$$




Galvanometreden ampermetre yapılır-galvanometreye paralel küçük şönt direnç bağlanır.

# Elektriksel ölçüm cihazları

- Ampermetre



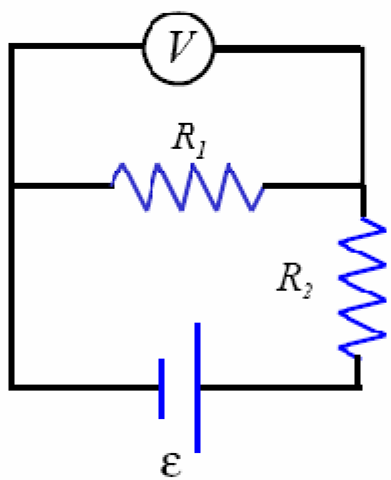

- Galvanometre tipik olarak 60 Ω kadar $R_G$ direncine sahiptir ve 1mA veya daha düşük akımları ölçebilir.
- $I_G$ nin galvanometre için maksimum akımı aşmaması için ve ampermetrenin direnç etkisinin çok küçük olması için şönt direnç seçilir böylece devrede ölçüm yapılıyorken minimum etkiye sahip olacaktır.

$$\boxed{\frac{1}{R_A} = \frac{1}{R_G} + \frac{1}{R_{sh}} \quad \text{or} \quad R_A = \frac{R_G R_{sh}}{R_G + R_{sh}}}$$

$R_{sh} << R_G$ **için** $\rightarrow R_A = R_{sh}$

# Elektriksel ölçüm cihazları

- Voltmetre




Paralel bağlanır. Voltmetre yerinde değilken verilen potansiyel farkı ölçmek isteriz. Bu voltmetrenin direncinin R ye kıyasla çok büyük olması gerektiği anlamına gelir. İdealde voltmetre boyunca sıfır akım geçer.

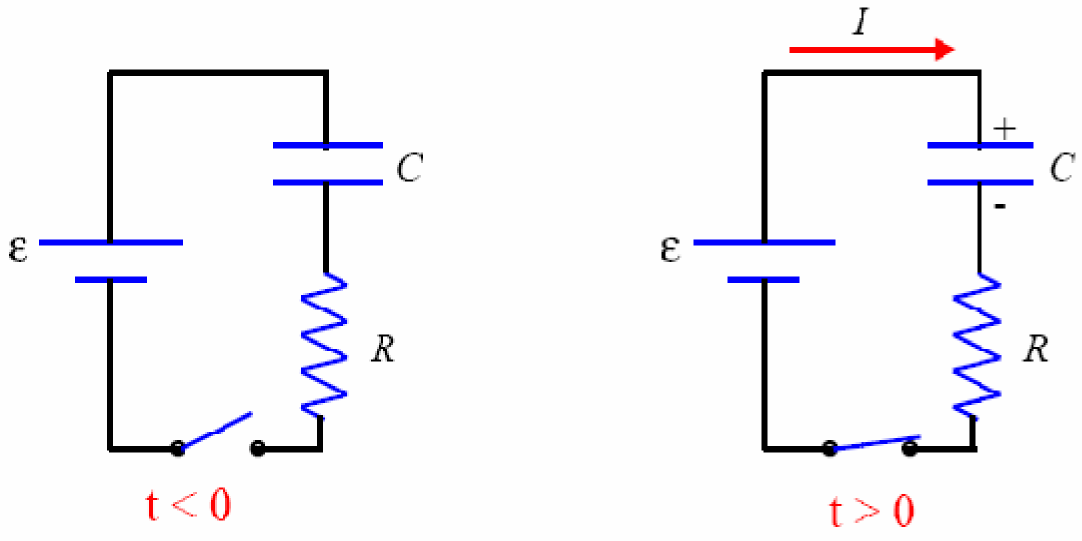
$$\boxed{R_V = R_{ser} + R_G}$$


$R_{ser} >> R_G$ için $\rightarrow$ $R_V = R_{ser}$

# R-C devreleri

- Bir kondansatörün yüklenmesi

• Gösterilen seri devrede kondansatörün başlangıçta yüksüz olduğunu farz edelim.
• Akım sadece anahtar kapatıldığında geçer.

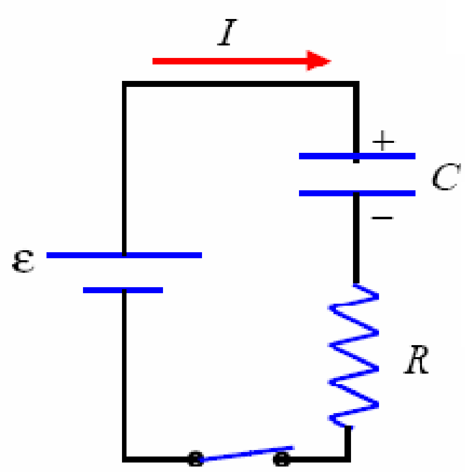


# R-C devreleri

- Bir kondansatörün yüklenmesi

Kirchhoff 'un ilmek kuralını uygulayalım(saat yönünde).

$$\varepsilon - IR - \frac{q}{C} = 0$$




Kondansatör üzerindeki voltaj düşmesi ***q/C*** dir.

Negatif işaret kondansatörün + tarafından – tarafına geçtiğimizi gösterir.

***t=0*** da kondansatör üzerindeki yük sıfırdır, ve potansiyel düşmesi tümüyle direnç üzerinden olur.

$$\boxed{I_0 = \frac{\varepsilon}{R}}$$

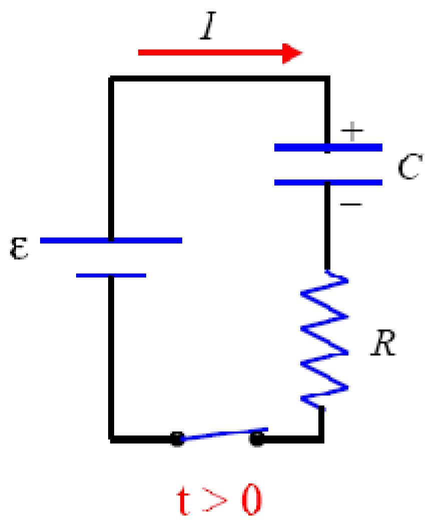
$t > 0$

Daha sonra kondansatör tamamen yüklenecek ve potansiyel düşmesi tümüyle kondansatör üzerinden olacak. Böylece akım ***sıfır*** olacak ve

$$\boxed{Q = C\varepsilon}$$ olur.

# R-C devreleri

- Bir kondansatörün yüklenmesi




$$\varepsilon - IR - \frac{q}{C} = 0 \quad \text{or} \quad I = \frac{\varepsilon}{R} - \frac{q}{RC}$$

$I = \dfrac{d\,q}{d\,t}$ İfadesini kullanalım $\dfrac{dq}{dt} = \dfrac{\varepsilon}{R} - \dfrac{q}{RC}$

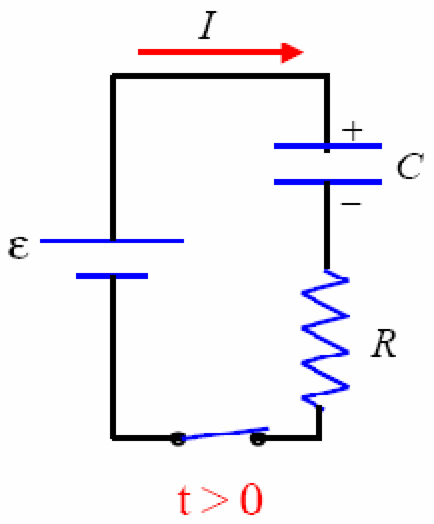
$$\frac{dq}{dt} = \frac{\varepsilon C - q}{RC} \quad \text{or} \quad \frac{dq}{(q - C\varepsilon)} = -\frac{1}{RC}dt$$

$$\int_0^q \frac{dq}{(q - C\varepsilon)} = -\frac{1}{RC}\int_0^t dt$$

$$\ln\left(\frac{q - C\varepsilon}{-C\varepsilon}\right) = -\frac{t}{RC}$$

# R-C devreleri

- Bir kondansatörün yüklenmesi




$$\ln\left(\frac{q-C\varepsilon}{-C\varepsilon}\right)=-\frac{t}{RC}$$

$$\left(\frac{q-C\varepsilon}{-C\varepsilon}\right)=e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$q(t)=C\varepsilon\left(1-e^{-t/RC}\right)=Q\left(1-e^{-t/RC}\right)$$

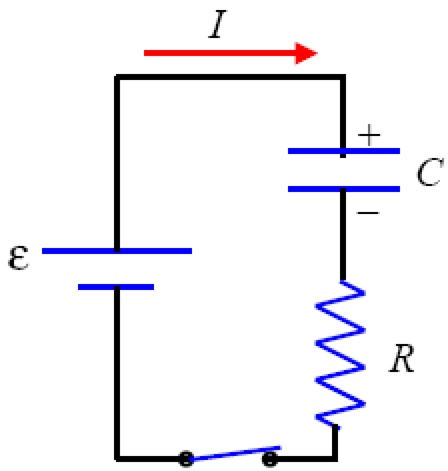
$$I(t)=\frac{dq}{dt}=\frac{\varepsilon}{R}e^{-t/RC}$$

Devrede ***RC*** ***,zaman sabitidir,*** $\tau$. ile ifade edilir.Zamanın birimlerine sahiptir.

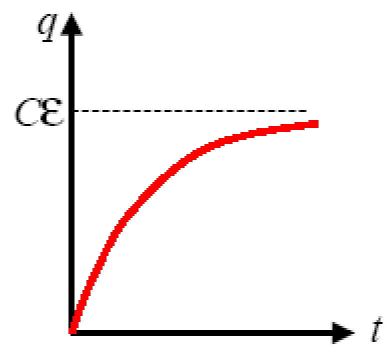
# R-C devreleri

- Bir kondansatörün yüklenmesi

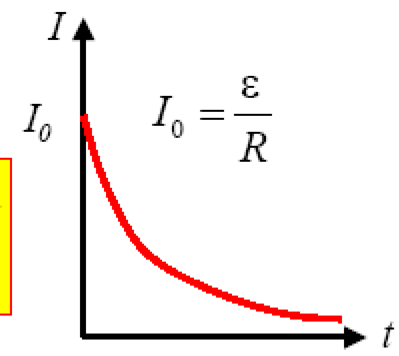
$$q(t) = C\varepsilon\left(1 - e^{-t/RC}\right) = Q\left(1 - e^{-t/RC}\right)$$




t > 0

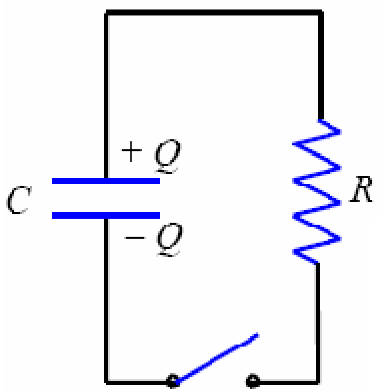



$$I(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{\varepsilon}{R} e^{-t/RC}$$



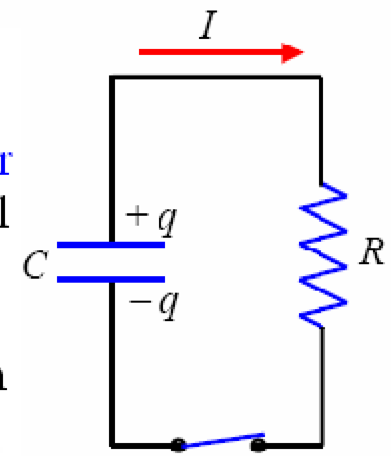
# R-C devreleri

- Bir kondansatörün boşaltılması




$t < 0$

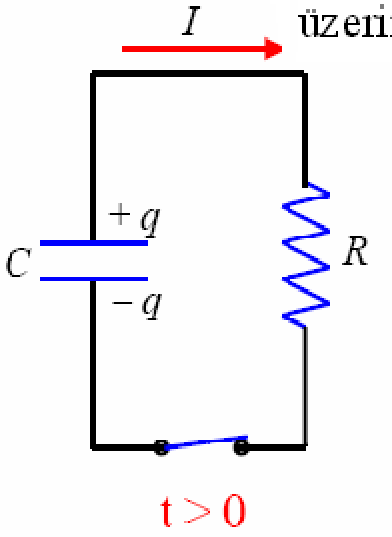
- Başlangıç yükü $Q$ olan yüklü bir kondansatör düşünelim.
- Anahtar açıkken kondansatör üzerinde $Q/C$ kadar potansiyel fark vardır.
- Anahtar kapatıldığında, kondansatör, direnç üzerinden boşalmaya başlar.




$t > 0$

# R-C devreleri

- Bir kondansatörün boşaltılması




Bir süre sonra devrede bir ***I*** akımı var olur ve kondansatör üzerindeki yük ***q*** olur.

Kirchhoff' un ilmek kuralı (saat yönünde)

$$\boxed{\frac{q}{C} - IR = 0 \text{ or } IR = \frac{q}{C}}$$ verir.

Akım kondansatör üzerindeki yükün azalma oranı olmalıdır.

$$\boxed{I = -\frac{dq}{dt}}$$

$$\boxed{-R\frac{dq}{dt} = \frac{q}{C} \text{ or } \frac{dq}{q} = -\frac{1}{RC}dt}$$

# R-C devreleri

- Bir kondansatörün boşaltılması

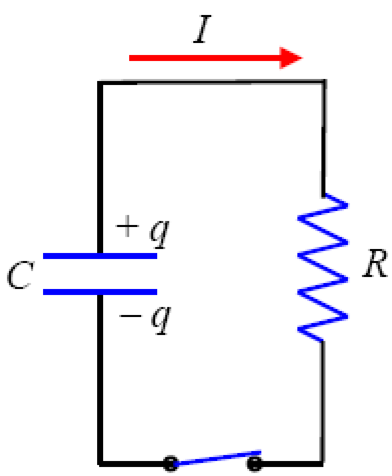
$$-R\frac{dq}{dt}=\frac{q}{C}\quad \text{or}\quad \frac{dq}{q}=-\frac{1}{RC}\,dt$$

Integrating gives

$$\int_Q^q \frac{dq}{q}=-\frac{1}{RC}\int_0^t dt$$

$$\ln\left(\frac{q}{Q}\right)=-\frac{t}{RC}$$

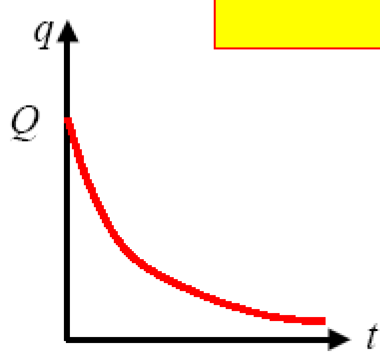
$$q(t)=Q\,e^{-t/RC}$$

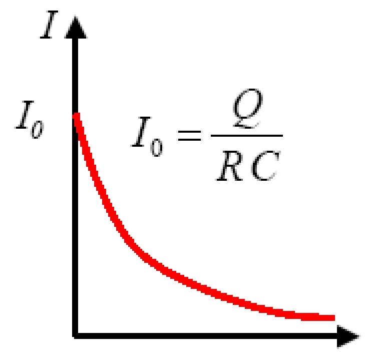



t > 0

$$q(t)=Q\,e^{-t/RC}$$

$$I(t)=-\frac{dq}{dt}=\frac{Q}{RC}e^{-t/RC}=I_0\,e^{-t/RC}$$




$$I_0=\frac{Q}{RC}$$