



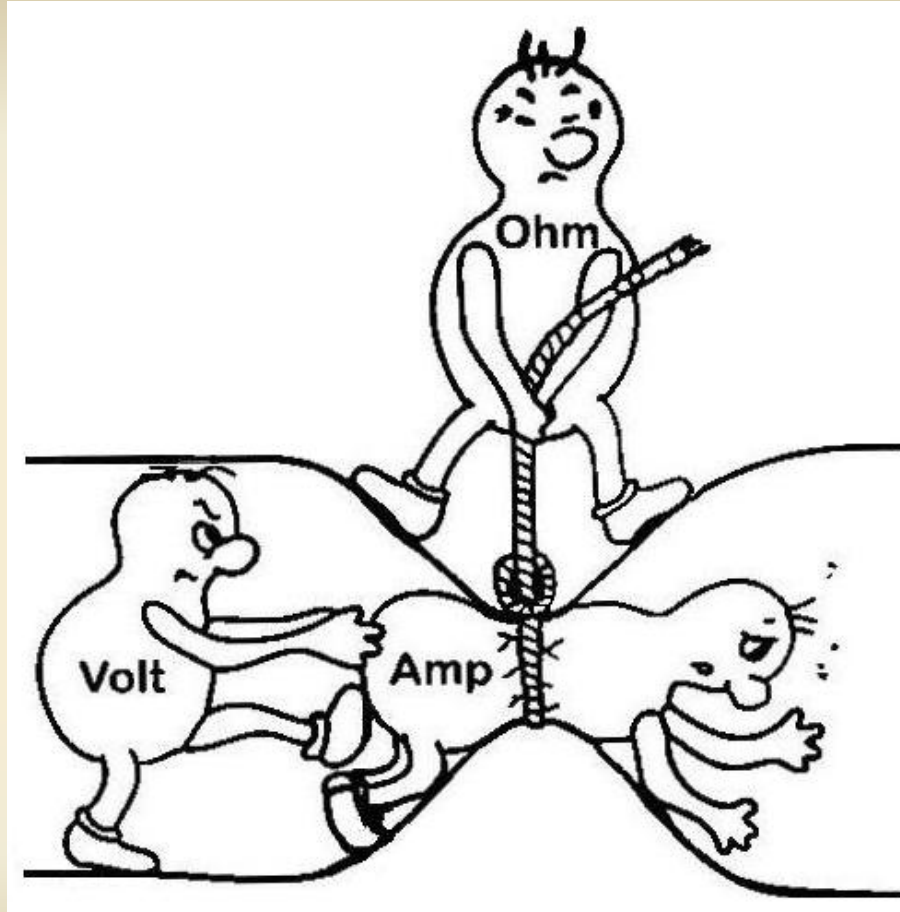
Elektrik Devreleri

Bölüm13

Bölüm 13

Özet

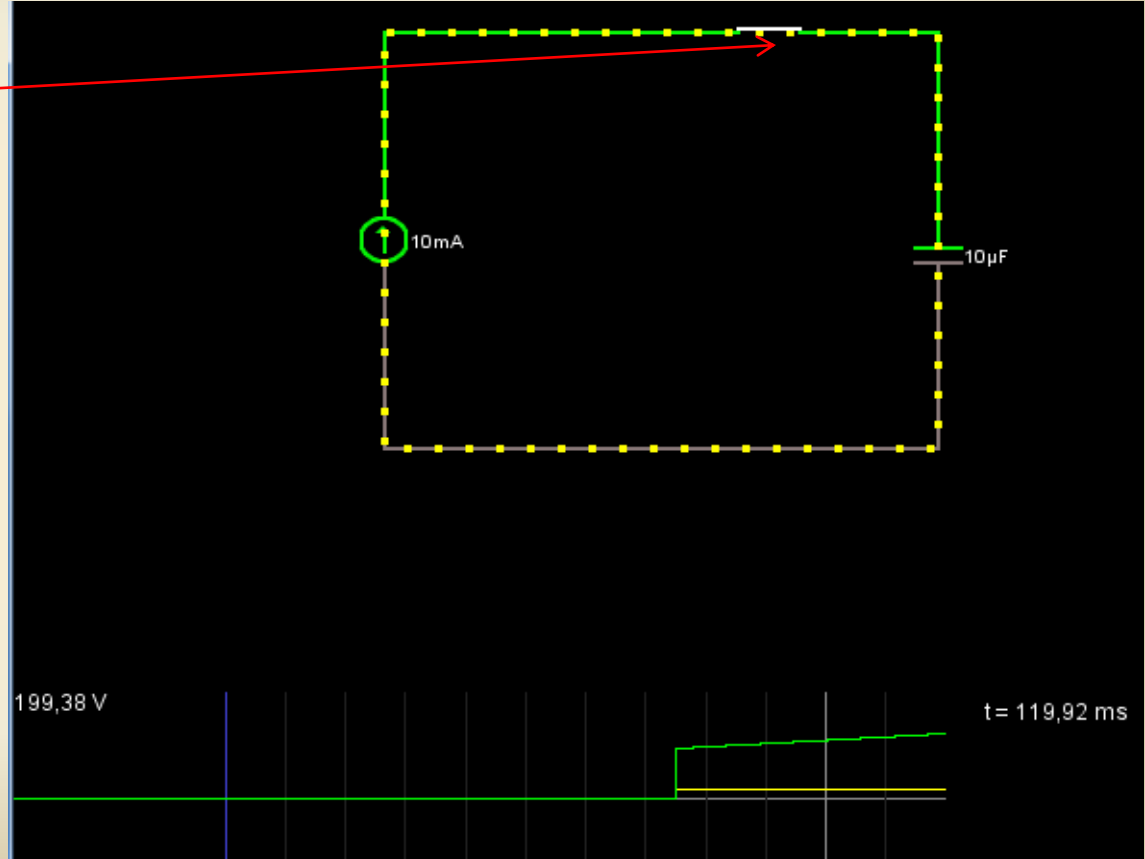
$$V=IR$$



<http://www.sengpielaudio.com/calculator-ohmslaw.htm>

Akım Kaynağı - Kondansatör

Devredeki anahtarın kapanmasına bağlı gerilim-akım dalga biçimini dikkatlice inceleyiniz.

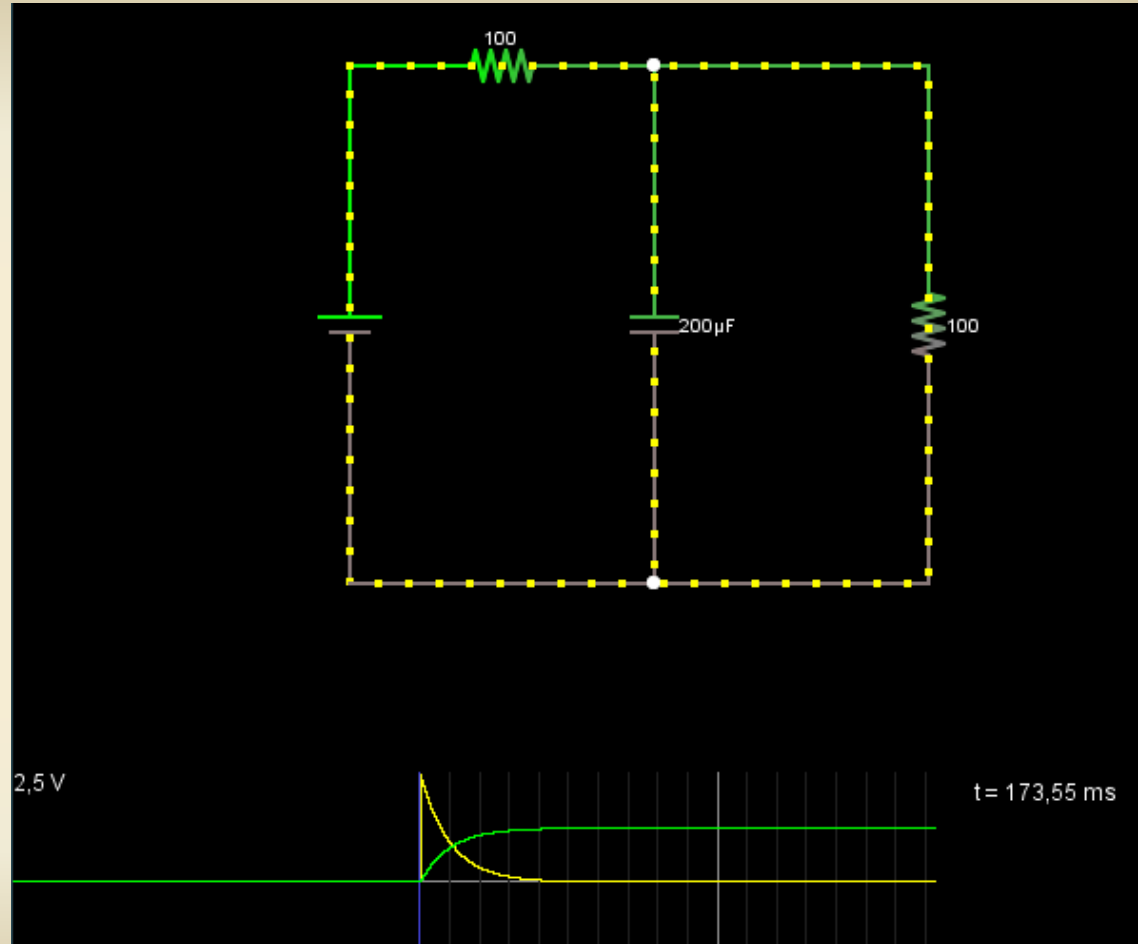


<http://www.physicsforums.com/showthread.php?t=560944>

Bölüm 13

Özet

Kondansatör



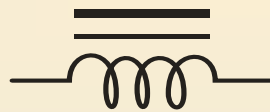
Endüktans

Endüktans, akımdaki değişime karşı koyan bir iletkenin özelliğidir. Endüktansın etkisi, bir manyetik malzeme üzerindeki bobin sarımlarıyla büyük ölçüde artırılabilir.

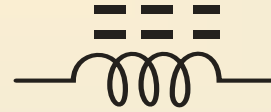
Endüktör (bobin) için genel semboller



Hava çekirdekli (nüveli)



Demir çekirdekli



Ferit çekirdekli



Değişken

Öz Endüktans

Öz-endüktans, genellikle yalnızca endüktans olarak da adlandırılır, L ile sembolize edilir. Öz-endüktans, üzerinden geçen akımdaki değişimin bir sonucu olarak indüklenmiş bir gerilim oluşturmak için bir bobinin yetisinin bir ölçütüdür. İndüklenmiş gerilim, her zaman akımdaki değişime karşı durur, bu temelde Lenz yasasını açıklar.

Endüktansın birimi **henry (H)** dir. Bir amperlik akım bobin üzerinde bir volt indüklediğinde bobinin endüktansı 1 (bir) henry olur.

Öz Endüktans

İndüklenmiş gerilimin formülü:

$$v_{\text{ind}} = L \frac{di}{dt}$$

örnek

Akım 680 mA/s oranında değişiyorsa ve böylece bobin üzerinde 37 mV indükleniyorsa, endüktans ne olur?

$$v_{\text{ind}} = L \frac{di}{dt}$$

Yeniden düzenlenirse,

$$L = \frac{v_{\text{ind}}}{\frac{di}{dt}} = \frac{0.037 \text{ V}}{0.68 \text{ A/s}} = 54 \text{ mH}$$

Endüktansı etkileyen faktörler

Bir bobinin endüktans miktarına dört faktör etki eder. Bir bobinin endüktansı için denklem

$$L = \frac{N^2 \mu A}{l}$$

burada

L = endüktans (Henry)

N = tel sarım sayısı

μ = geçirgenlik (H/m veya Wb/At-m)

l = bobinin uzunluğu (Metre)

A = Alan (Metre²)

Örnek

0.50 cm çapındaki düşük karbonlu çelik bir çekirdeğin (nüvenin) uzunluğu 2.0 cm ve çekirdek üzerindeki bobin 150 sarımlı ise, endüktansı ne olur? Malzemenin geçirgenliği 2.5×10^{-4} H/m (Wb/At-m).

$$A = \pi r^2 = \pi (0.0025 \text{ m})^2 = 7.85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

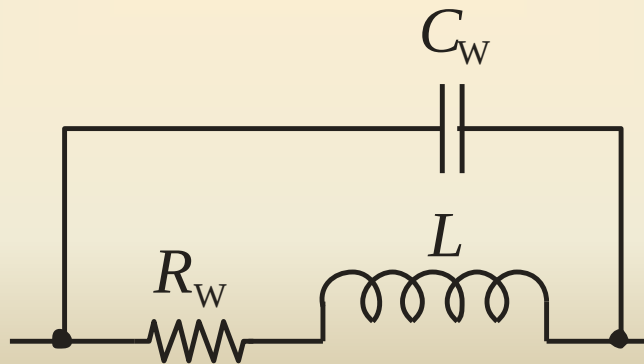
$$L = \frac{N^2 \mu A}{l}$$

$$= \frac{(150)^2 (2.5 \times 10^{-4} \text{ Wb/At-m}) (7.85 \times 10^{-5} \text{ m}^2)}{0.020 \text{ m}}$$

$$= 22 \text{ mH}$$

Endüktansı etkileyen fiziksel parametreler

Bir önceki slayta verilen endüktans denklemi ideal durum içindir. Pratikte, endüktörler (bobinler) sargı direncine (R_W) ve sargı kapasitesine (C_W) sahiptir. Bu etkilere sahip pratik bir endüktör için eşdeğer bir devre:



Lenz yasası

Lenz yasasına göre,

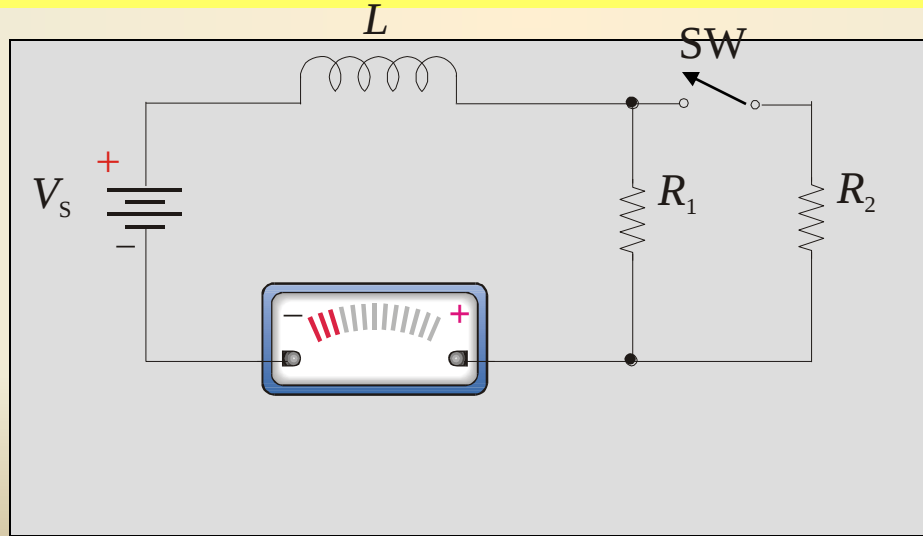
Bobin üzerindeki akım *değiştiğinde*, akımdaki değişime karşı koyacak şekilde bobinde her zaman indüklenmiş bir gerilim meydana gelir.

Pratik bir devrede, aşağıdaki devre örneğinde gösterildiği gibi, yük (direnç) değişiminden dolayı akım da değişebilir...

Lenz yasası

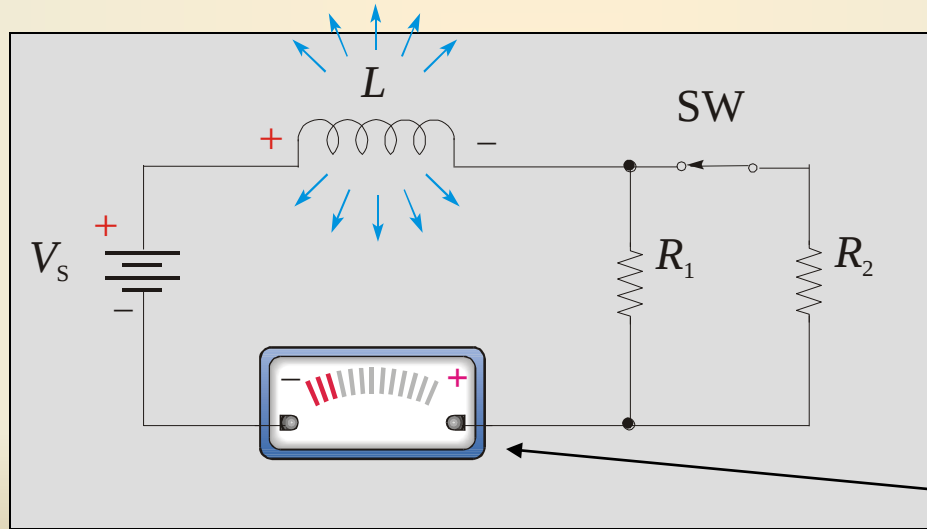
Burada, Lenz yasasını göstermek için basit bir devre verilmiştir.

Başlangıçta, SW(anahtar) açıktır ve devrede L ve R_1 üzerinden akan küçük bir akım vardır.



Lenz yasası

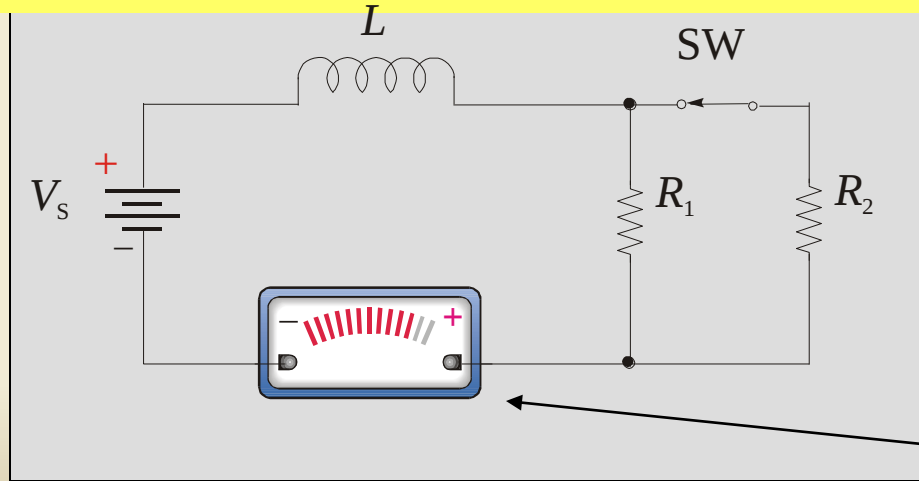
SW kapatılır ve ardından akımdaki *değişime* karşı koymak için L üzerinde bir gerilim oluşur.



Başlangıçta, ölçü aleti (avometre), anahtar kapatılmadan önceki değerdeki gibi aynı akım değerini gösterir.

Lenz yasası

Bir zaman sonra, bobin üzerindeki gerilim azalmaya başladığından, akım (I_2 den dolayı) daha yüksek bir düzeyde sabitlenir.

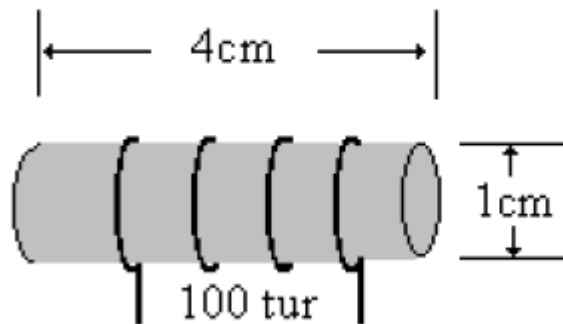


Daha sonra, yük değişiminden dolayı, ölçü aletinden daha yüksek bir akım değeri okunur.

Bölüm 13

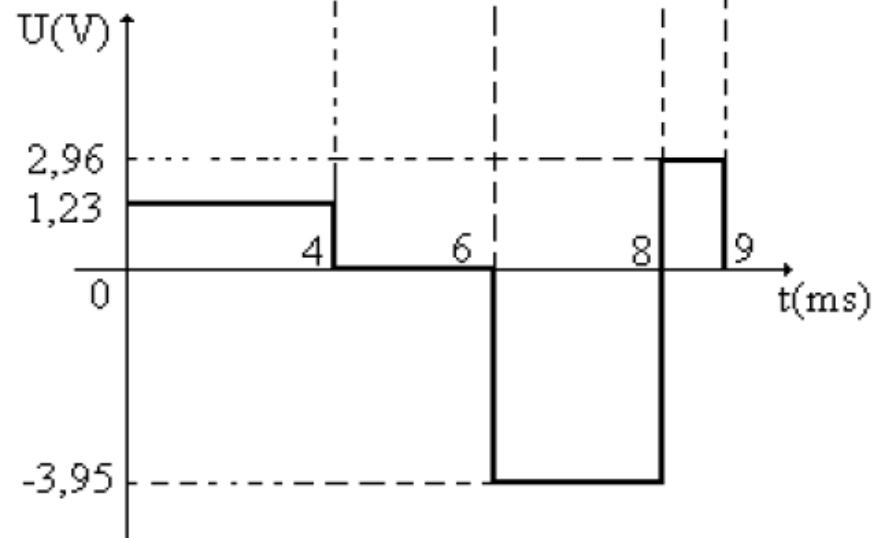
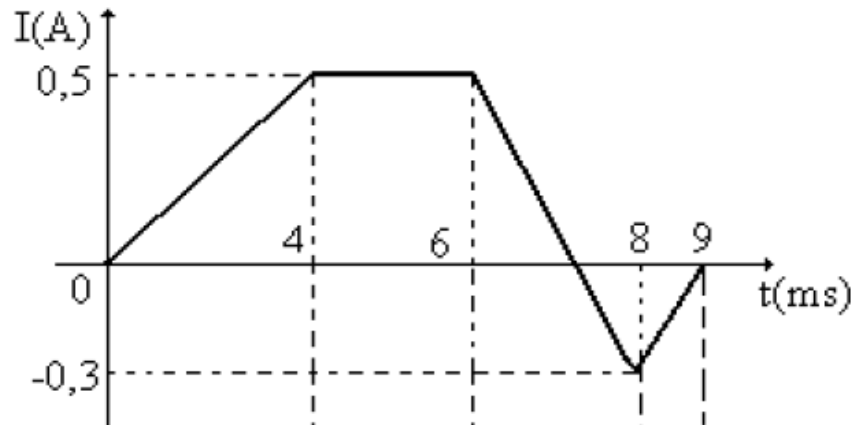
Özet

Lenz yasası



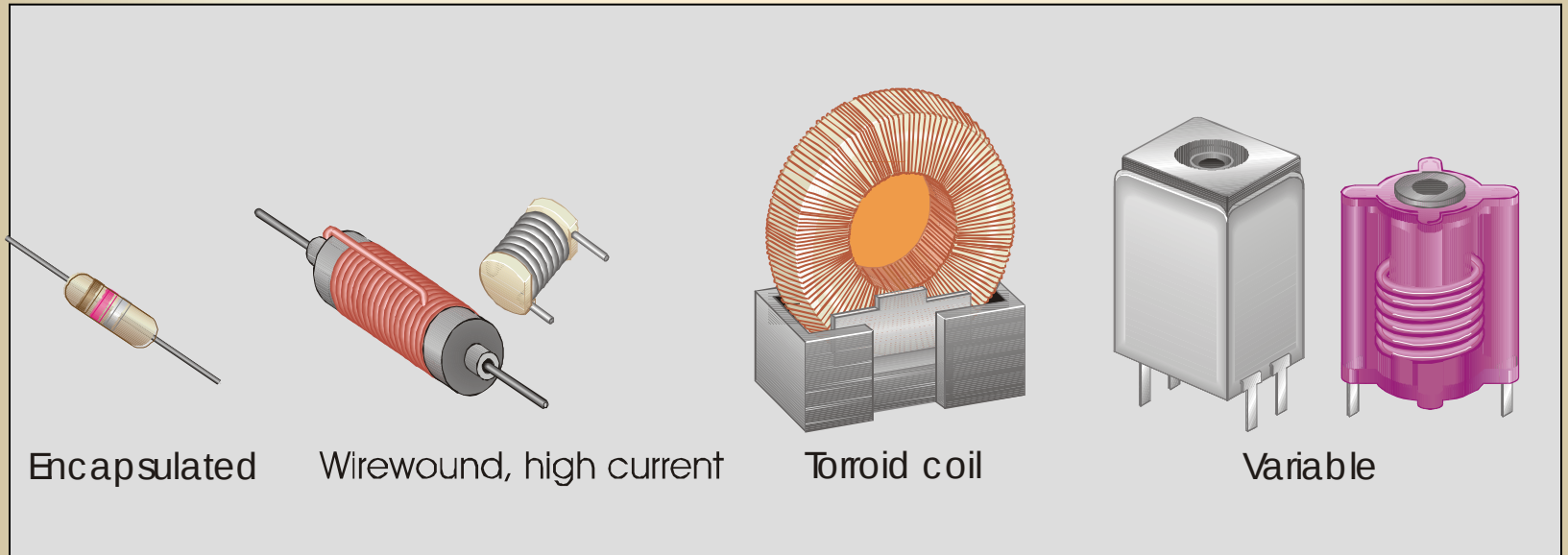
$$v_{\text{ind}} = L \frac{di}{dt}$$

$$L = \frac{N^2 \cdot \mu \cdot S}{l} = \frac{100^2 \cdot (5,026 \cdot 10^{-4}) \cdot (7,854 \cdot 10^{-5})}{4 \cdot 10^{-2}} = 9,87 \text{ mH}$$



Pratik endüktörler

Endüktörler farklı boyutlardadır. Yaygın olan birkaç tanesi aşağıda gösterilmiştir.



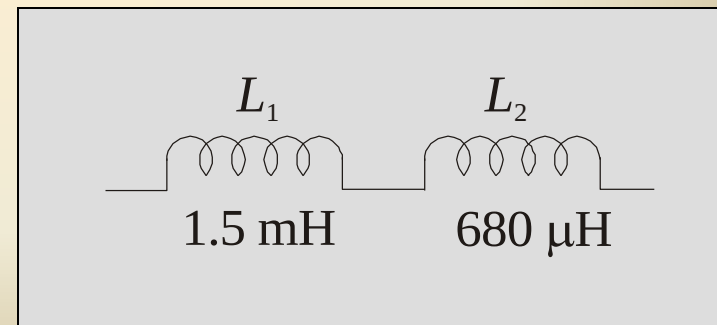
Seri endüktörler

Endüktörler seri bağlandığında, toplam endüktans, endüktörlerin tek tek toplanmasıyla elde edilir. Seri bağlı endüktanslar için genel denklem

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + \dots L_n$$

Örnek

1.5 mH lik bir endüktör
680 μ H lık bir endüktörle
seri bağlandığında, toplam
endüktans değeri **2.18 mH**



Paralel endüktörler

Endüktörler paralel bağlandığında, toplam endüktans değeri en küçük değerli olanından daha küçüktür.

Paralel bağlı endüktörler için genel denklem

$$L_T = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_T}}$$

İki endüktörün toplam endüktansı

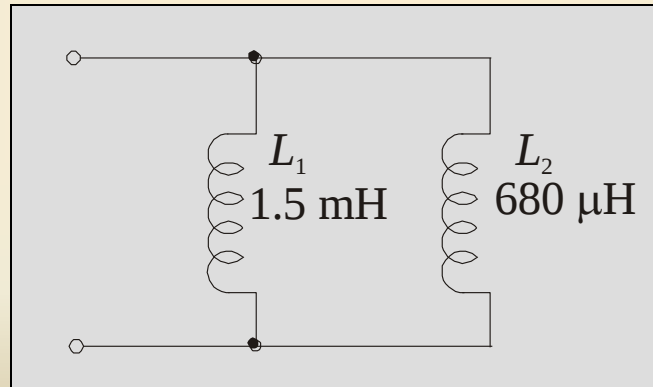
$$L_T = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}}$$

...veya çarpımlarının toplamlarına bölümü kuralını kullanabilirsiniz.

Paralel endüktörler

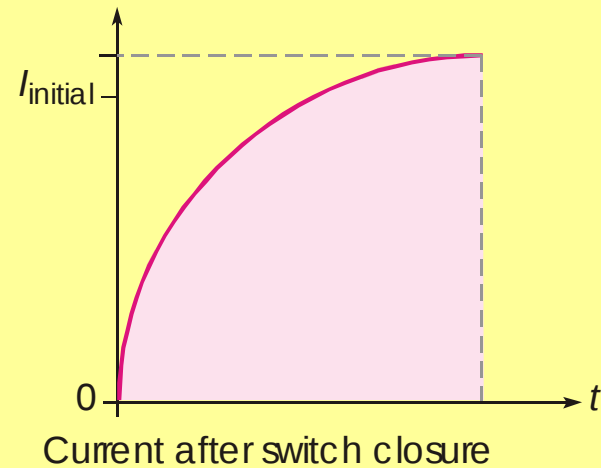
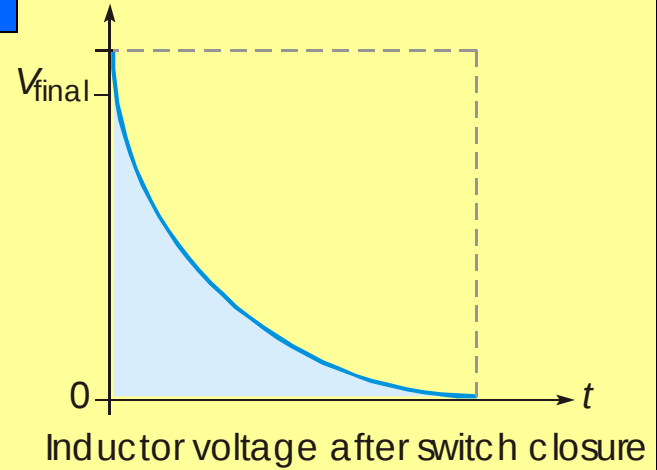
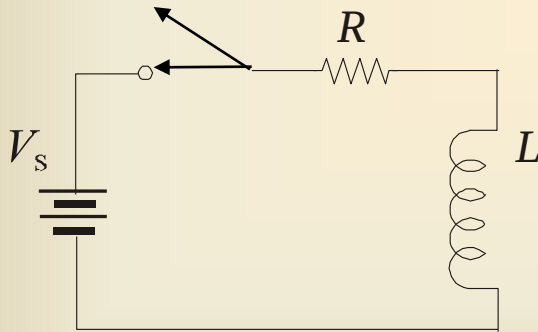
Örnek

1.5 mH lik bir endüktör 680 μH lık bir endüktörle paralel bağlandığında, toplam endüktans **468 μH**



dc devrelerde endüktörler

Bir endüktör, dc kaynağına seri bir direnç üzerinden bağlandığında, akım değişimi üstel olur.



İzle: Lec 20 MIT 8.02x Electricity and Magnetism (26 dk.dan sonra)

Birinci Mertebeden Doğrusal DDler

$y' + p(t)y = q(t)$ denklemin çözümü:

İntegral çarpanı $\rightarrow I_{\text{ç}} = \exp(\int p(t) dt)$

$$d(y I_{\text{ç}}) / dt = I_{\text{ç}} q(t)$$

Birinci Mertebeden Doğrusal DDler

$y' - 2y = 4$ olarak verilen 1. mertebeden doğrusal adi diferansiyel denklemi çözünüz.

$$p(t) = -2$$

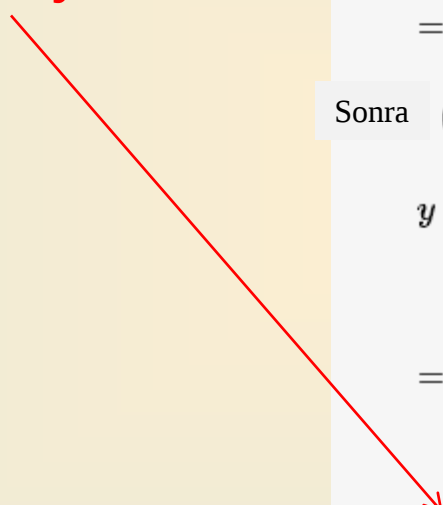
$$I_ç(t) = \exp(-2t)$$

$$q(t) = 4$$

$$y = K \exp(2t) - 2$$

İntegral Çarpanı

İntegral sabitini dikkate almaya gerek yok?



$$y' + py = q$$

Tanımla $p = P'$

$$u = e^{\int p dx}$$

$$= Pe^C \Rightarrow u = AP$$

Sonra $(yu)' = uq$

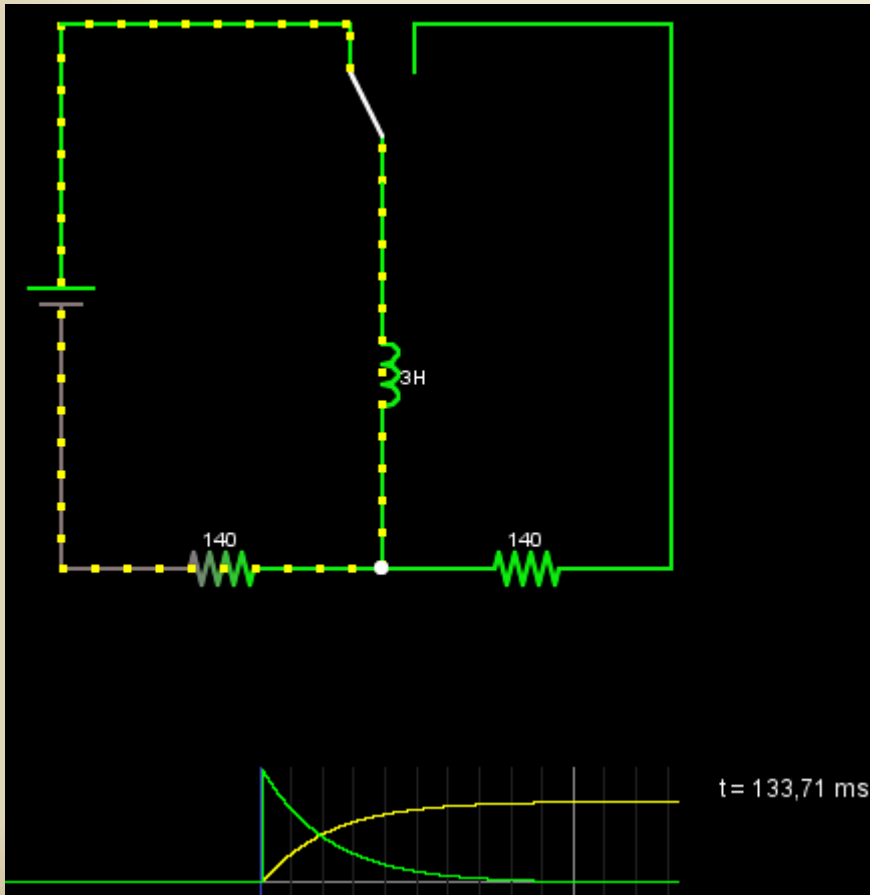
$$y = \frac{\int uq dx}{u}$$

$$= \frac{\int APq dx}{AP}$$

$$= \frac{A}{A} \frac{\int Pq dx}{P}$$

<http://www.physicsforums.com/showthread.php?t=560944>

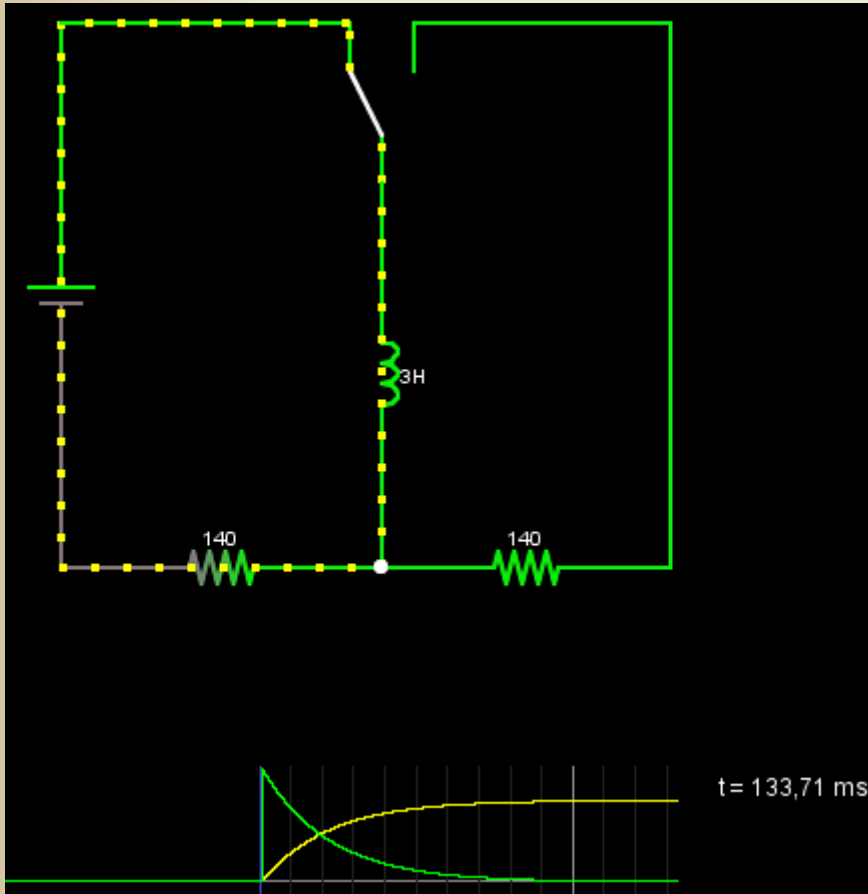
Birinci Mertebeden R-L Devresi



Anahtar sol tarafta iken

<http://www.falstad.com/circuit/index.html>

Birinci Mertebeden R-L Devresi



Anahtar sol tarafta iken
 $i_0 = 0 \text{ A}$ (başlangıç değeri)

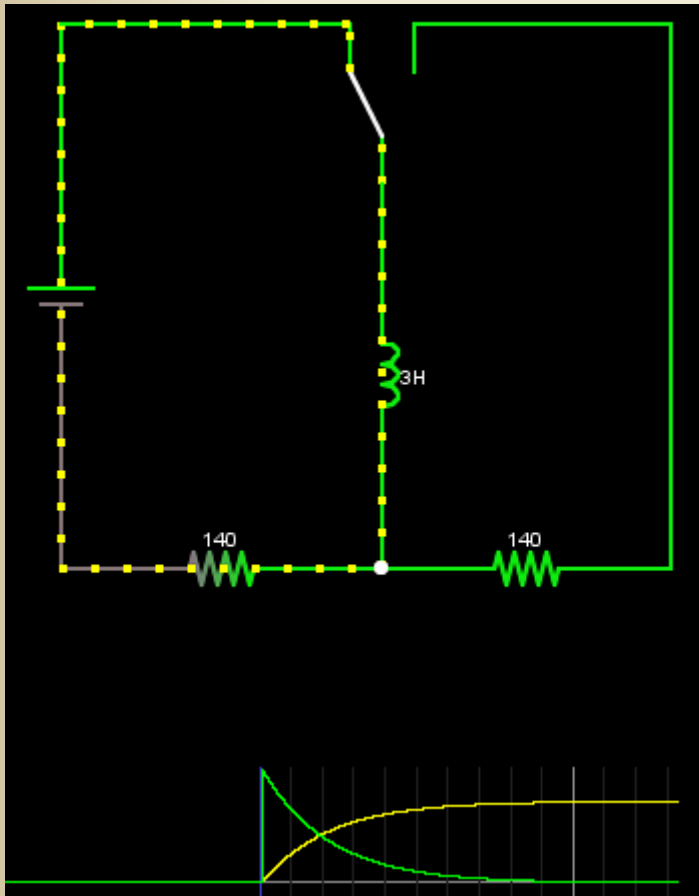
$$L \frac{di}{dt} + Ri = V_s$$

$$\frac{di}{dt} + (R/L) i = V_s / L$$

$$i' + (R/L) i = V_s / L$$

$$I_{\infty} = \exp (R/L t)$$

Birinci Mertebeden R-L Devresi



$$i \exp(R/L t) = V_s/R \exp(R/L t) + K$$

$$i = V_s/R + K \exp(-R/L t)$$

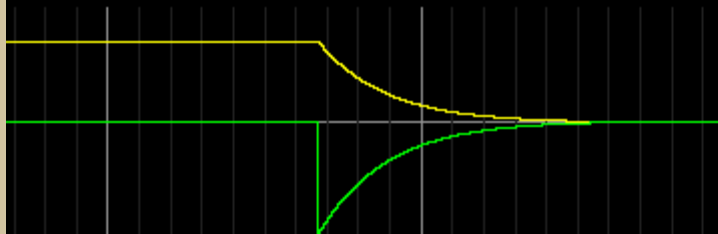
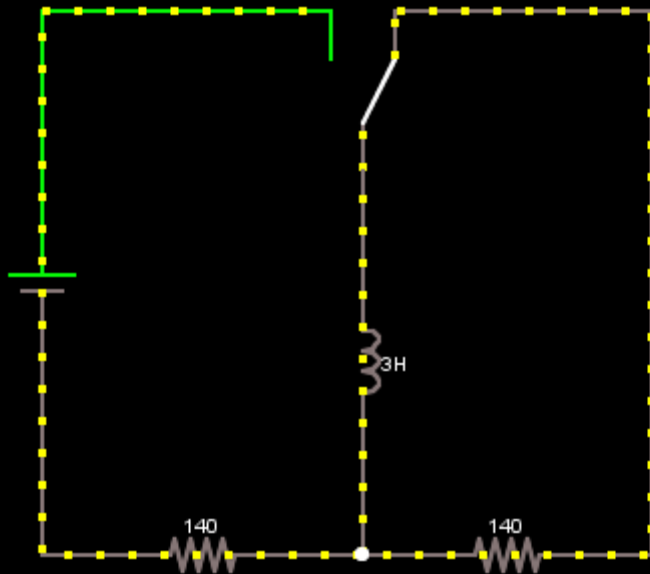
$$i_0 = 0 \text{ mA (başlangıç değeri)}$$

$$K = - V_s/R$$

Bölüm 13

ADD

Devresi



Anahtar sağ tarafta iken,
 $t = 0$ iken, $i_0 = V_s/R$
 $= 35 \text{ mA}$ (başlangıç değeri)

$$L \frac{di}{dt} + Ri = 0$$

$$\frac{di}{i} = -\frac{R}{L} dt$$

$$\ln i = -\frac{R}{L} t + K$$

$$i = \exp(-\frac{R}{L} t) * \exp(K)$$

$$K = V_s/R = 35 \text{ mA}$$

$$\tau = \frac{L}{R}$$

K

$$i = V_s/R \exp(-\frac{R}{L} t)$$

Birinci Mertebeden R-L Devresi

$$R = 140 \text{ Ohm}$$

$$L = 3 \text{ H}$$

$$V_s = 5 \text{ Volt}$$

$t = 0$ alınırsa,

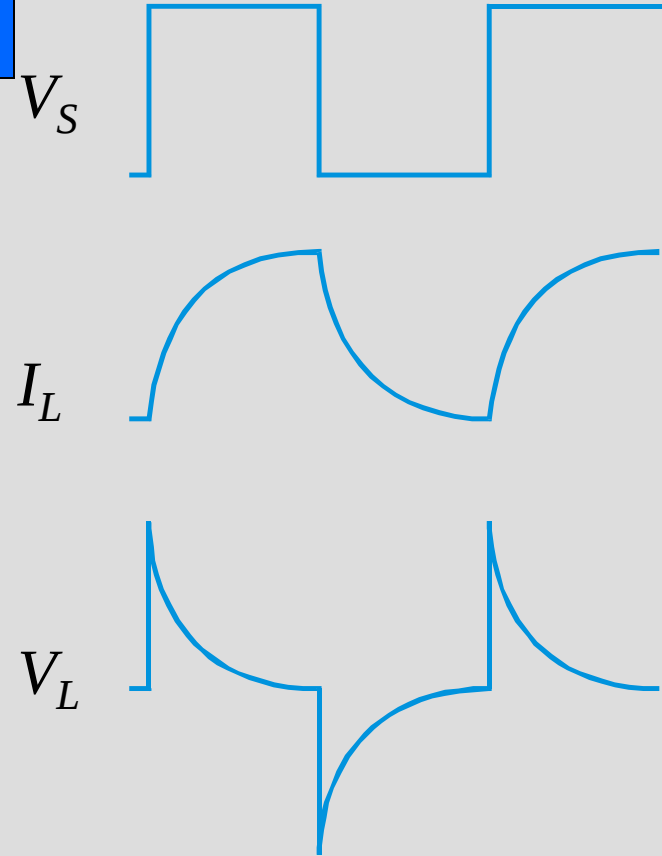
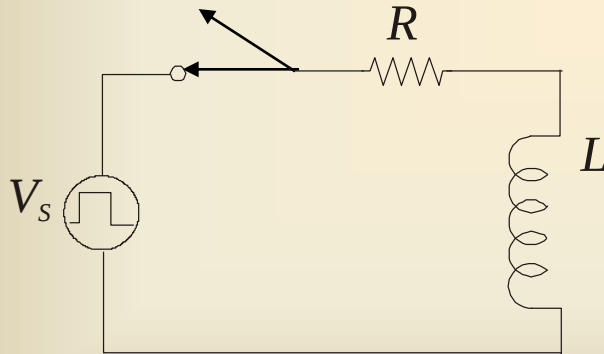
Anahtar sağ tarafa iken

$$K = V_s / R = 5/140 = 35 \text{ mA} = i_0$$

$$i = 35 \exp(-R/L t) \text{ mA}$$

dc devrelerde endüktörler

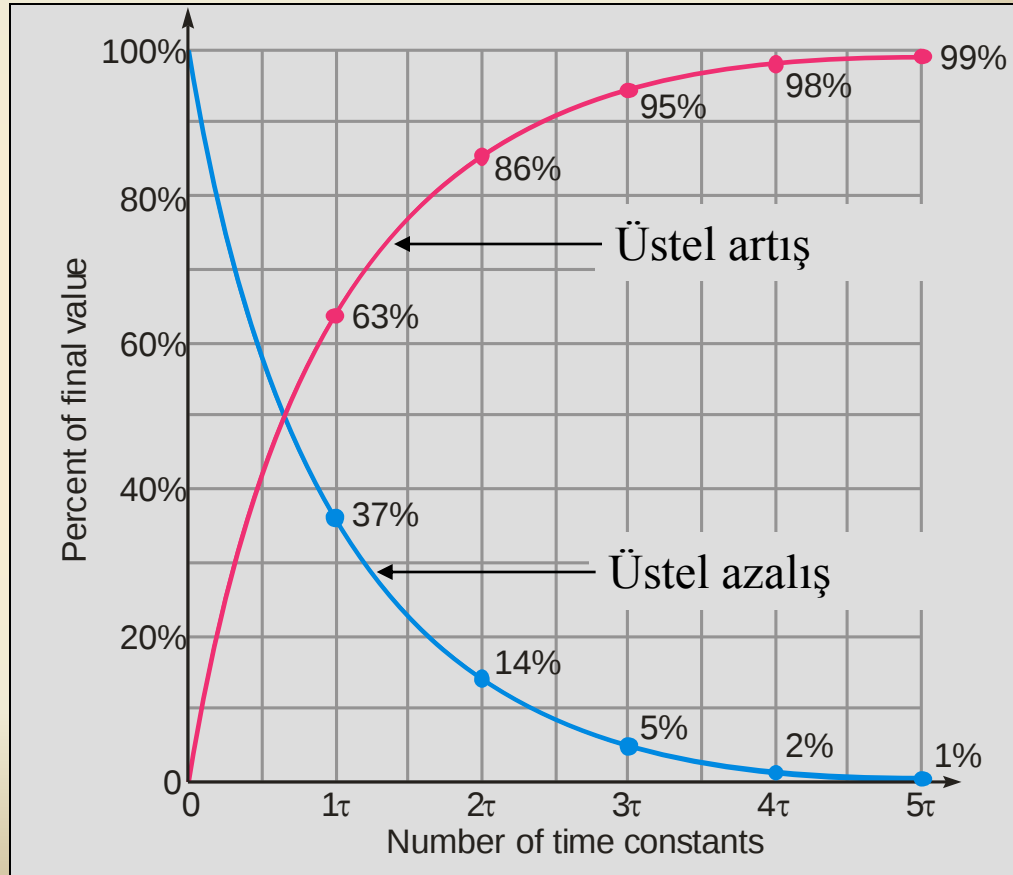
Kaynak gerilimi olarak bir kare dalga kullanılırsa benzer üstel eğriler elde edilir.



Genel üstel eğriler

Akım ve gerilim için spesifik değerler genel eğriden okunabilir, Bir RL devresi için, zaman sabiti (tepkesi)

$$\tau = \frac{L}{R}$$

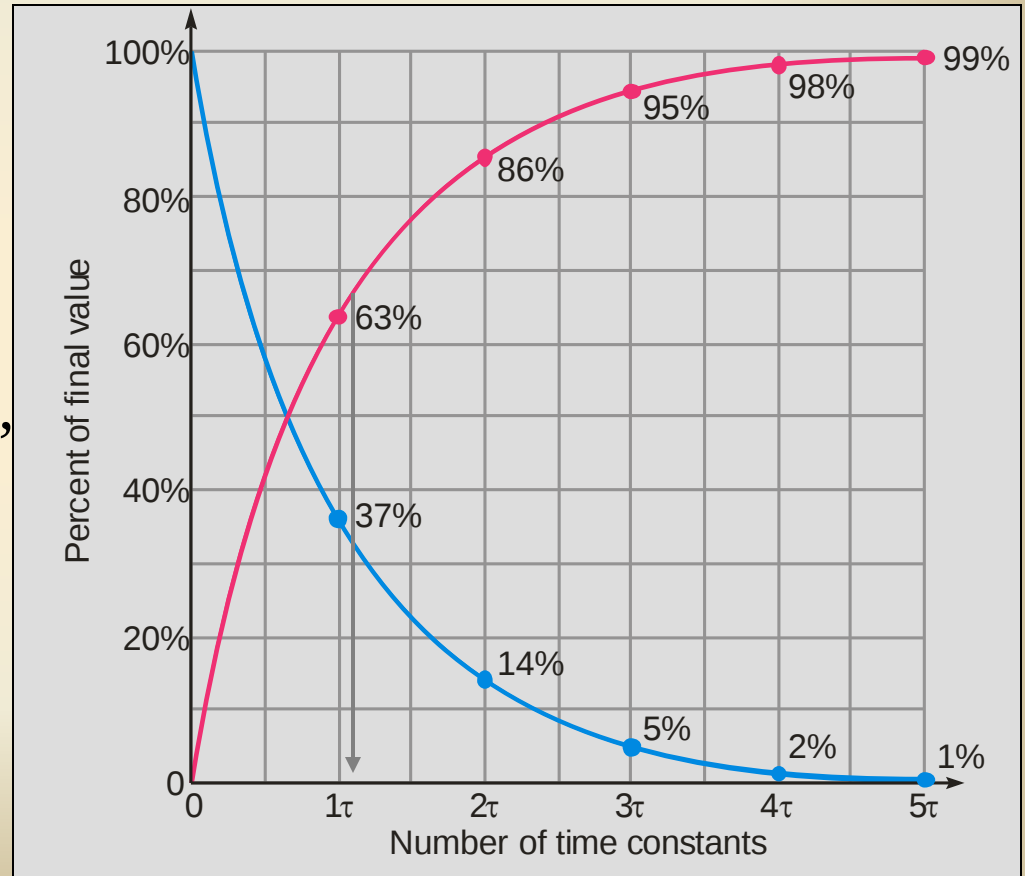


Genel üstel eğriler

Eğriler, bir RL devresi hakkında özel bilgiler verebilir.

Örnek

Bir seri RL devresinde,
 $V_R > 2V_L$ olduğunda
%67 düzeyinde
üstel artışı
okuyabilirsiniz.
1.1 τ dan sonra



Genel üstel eğriler

Genel eğriler, RL devreleri için gerilim (veya akım) için genel formülleri elde etmede kullanılabilir. Genel akım denklemi

$$i = I_F + (I_i - I_F)e^{-Rt/L}$$

I_F = akımın son değeri

I_i = akımın ilk değeri

i = akımın anlık değeri

Endükleyici bir alan oluştuğunda; son akım, ilk akımdan daha büyük olur, veya alan yok olduğunda ilk akımdan daha küçük olur.

Endüktif reaktans

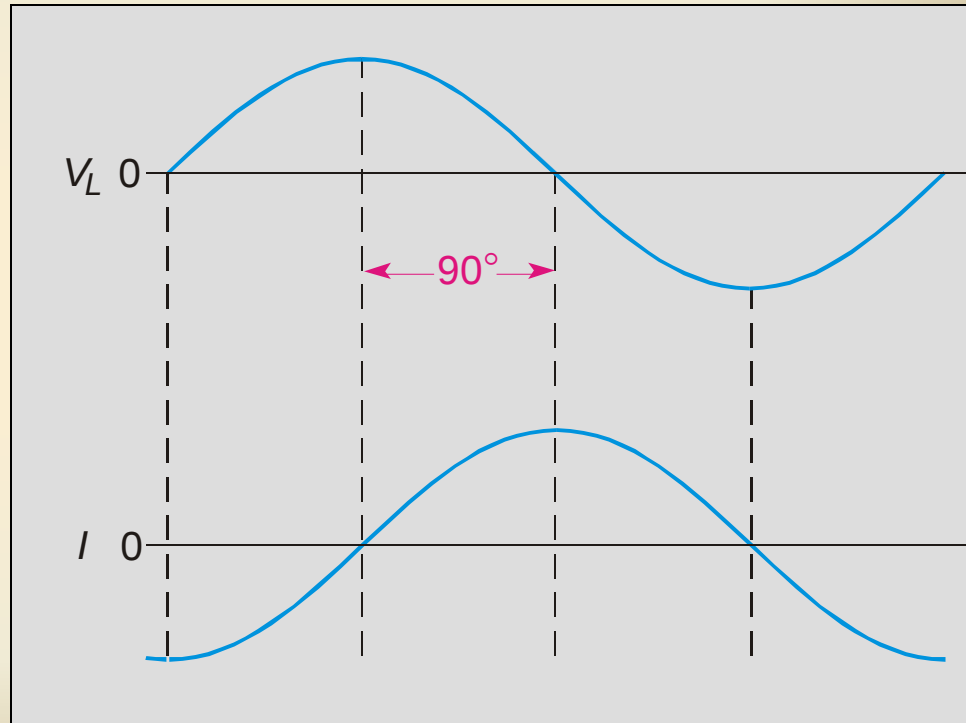
Endüktif reaktans endüktörle ac ye (alternatif akıma) karşı koyma olarak tanımlanabilir. Endüktif reaktans için denklem $X_L = 2\pi fL$

Örnek

550 kHz frekans uygulandığında 33 μH lik bir endüktörün reaktansı **114 Ω**

Endüktif faz farkı

Bir sinüs dalgası bir endüktöre uygulandığı zaman, gerilimle akım arasında bir faz farkı oluşur. Gerilim, akımdan her zaman 90° ileri fazdadır.



Endüktans

Bobinin endüktansına bağlı olarak depolanan enerji:

$$W = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$$

burada

W = enerji (Joule)

L = endüktans (Henry)

I = akım (Amper)

Bir endüktörde güç

Gerçek Güç: Ideal olarak, endüktörlerde güç yitimi (harcaması) olmaz. Fakat, aşağıda verilen denklemdeki gibi sargı direncinden dolayı küçük bir miktarda güç yitimi olabilir:

$$P_{\text{true}} = (I_{\text{rms}})^2 R_W$$

Reaktif Güç: Reaktif güç, endüktörün sakladığı ve geri verdiği enerjideki değişiminin bir ölçütüdür. Reaktif güç denkleminin bir formu:

$$P_r = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}$$

Reaktif gücün birimi VAR.

Bir bobinin Q su

Bir bobinin **kalite faktörü** (Q) gerçek gücün reaktif güce oranı olarak verilir.

$$Q = \frac{I^2 X_L}{I^2 R_W}$$

Seri bir devre için, denklemdeki I lar sadeleştirilirse,

$$Q = \frac{X_L}{R_W}$$

Endüktör Akımın değişimiyle bir elektromotor kuvvetin doğuştuğu elektriksel devre elemanı.

Sargı Endüktördeki telin döngüleri (tur) veya sarımları.

Endüklenmiş gerilim Değişen bir manyetik alanın bir sonucu olarak üretilen gerilim.

Endüktans İdeal bir endüktörde (bobinde) gerilimin, akımın zaman türevine oranı.

Bazı tanımlarda bilişim sözlüğünden yararlanılmıştır.

Henry (H) Endüktansın birimi.

L/R zaman sabiti L ve R değerleri tarafından setlenen sabit bir zaman aralığıdır. Bir devrenin zaman tepkesini belirler. L/R oranına eşittir.

Endüktif reaktans Bir endüktansın sinüzoidal akıma karşı koyması. Birimi ohmdur.

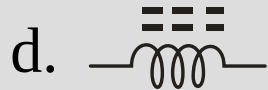
Kalite faktörü Bir endüktans için, reaktif (tepkin) gücün gerçek güce oranı.

1. Bütün diğer faktörlerin aynı olduğunu varsayılırsa bir endüktörün (bobin) endüktansı aşağıdakilerden hangisine göre daha da artar?

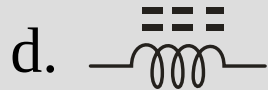
- a. daha fazla sarım eklenirse
- b. alan daha da genişletilirse
- c. uzunluk daha da kısaltılırsa
- d. hepsi

2. Ne zaman bir henry bir bobinin endüktansı olarak tanımlanır?
- a. 1 amperlik sabit bir akım 1 volt oluşturduğunda.
 - b. saniye başına 1 amperlik akımdaki değişimden dolayı 1 volt indüklendiğinde.
 - c. 1 voltluk gerilimdeki değişimden dolayı 1 amper indüklediğinde.
 - d. akıma karşı direnen 1 ohm olduğunda.

3. Ferit çekirdekli bir endüktörün sembolü aşağıdakilerden hangisidir?



4. Değişken bir endüktörün sembolü aşağıdakilerden hangisidir?



5. $270\ \mu\text{H}$ lik bir endüktör $1.2\ \text{mH}$ lik bir endüktörle seri bağlanırsa, toplam endüktans

- a. $220\ \mu\text{H}$
- b. $271\ \mu\text{H}$
- c. $599\ \mu\text{H}$
- d. $1.47\ \text{mH}$

6. $270\ \mu\text{H}$ lik bir endüktör $1.2\ \text{mH}$ lik bir endüktörle paralel bağlanırsa, toplam endüktans değeri

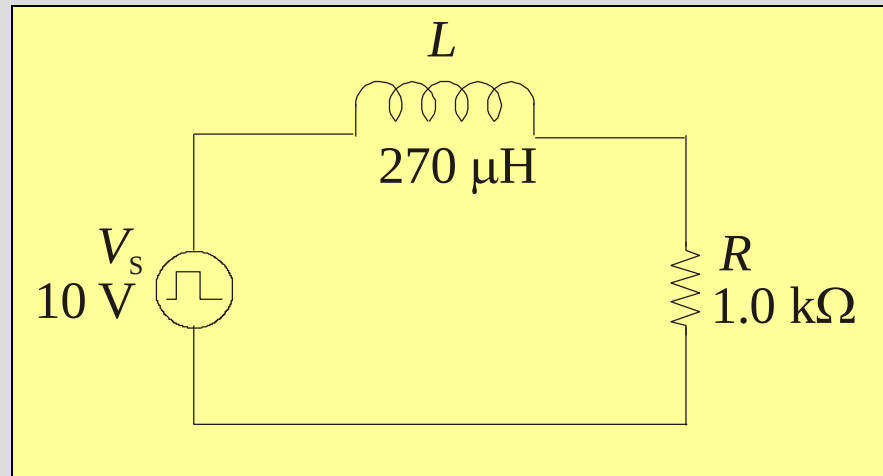
- a. $220\ \mu\text{H}$
- b. $271\ \mu\text{H}$
- c. $599\ \mu\text{H}$
- d. $1.47\ \text{mH}$

7. Bir endüktör bir dirence seri olarak bağlanmış ve dc bir gerilim kaynağıyla anahtatlanmıştır. Anahtar kapatıldığında direncin uçlarındaki gerilim düşümünün şekli nasıl olur?

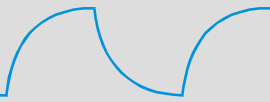
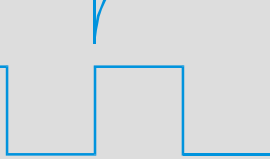
- a. doğrusal çizgi
- b. üstel artan
- c. üstel azalan
- d. hiçbirisi

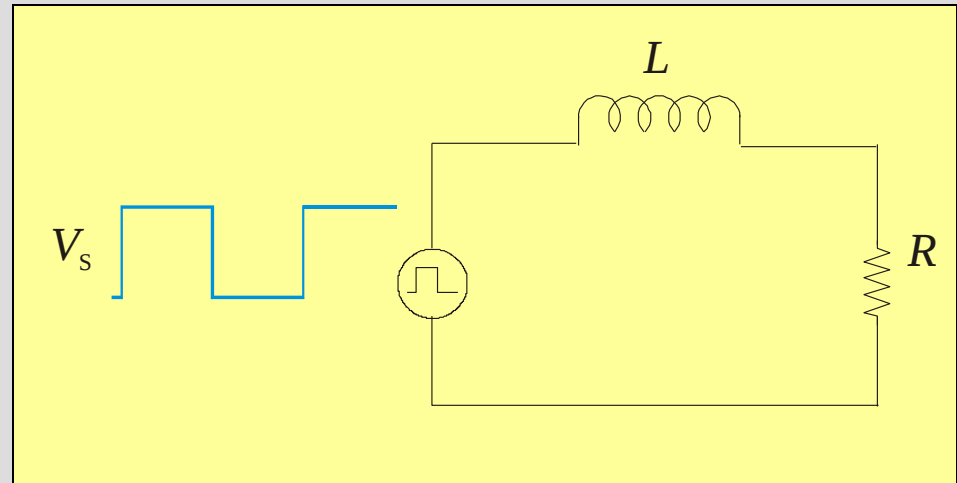
8. Verilen devre için, zaman sabiti

- a. 270 ns
- b. 270 μ s
- c. 270 ms
- d. 3.70 s



9. Verilen devre için, kare dalganın periyodu zaman sabitinden 10 kat daha uzun olduğu varsayılınsın. L üzerindeki gerilimin şekli nasıl olur?

- a. 
- b. 
- c. 
- d. 



10. Fonksiyon üreticinden elde edilen bir sinüs dalgası bir endüktöre uygulanırsa, akım

- a. gerilimden 90° geri fazda olur.
- b. gerilimden 45° geri fazda olur.
- c. gerilimle aynı fazda olur.
- d. hiçbirisi

Cevap:

- | | |
|------|-------|
| 1. d | 6. a |
| 2. b | 7. b |
| 3. d | 8. a |
| 4. c | 9. c |
| 5. d | 10. a |