

GÜÇ ELEKTRONİĞİ ARASINAV SORULARI

19 Nisan 2024 Süre: 75 dakika

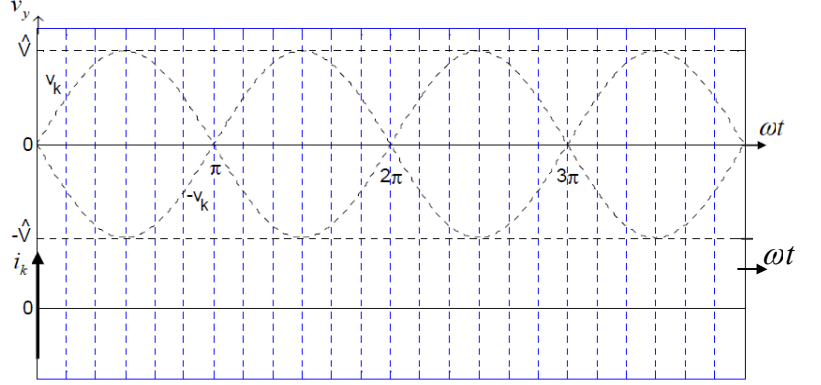
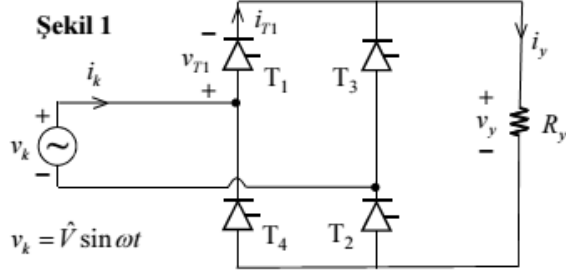
1) Şekil 1'deki devrede tristörler ve kaynak ideal kabul ediliyor ve $\alpha = 75^\circ$ ateşleme açısıyla tetikleniyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 250V$ ile ve $R_y = 10\Omega$ yükte çalışıyor.

a) v_y dalga şeklini çiziniz. (8 puan)

b) i_k dalga şeklini çiziniz. (8 puan)

c) i_k 'nin etkin değerini ($I_{k\text{rms}}$) hesaplayınız. (8 puan)

d) Gerilim kaynağının devre üzerinde gördüğü aktif, reaktif ve görünür güçler ile güç faktörünü bulunuz. (32 puan)



2) Şekil 2'deki devrede tristörler idealdir. Kaynakların iç dirençleri ihmal ediliyor, ancak her birinin $L_k = 8,2\text{ mH}$ seri kaçak endüktansı hesaba katılıyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 230\text{ V}$, $\alpha = 75^\circ$ ateşleme açısıyla ve $i_y = I_d = 20\text{ A}$ 'lik tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty\text{ H}$) bir süredir çalışılıyor.

a) Aktarım açısını (\ddot{u}) ve aktarım süresini bulunuz. (8 + 5 puan)

b) Aktarımı ihmal etmeden yük üzerindeki ortalama gerilimi bulunuz. (12 puan)

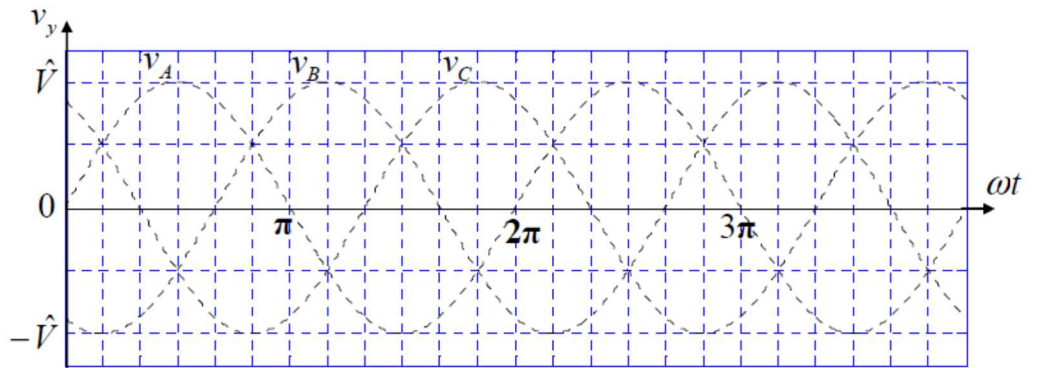
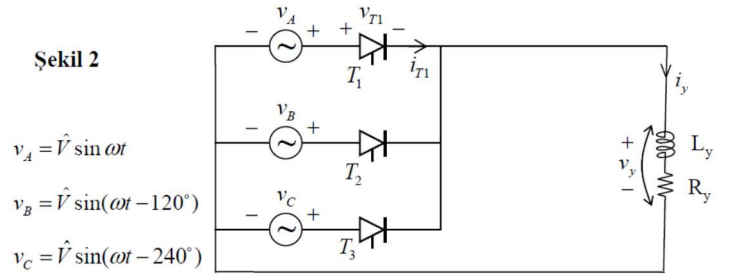
Bu devre ve bu çalışma için formüller:

$$\cos\alpha - \cos(\alpha + \ddot{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{\text{akt}}} \quad A_{\ddot{u}} = \omega L_k I_d \quad \Delta V_{y\text{dc}} = \frac{A_{\ddot{u}}}{T_{\text{vy}}} \quad V_{y\text{dc}}^{\text{ideal}} = \frac{3\sqrt{3}\hat{V}}{2\pi} \cos\alpha$$

c) Aktarımı **çentiklerini de göstererek** v_y dalga şeklini çiziniz. (9 puan)

(Çentikleri göstermezseniz 6 puan)

Şekil 2

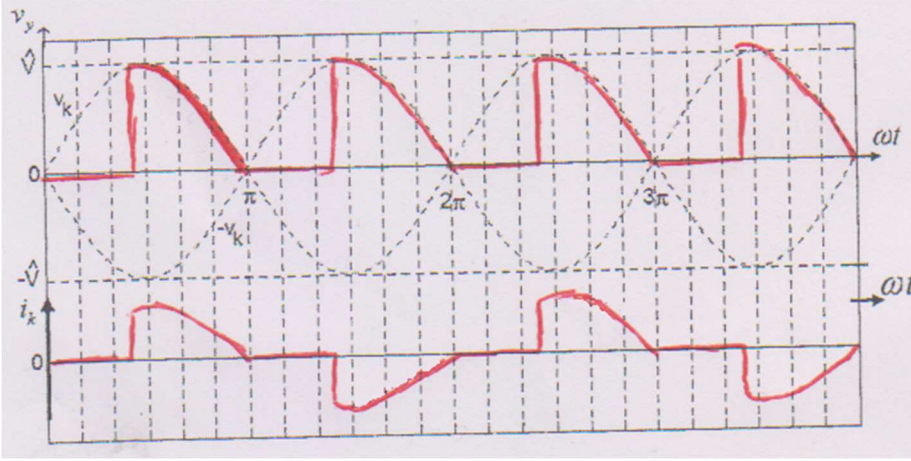


3) IGBT'nin tristörleşmesi ne demektir? Neden olur ve o durumda ne yapılmalıdır? (10 puan)

BAŞARILAR ...

GÜÇ ELEKTRONİĞİ ARASINAV CEVAP ANAHTARI
19 Nisan 2024

1) a)



b)

1) c)

$$i_k = \begin{cases} 0 & 0 \leq \omega t < 75^\circ \text{ ve } 180^\circ \leq \omega t < 255^\circ \\ \frac{250V}{10\Omega} \cdot \sin \omega t & 75^\circ \leq \omega t < 180^\circ \text{ ve } 255^\circ \leq \omega t < 360^\circ \end{cases}$$

\swarrow
 $25A \sin \omega t$

ve ωt 'ye göre $360^\circ = 2\pi$ rad ile periyodik.

$$75^\circ = \frac{5\pi}{12} \text{ rad} \quad 255^\circ = \frac{17\pi}{12} \text{ rad}$$

$$I_{krms}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{5\pi/12}^{\pi} (25A)^2 \sin^2 \omega t \cdot d(\omega t) + \frac{1}{2\pi} \int_{17\pi/12}^{2\pi} (25A)^2 \sin^2 \omega t \cdot d(\omega t)$$

$$I_{krms}^2 = \frac{625}{4\pi} A^2 \int_{5\pi/12}^{\pi} (1 - \cos 2\omega t) d(\omega t) + \frac{625}{4\pi} A^2 \int_{17\pi/12}^{2\pi} (1 - \cos 2\omega t) d(\omega t)$$

$$I_{krms}^2 = \frac{625A^2}{4\pi} \left[\left[\omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t \right]_{5\pi/12}^{\pi} + \left[\omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t \right]_{17\pi/12}^{2\pi} \right]$$

$$I_{krms}^2 = \frac{625A^2}{4\pi} \left[\pi - \frac{1}{2} \sin 2\pi - \frac{5\pi}{12} + \frac{1}{2} \sin \frac{5\pi}{6} + 2\pi - \frac{1}{2} \sin 4\pi - \frac{17\pi}{12} + \frac{1}{2} \sin \frac{17\pi}{6} \right]$$

$\rightarrow \frac{7\pi}{12}$

$$I_{krms}^2 = \frac{625A^2}{4\pi} \left[\frac{7\pi}{6} + \sin \frac{5\pi}{6} \right] = 207,16 A^2$$

$I_{krms} = 14,39 A$

d) Dikkat: (d) şıkında sorulanları bulmak için görünür güç ve aktif güç bulmak yeterlidir. Reaktif güç ve güç faktörü de bu ikisinden kolayca bulunabilmektedir. Yük saf direnç olduğu için, bu devrede yük akımının etkin değeri ile kaynak akımının etkin değeri aynıdır. Soruda THD_i gibi harmoniklerle ilgili bir şey de sorulmadığı için, aktif güç hesabı için temel bileşeni bulmaya gerek yoktur.

$$P = R_y I_{y \text{ rms}}^2 = R_y I_{k \text{ rms}}^2 = 10 \Omega \times (14,39 \text{ A})^2 = \boxed{P = 2072 \text{ W}}$$

$$S = V_{k \text{ rms}} \cdot I_{k \text{ rms}} = \frac{250 \text{ V}}{\sqrt{2}} \cdot 14,39 \text{ A} = \boxed{S = 2544 \text{ VA}}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{2544^2 - 2072^2} \text{ VA}_r = \boxed{Q = 1477 \text{ VA}_r}$$

Güç Faktörü:

$$GF = \frac{P}{S} = \frac{2072}{2544} = \boxed{GF = 0,814}$$

Uzun yoldan yapanlar için, veya başka bir sorulan için temel bileşen gerekseydi şöyle bulunurdu:

$$\begin{aligned} i_{k1}(t) &= a_1 \cos \omega t + b_1 \sin \omega t \rightarrow i_k \text{ 'nin temel bileşeni} \\ a_1 &= \frac{1}{\pi} \int_{5\pi/12}^{\pi} \underbrace{25A \cdot \sin \omega t \cdot \cos \omega t}_{\frac{1}{2} \sin 2\omega t} \cdot d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{17\pi/12}^{2\pi} U_a d(\omega t) \\ & \quad \text{U}_a \text{ diyelim} \quad \rightarrow \text{yan? İki soldakiyle aynı} \\ a_1 &= \frac{25A}{2\pi} \int_{5\pi/12}^{\pi} \sin 2\omega t \cdot d(\omega t) + \frac{25A}{2\pi} \int_{17\pi/12}^{2\pi} \sin 2\omega t \cdot d(\omega t) \\ a_1 &= \frac{25A}{2\pi} \left\{ \left[-\frac{1}{2} \cos 2\omega t \right]_{5\pi/12}^{\pi} + \left[-\frac{1}{2} \cos 2\omega t \right]_{17\pi/12}^{2\pi} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} \text{sininler} \\ \text{wt'ye} \\ \text{göre} \end{array} \right\} \\ a_1 &= \frac{25A}{2\pi} \left[\underbrace{-\frac{1}{2} \cos 2\pi}_{-\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{5\pi}{6}\right) - \frac{1}{2} \cos 4\pi + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{17\pi}{6}\right) \right] \\ & \quad \underbrace{-\frac{1}{2}}_{\text{eşit}} \quad \leftarrow \quad \leftarrow \\ a_1 &= \frac{25A}{2\pi} \left[-1 + \cos\left(\frac{5\pi}{6}\right) \right] \rightarrow \boxed{a_1 = -7,425A} \end{aligned}$$

$$b_1 = \frac{1}{\pi} \int_{5\pi/12}^{\pi} \underbrace{25A \cdot \sin \omega t \cdot \sin \omega t}_{U_b \text{ diyelim}} \cdot d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{17\pi/12}^{2\pi} U_b \cdot d(\omega t)$$

yani iai soldakiyle aynı

$$b_1 = \frac{25A}{2\pi} \left\{ \int_{5\pi/12}^{\pi} (1 - \cos 2\omega t) d(\omega t) + \int_{17\pi/12}^{2\pi} (1 - \cos 2\omega t) d(\omega t) \right\}$$

$$b_1 = \frac{25A}{2\pi} \left\{ \left[\omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t \right]_{\omega t = 5\pi/12}^{\pi} + \left[\omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t \right]_{\omega t = 17\pi/12}^{2\pi} \right\}$$

$$b_1 = \frac{25A}{2\pi} \left[\pi - \frac{1}{2} \sin 2\pi - \frac{5\pi}{12} + \frac{1}{2} \sin \left(\frac{5\pi}{6} \right) + 2\pi - \frac{1}{2} \sin 4\pi - \frac{17\pi}{12} + \frac{1}{2} \sin \left(\frac{17\pi}{6} \right) \right]$$

esit ve toplami $\sin \left(\frac{5\pi}{6} \right)$

$$b_1 = \frac{25A}{2\pi} \left[\frac{7\pi}{6} + \sin \left(\frac{5\pi}{6} \right) \right] \rightarrow \boxed{b_1 = 16,573 A}$$

$$I_{k1rms} = \sqrt{\frac{a_1^2 + b_1^2}{2}} = \sqrt{\frac{(-7,425)^2 + (16,573)^2}{2}} A$$

$$\boxed{I_{k1rms} = 12,841 A}$$

$$\phi_1 = \tan^{-1} \left(\frac{-a_1}{b_1} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{7,425}{16,573} \right)$$

$$\boxed{\phi_1 = 24,13^\circ}$$

$$V_{rms} = \frac{250V}{\sqrt{2}} = \boxed{176,78V = V_{rms}}$$

$$\text{Görünür güç} = S = V_{rms} I_{rms} = 176,78V \times 12,841A$$

$$\boxed{S = 2269 VA}$$

$$\text{Aktif güç} = P = V_{rms} I_{rms} \cos \phi_1 = 176,78V \times 12,841A \cdot \cos(24,13^\circ)$$

$$\boxed{P = 2072 W}$$

$$\text{Reaktif güç} = Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{2269^2 - 2072^2} VA_r$$

$$\boxed{Q = 1477 VA_r}$$

$$\text{Güç faktörü} = GF = P/S = 2072/2269$$

$$\boxed{GF = 0,914}$$

$$2) a) \hat{V}_{\text{akt}} = \sqrt{3} \hat{V} = \sqrt{3} \times 230 \text{ V} = 398,4 \text{ V}$$

$$\cos(75^\circ) - \cos(75^\circ + \ddot{u}) = \frac{2 \times (2\pi \times 50) \times 8,2 \times 10^{-3} \times 20}{398,4}$$

\swarrow $0,2588$ \swarrow $0,2587$

$$\cos(75^\circ + \ddot{u}) = 0,0001 \rightarrow 75^\circ + \ddot{u} = 89,99^\circ$$

$$\ddot{u} = 14,99^\circ$$

$$t_{\text{akt}} = \frac{\ddot{u}}{\omega} = \frac{14,99^\circ}{360^\circ \times 50 \text{ Hz}}$$

$$t_{\text{akt}} = 8,33 \times 10^{-4} \text{ s} \\ = 833 \mu\text{s}$$

$$b) A_{\ddot{u}} = (2\pi \times 50) \times 8,2 \times 10^{-3} \times 20 \text{ V} = 16,4 \pi \text{ V}$$

$$T_{\text{vy}} = 2\pi/3$$

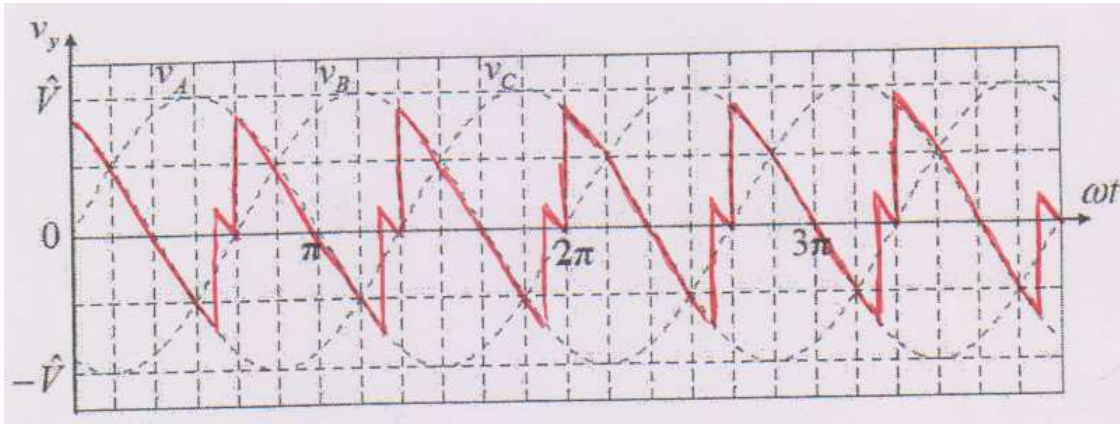
$$\Delta V_{\text{ydc}} = \frac{16,4 \pi}{2\pi/3} \text{ V} = 24,6 \text{ V}$$

$$V_{\text{ydc}}^{\text{ideal}} = \frac{3\sqrt{3} \times 230 \text{ V}}{2\pi} \cos 75^\circ = 49,23 \text{ V}$$

$$V_{\text{ydc}}^{\text{gerçek}} = 49,23 \text{ V} - 24,60 \text{ V}$$

$$V_{\text{ydc}}^{\text{gerçek}} = 24,63 \text{ V}$$

c)



3) IGBT'nin geçit-emiter arasına uygun yönde sinyal uygulandığı sürece kolektör-emiter arası iletme geçip, o sinyal sıfırlanınca kesime gitmesi gerekir. Ama aşırı akım veya aşırı ısınma nedeniyle bazen o sinyal sıfırlansa bile iletimde kalır. Buna IGBT'nin tristörleşmesi denir. Bir defa tristörleşen IGBT, bundan sonra sık sık tristörleşebileceğinden ona artık güvenilmez ve değiştirilmesi gerekir.