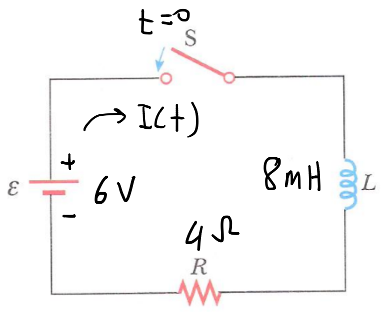
ÖRNEK PROBLEM ÇÖZÜMLERİ

Problem 32.19.

19. $\mathcal{E}$ = 6,00 V, L = 8,00 mH ve R = 4,00 Ω alarak, Şekil P32.19 da gösterilen devreyi göz önüne alın. (a) Devrenin indüktif zaman sabiti nedir? (b) Anahtarı kapatıldıktan 250 μs sonra devredeki akımı hesaplayın. (c) Son kararlı akımın değeri nedir? (d) Akım, maksimum değerinin % 80,0'ine ne kadar zamanda ulaşacaktır?



a) $\tau = \frac{L}{R} = \frac{8{,}00 \times 10^{-3}\,\text{H}}{4{,}00\,\Omega} = 2{,}0 \times 10^{-3}\ \text{s} = 2\ \text{ms}$

$1\,\text{mH} = 10^{-3}\,\text{H}$

b) $I(t) = I_{max}\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$, $I_{max} = \frac{6\,V}{4\,\Omega} = 1{,}5\,A$

$\rightarrow I(t) = (1{,}5A)\left(1 - e^{-t/2ms}\right)$ $t = 250\,\mu s = 0{,}250\ ms$

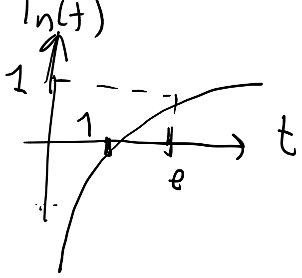
$I = (1{,}5A)\left(1 - e^{-0{,}250/2}\right) = (1{,}5A)\left(1 - e^{-0{,}125}\right)$

$e^{-0.125} = \frac{1}{e^{0{,}125}} = \frac{1}{1.133} \cong 0{,}883$

$I = (1{,}5A)(1 - 0{,}883) = (1{,}5A)(0{,}117) = 0{,}176\ A.$

c) $t \to \infty$, $I(t) = (1{,}5A)\left(1 - \cancel{e^{-\infty}}^{\,0}\right)$, $e^{-\infty} = \frac{1}{e^{\infty}} \to 0$

$= 1{,}5\ A.$



d) $I(t) = 0{,}80\, I_{max}$ $t = ?$

$0{,}80\, \cancel{I_{max}} = \cancel{I_{max}}\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$

$+ e^{-t/\tau} = 1 - 0{,}80 = 0{,}20$

Her iki tarafın ln'i alınır

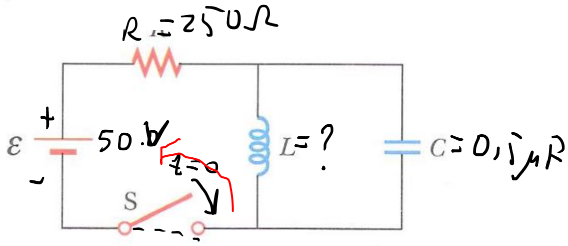
$\frac{-t}{\tau} = \ln(0{,}2)$

$t = -\tau \underbrace{\ln(0{,}2)}_{-1.609} = -(2ms)(-1{,}609)$

$= 3{,}22\ s$ ✓

Problem 32.50

50. Şekil 32.50 de görülen devrede, $\mathcal{E} = 50{,}0$ V, $R = 250\ \Omega$ ve $C = 0{,}500\ \mu$F dır. Uzun bir süre için S anahtarı kapalı tutulmuş ve kondansatörün iki ucu arasında herhangi bir voltaj ölçülmemiştir. Anahtar açıldıktan sonra, kondansatörün iki ucundaki voltaj, 150 V luk maksimum bir değere ulaşıyor. L indüktansı nedir?

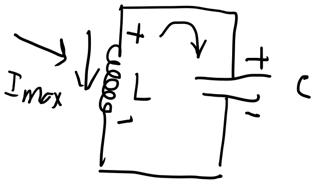


Uzun süre geçince L kararlı hale gelen (zamanla değişmeyen) akıma karşı herhangi bir tepki vermez. Akım Direnç → Bobin üzerinden sağlanır.

$$t \to \infty, \quad I_{max} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{50\ V}{250\ \Omega} = 0{,}2\ A.$$

Şimdi anahtarı açalım:

Anahtar açıldığı anda



Bobindeki enerji:

$$U_L = \frac{1}{2} L I_{max}^2$$

Sonra bobindeki enerji kondansatöre geçer. Kondansatör yüklenir.

$$U_C = \frac{Q_{max}^2}{2C} = \frac{1}{2} C V_{max}^2 = \frac{1}{2} 0{,}5 \times 10^{-6}\ F \cdot 150^2$$

$$= \frac{1}{2}\, 0{,}5\ 22500 \times 10^{-6} = 5625 \times 10^{-6}\ J$$

$$= 5{,}625 \times 10^{-3}\ J.$$

$$U_{max\,C} = U_{max\,L}$$

$$5{,}625 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} L (0{,}2)^2 \Rightarrow L = 0{,}281\ mH.$$

İstenirse $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ 'den salınım frekansı bulunabilir.

Problem 31.12

12. 4,00 cm yarıçaplı, 30 sarımlı ve direnci 1,00 Ω olan dairesel bir bobin, bobinin düzlemine dik doğrultuda olan bir manyetik alan içine yerleştirilmiştir. Manyetik alanın büyüklüğü $B = 0{,}010\ t + 0{,}0400\ t^2$ bağıntısına uygun olarak zamanla değişmektedir. Burada t, s ve B de tesla birimine sahiptir. $t = 5{,}00$ s de bobindeki indüklenmiş olan emk i hesaplayın.

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi_B}{dt} \quad , \quad \Phi = \vec{B}\cdot\vec{A} = BA\cos 0° = BA$$

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (0{,}04)^2 = 0{,}00503\ m^2$$

$$|\mathcal{E}| = N\left|\frac{d\Phi}{dt}\right| = NA\left|\frac{dB}{dt}\right| = NA\frac{d}{dt}\left(0{,}010\,t + 0{,}0400\,t^2\right)$$

$$|\mathcal{E}| = NA\,(0{,}010 + 0{,}0800\,t)$$

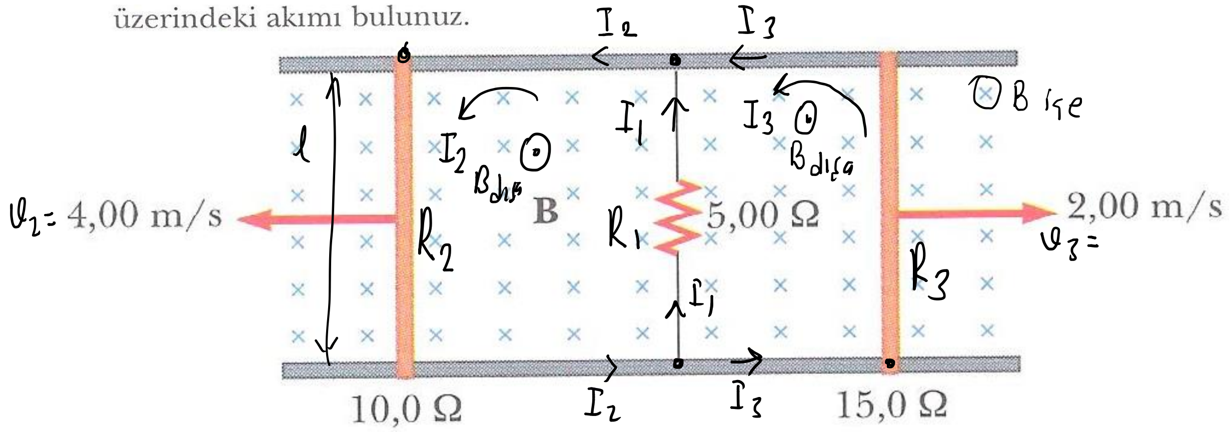
$t = 5.s$

$$|\mathcal{E}| = 30.(0{,}00503 m^2)\underbrace{(0{,}010 + 0{,}400)}_{0{,}410}$$

$$|\mathcal{E}| = 61.8\ mV$$

Problem 31.31

31. Dirençleri ihmal edilen iki paralel ray çubuğunun arasındaki mesafe 10,0 cm olup, birbirlerine 5,00 Ω'luk bir dirençle bağlanmışlardır. Bu devrede, dirençleri 10,0 Ω ve 15,0 Ω olan iki metal çubuk da bulunmaktadır (Şekil 31.10). Bu çubuklar, dirençten, sırasıyla 4,00 m/s ve 2,00m/s lik sabit hızlarla yana doğru hareket ettirilmektedirler. Büyüklüğü 0,0100 T olan düzgün bir manyetik alan, rayların düzlemine dik olarak uygulanmaktadır. 5,00 Ω luk direnç üzerindeki akımı bulunuz.



Düğüm noktasında $I_2 = I_1 + I_3$ ---- (1)

Sol ilmek için: $B\ell\upsilon_2 - I_1R_1 - I_2R_2 = 0$ ---- (2)

Sağ ilmek için $B\ell\upsilon_3 - I_3R_3 + I_1R_1 = 0$ --- (3)

$I_1 = ?$ (1) → (2) $B\ell\upsilon_2 - I_1R_1 - (I_1+I_3)R_2 = 0$

$B\ell\upsilon_2 - I_1(R_1+R_2) - I_3R_2 = 0$ .... (4)

(3) → $I_3R_3 = B\ell\upsilon_3 + I_1R_1$

$$I_3 = \frac{B\ell\upsilon_3}{R_3} + \frac{I_1R_1}{R_3} \quad \text{----- (5)}$$

(5) → (4)

$$B\ell\upsilon_2 - I_1(R_1+R_2) - \frac{B\ell\upsilon_3}{R_3}R_2 - \frac{I_1R_1}{R_3}R_2 = 0$$

Buradan I_1 çözülürse

$$I_1 = B\ell\left(\frac{\upsilon_2R_3 - \upsilon_3R_2}{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}\right)$$ bulunur.

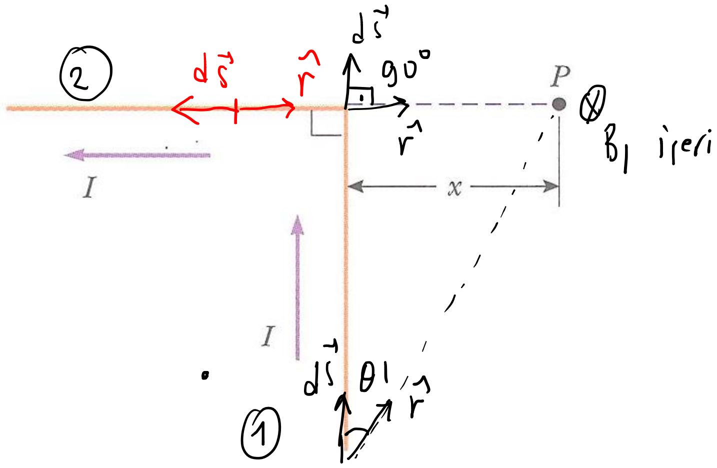
$R_1 = 5\,\Omega$
$R_2 = 10\,\Omega$
$R_3 = 15\,\Omega$
$\upsilon_2 = 4$ m/s
$\upsilon_3 = 2$ m/s
$\ell = 0,1$ m

Sayısal değerler yerine konulursa

$I_1 \cong 145\ \mu A$ bulunur.

Problem 30.5

5. Şekil P30.5'te gösterildiği biçimde dik açıyla bükülen sonsuz uzunlukta bir telin köşesinden x uzaklıktaki bir P noktasında manyetik alan nedir? Tel kararlı bir I akımı taşımaktadır.

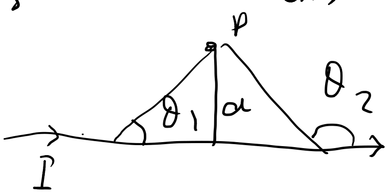


(2) nolu telin P'de oluşturduğu manyetik alan sıfırdır. $B_2 = 0$

$$\vec{B} = \mu_0 I \int \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

$d\vec{s} \parallel \hat{r}$ olduğundan $d\vec{s} \times \hat{r} = 0$

Sonsuz uzun düz telin alanı



$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2) \text{ idi}$$

Yarı sonsuz tel $\theta_1 = 0^\circ$ $\theta_2 = 90^\circ$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}(\underbrace{\cos 0^\circ}_{=1} - \underbrace{\cos 90^\circ}_{=0}) = \frac{\mu_0 I}{4\pi x}$$

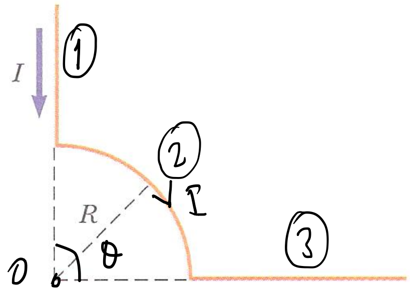
$\vec{B}_1$ alanı düzlemden içeri doğrudur.

Problem 30.9

9. Şekil P30.9 daki tel parçası $I = 5{,}00$ A'lik bir akım taşımaktadır. Çembersel yayın yarıçapı $R = 3{,}00$ cm olduğuna göre başlangıç noktasındaki manyetik alanın yönünü ve büyüklüğünü bulunuz.

Örnek 30.2.de θ açısını gören bir çembersel yayın orijinde oluşturduğu manyetik alanı,

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}\theta \quad , \quad \theta : \text{Radyan olarak alınmalı}$$



Şekil P30.9

① ve ③ nolu tellerin 0 noktasındaki manyetik alanları sıfırdır.

② nolu yay parçası $\theta = 90°$'lik yayı görüyor.

$180°$ — π Radyan
$90°$ — x

$$x = \frac{90 \cdot \pi}{180} = \pi/2 \text{ Radyan.}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\cancel{\pi} R} \cdot \frac{\cancel{\pi}}{2} = \frac{\mu_0 I}{8R} ,$$

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T.m/A
$I = 5$ A
$R = 3 \times 10^{-2}$ m
$\pi \approx 3.14$

$$B = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(5)}{8(3 \times 10^{-2})}$$

$B = 26.2\ \mu T$ yönü: içeri doğru.

örnek: