

GÜÇ ELEKTRONİĞİ ARASINAV SORULARI

30 Nisan 2011 Süre: 75 dakika

1) Şekil 1'deki devrede tristörler ve kaynak ideal kabul ediliyor ve $\alpha = 90^\circ$ ateşleme açısıyla tetikleniyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 300V$ ile ve $I_d = 10A$ 'lik tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) çalışılıyor. $R_y = 10\Omega$ 'dur.

a) v_y dalga şeklini çiziniz. (8puan)

b) i_k dalga şeklini çiziniz. (8 puan)

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

d) i_k 'nın temel bileşenini $i_{k1} = \sqrt{2} I_{k1} \sin(\omega t - \phi_1)$ biçiminde ifade etmek için I_{k1} ve ϕ_1 sabitlerini bulunuz. (20 puan)

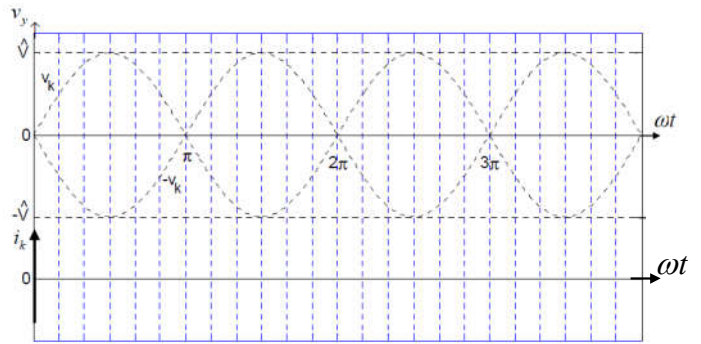
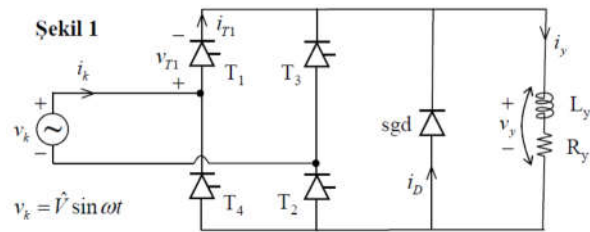
e) Gerilim kaynağının devre üzerinde gördüğü reaktif gücü bulunuz. (8 puan)

$$S = V_{\text{rms}} I_{k\text{rms}} \quad P = V_{\text{rms}} I_{k1} \cos \phi_1 \quad Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

f) Yalnız R_y üzerindeki ortalama gücü (P_{Ry}) bulunuz. (5 puan)

g) R_y ile L_y birlikte ortalama gücünü (P_y) bulunuz. (5 puan)

h) (e) şıkkında ara işlem olarak bulunan aktif güç, (f) şıkkında bulunan ortalama güce (P_{Ry}) hangi durumda eşit olmalıdır? Olmadığı durumda eşitliği bozan gücün nereye gittiğini veya nereden karşılandığını açıklayınız. (5 puan)



2) Şekil 2'deki devrede tristörler idealdir. Kaynakların iç dirençleri ihmal ediliyor, ancak her birinin $L_k = 6mH$ seri kaçak endüktansı hesaba katılıyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 300V$, $\alpha = 90^\circ$ ateşleme açısıyla ve $I_d = 10A$ 'lik tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) ve çalışılıyor.

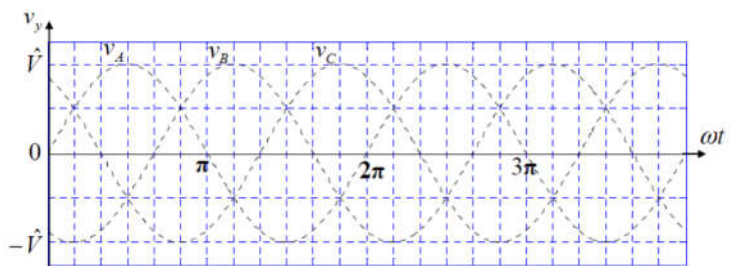
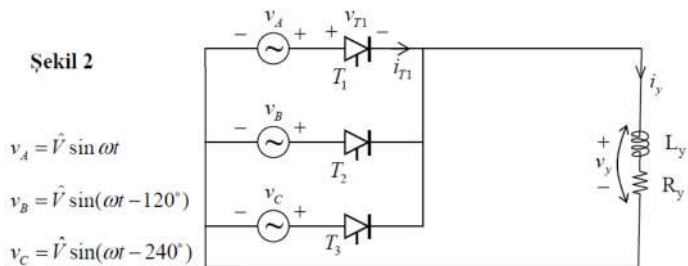
a) Aktarım açısını (\ddot{u}) ve aktarım süresini bulunuz. (8 + 5 puan)

b) Yük üzerindeki ortalama gerilimi bulunuz. (12 puan)

Bu devre ve bu çalışma için formüller:

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

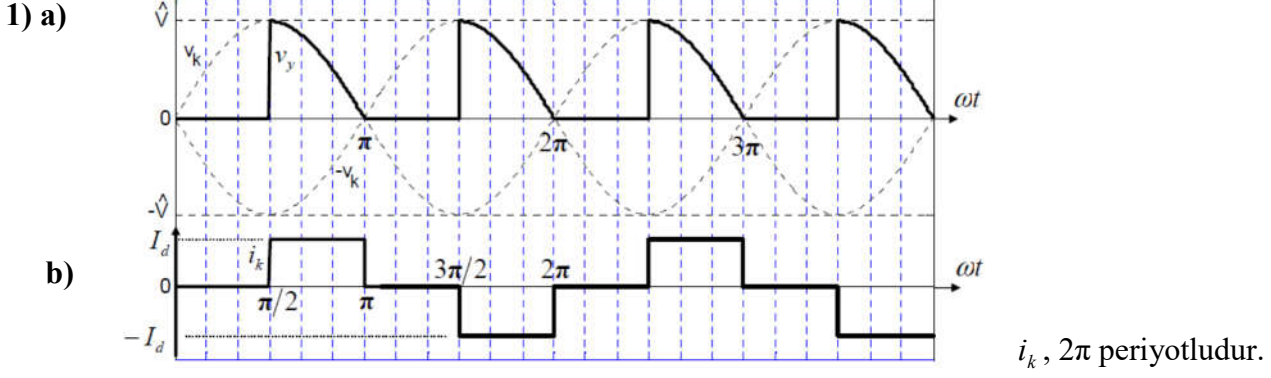
c) Aktarımı **ihmal ederek** v_y dalga şeklini çiziniz. (8puan)



BAŞARILAR ...

Yard. Doç. Dr. Ata SEVİNÇ

GÜÇ ELEKTRONİĞİ ARASINAV CEVAP ANAHTARI
30 Nisan 2011



$$c) I_{k\text{rms}}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_k^2 d(\omega t) = \frac{1}{2\pi} \int_{\omega t=\pi/2}^{\pi} (10A)^2 d(\omega t) + \frac{1}{2\pi} \int_{\omega t=3\pi/2}^{2\pi} (-10A)^2 d(\omega t) = \frac{100A^2}{2\pi} \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} \right) = 50A^2$$

$$I_{k\text{rms}} = 7,071A \rightarrow i_k \text{ 'nın etkin değeridir.}$$

d) Temel bileşeni ise $i_{k1} = a_1 \cos(\omega t) + b_1 \sin(\omega t)$ olarak düşünülürse Fourier serisi 1. harmonik katsayıları:

$$a_1 = \frac{2}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_k \cos(\omega t) d(\omega t) = \frac{1}{\pi} \int_{\omega t=\pi/2}^{\pi} (10A) \cos(\omega t) d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{\omega t=3\pi/2}^{2\pi} (-10A) \cos(\omega t) d(\omega t)$$

$$= \frac{10A}{\pi} \left([\sin(\omega t)]_{\omega t=\pi/2}^{\pi} + [-\sin(\omega t)]_{\omega t=3\pi/2}^{2\pi} \right) = \frac{10A}{\pi} (0 - 1 + 0 + (-1)) = -\frac{20}{\pi} A = -6,37A = a_1$$

$$b_1 = \frac{2}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_k \sin(\omega t) d(\omega t) = \frac{1}{\pi} \int_{\omega t=\pi/2}^{\pi} (10A) \sin(\omega t) d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{\omega t=3\pi/2}^{2\pi} (-10A) \sin(\omega t) d(\omega t)$$

$$= \frac{10A}{\pi} \left([-\cos(\omega t)]_{\omega t=\pi/2}^{\pi} + [\cos(\omega t)]_{\omega t=3\pi/2}^{2\pi} \right) = \frac{10A}{\pi} (1 + 0 + 1 - 0) = \frac{20}{\pi} A = 6,37A = b_1$$

$i_{k1} = \sqrt{2} I_{k1} \sin(\omega t - \phi_1)$ ifadesini açarak $a_1 \cos(\omega t) + b_1 \sin(\omega t)$ biçimine getirirsek:

$$\sqrt{2} I_{k1} (-\sin \phi_1) \cos(\omega t) + \sqrt{2} I_{k1} (\cos \phi_1) \sin(\omega t) = a_1 \cos(\omega t) + b_1 \sin(\omega t)$$

$$a_1 = -\sqrt{2} I_{k1} \sin(\phi_1) \quad b_1 = \sqrt{2} I_{k1} \cos(\phi_1)$$

$$a_1^2 + b_1^2 = 2I_{k1}^2 (\sin^2 \phi_1 + \cos^2 \phi_1) = 2I_{k1}^2 \quad \text{ve} \quad I_{k1} = \sqrt{\frac{a_1^2 + b_1^2}{2}} = \sqrt{\frac{(-6,37)^2 + 6,37^2}{2}} A = 6,37A = I_{k1}$$

$$-\frac{a_1}{b_1} = \tan \phi_1 = -\frac{-6,37}{6,37} = 1$$

$I_{k1} > 0$ olduğu için, $\cos \phi_1$ 'in işareti b_1 'in işaretiyle aynı olacak çözüm alınır. Yani $\phi_1 = 45^\circ$

$$e) V_{\text{rms}} = 300V / \sqrt{2} = 212,13V \quad S = V_{\text{rms}} I_{k\text{rms}} = 212,13V \times 7,071A = 1500VA$$

$$P = V_{\text{rms}} I_{k1} \cos \phi_1 = 212,13V \times 6,37A \times \cos 45^\circ = 955W \rightarrow \text{aktif (ortalama) güç}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{1500^2 - 955^2} \text{ VAR} = 1157 \text{ VAR} = Q \rightarrow \text{Reaktif güç}$$

f) $i_y = I_d = 10A$ sabit olduğu için $P_{R_y} = R_y I_d^2 = 10\Omega \times (10A)^2 = 1000W$

g) Tristörler ve sgd ideal kabul edildiği için kaynakla yük (R_y ile L_y birlikte) arasında enerji harcayan, veren veya depolayan eleman yoktur. Bu yüzden kaynak uçlarına göre hesaplanan (e) şıkkındaki ortalama güç aynı zamanda R_y ile L_y birlikte yük üzerindeki ortalama güçtür: $P = P_y = 955W$

(Burada $i_y = I_d$ sabit olduğu için, ortalama güç formülü ortalama (dc) yük gerilimi cinsinden

$$P_y = \frac{1}{T_{vy} T_y} \int v_y i_y d(\omega t) = \frac{1}{T_{vy} T_y} \int v_y I_d d(\omega t) = I_d \frac{1}{T_{vy} T_y} \int v_y d(\omega t) = V_{ydc} I_d$$

biçiminde de yazılabilirdi. Eğer bu duruma özel $V_{ydc} = \frac{\hat{V}}{\pi}(1 + \cos \alpha)$ formülü elimizde varsa ya da bunu da çıkarırsak $P_y = V_{ydc} I_d$ formülüyle de aynı güç bulunurdu.)

h) Aynı tetikleme şartlarında uzun süreli bir çalışmada $P = P_{R_y}$ olmalıdır. Çünkü geçici çalışmalarda ikisi arasındaki fark L_y endüktansında depolanmakta ya da L_y endüktansı tarafından sağlanmaktadır. Her ne kadar $L_y \approx \infty$ desek de gerçekte sonlu olduğu için depolayabileceği enerji sonlu olup, bunun uzun bir süre boyunca ortalama güç karşılığı sıfır olacaktır. Bu yüzden uzun süreli çalışmada $P = P_{R_y}$ olur.

2) a) Bu devrede \hat{V}_{akt} , fazlar arası gerilimin tepe değeridir: $\hat{V}_{akt} = \sqrt{3} \times 300V = 520V$

$$\cos 90^\circ - \cos(90^\circ + \ddot{u}) = \frac{2(2\pi 50Hz)(0,006H)(10A)}{520V} = 0,0725 = 0 - \cos(90^\circ + \ddot{u}) \rightarrow (90^\circ + \ddot{u}) = 94,16^\circ$$

$$\ddot{u} = 4,16^\circ (= 0,0726rad) \rightarrow t_{akt} = \frac{4,16^\circ}{\omega} \quad \text{Burada } \ddot{u} \text{ raydan cinsinden kullanılsaydı } \omega = 2\pi f \text{ alınır.}$$

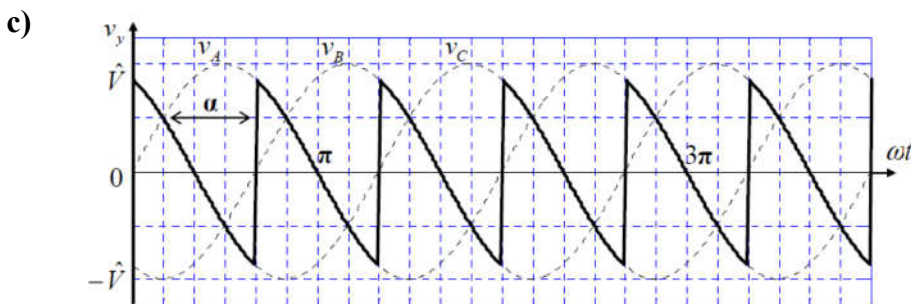
Derece cinsinden kullanıldığı için $\omega = 360^\circ \times f$ alınır:

$$t_{akt} = \frac{4,16^\circ}{360^\circ \times 50Hz} = 2,3 \times 10^{-4} s = 0,23ms = t_{akt} \rightarrow \text{aktarım süresi}$$

b) $A_u = \omega L_k I_d = (2\pi 50Hz)(0,006H)(10A) = 6\pi V$ v_y 'nin periyodu $T_{vy} = 2\pi/3$

$$\Delta V_{ydc} = \frac{6\pi}{2\pi/3} = 9,0V \quad V_{ydc}^{ideal} = \frac{3\sqrt{3}\hat{V}}{2\pi} \cos 90^\circ = 0V \quad V_{ydc}^{gerçek} = 0V - 9V$$

$$V_{ydc}^{gerçek} = -9V \rightarrow \text{yük üzerindeki ortalama gerilim}$$



Bu çizimde aktarım ihmal edildiği için aktarım çentikleri gösterilmemiştir.

GÜÇ ELEKTRONİĞİ ARASINAV SORULARI

14 Nisan 2012 Süre: 75 dakika

1) Şekil 1'deki devrede tristörler ve kaynak ideal kabul ediliyor ve $\alpha = 120^\circ$ ateşleme açısıyla tetikleniyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 200V$ ile $R_y = 10\Omega$ 'luk omik yükle ($L_y = 0 H$) çalışılıyor.

a) v_y dalga şeklini çiziniz. (8 puan)

b) i_k dalga şeklini çiziniz. (8 puan)

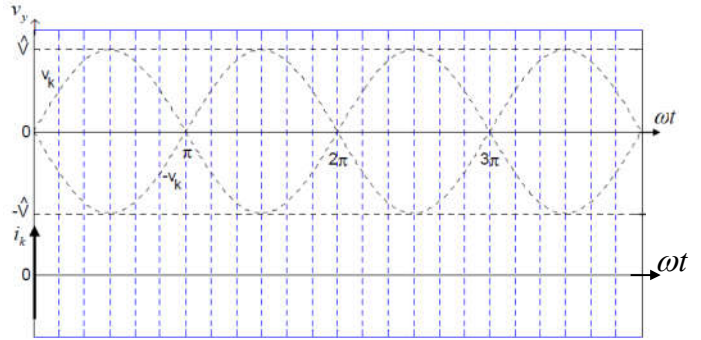
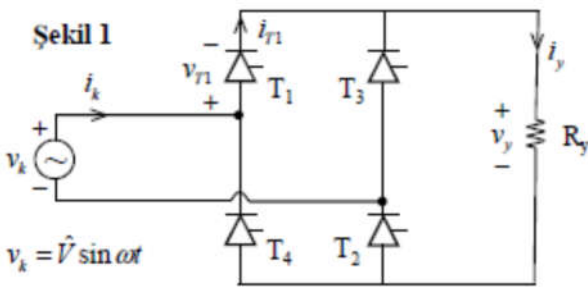
c) i_k 'nın etkin değerini ($I_{k\text{rms}}$) hesaplayınız. (8 puan)

d) i_k 'nın temel bileşenini $i_{k1} = \sqrt{2} I_{k1} \sin(\omega t - \phi_1)$ biçiminde ifade etmek için I_{k1} ve ϕ_1 sabitlerini bulunuz. (20 puan)

e) Gerilim kaynağının devre üzerinde gördüğü reaktif gücü bulunuz. (8 puan)

$$S = V_{\text{rms}} I_{k\text{rms}} \quad P = V_{\text{rms}} I_{k1} \cos \phi_1 \quad Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

f) Yük üzerindeki ortalama gücü (P) bulunuz. (5 puan)



2) Şekil 2'deki devrede tristörler idealdir. Kaynakların iç dirençleri de ihmal ediliyor. 50Hz'de, $\hat{V}_h = 300V$,

a) Kaynakların kaçak endüktanslarını da ihmal ederek ortalama yük geriliminin 248V olması için gereken α ateşleme açısını bulunuz. (10 puan)

b) Kaynakların her birinin $L_k = 8,3mH$ seri kaçak endüktansını dikkate alarak ve $\alpha = 80^\circ$ ateşleme açısıyla sgd'siz olarak $I_d = 10A$ 'lık tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) çalışıldığı durum için aktarım açısını (\ddot{u}) ve aktarım süresini bulunuz (8 + 5 puan). Aktarımın etkisini de hesaba katarak L_y ile R_y birlikte yük üzerindeki ortalama gerilimi bulunuz (12 puan). Aktarım **çentiklerini de göstererek** v_y dalga şeklini çiziniz. (8 puan)

Bu devre için formüller:

$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \ddot{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{\text{akt}}}$$

$$A_{\ddot{u}} = \omega L_k I_d$$

$$v_{AB} = \hat{V}_h \sin \omega t$$

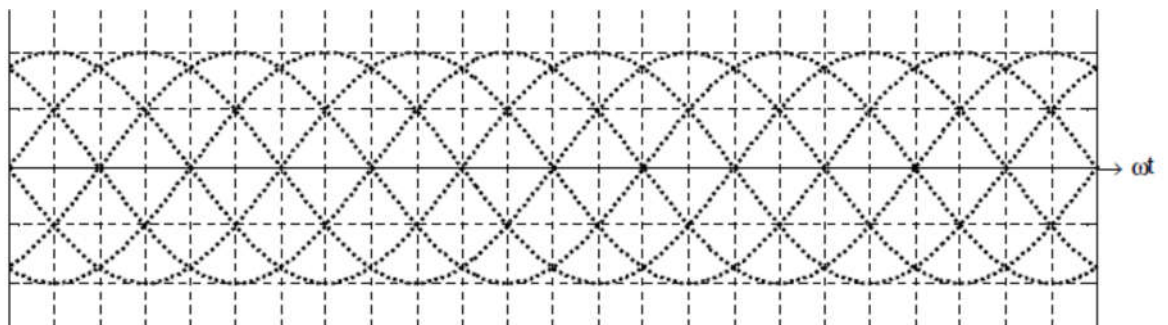
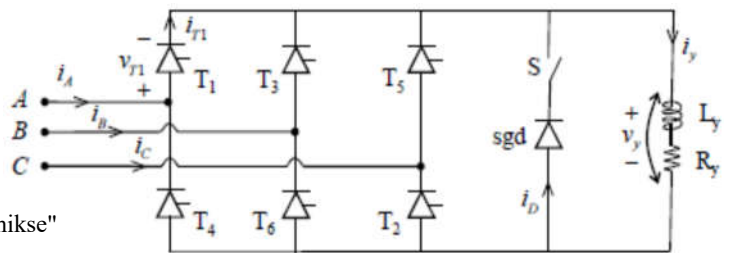
$$v_{BC} = \hat{V}_h \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$v_{CA} = \hat{V}_h \sin(\omega t - 240^\circ)$$

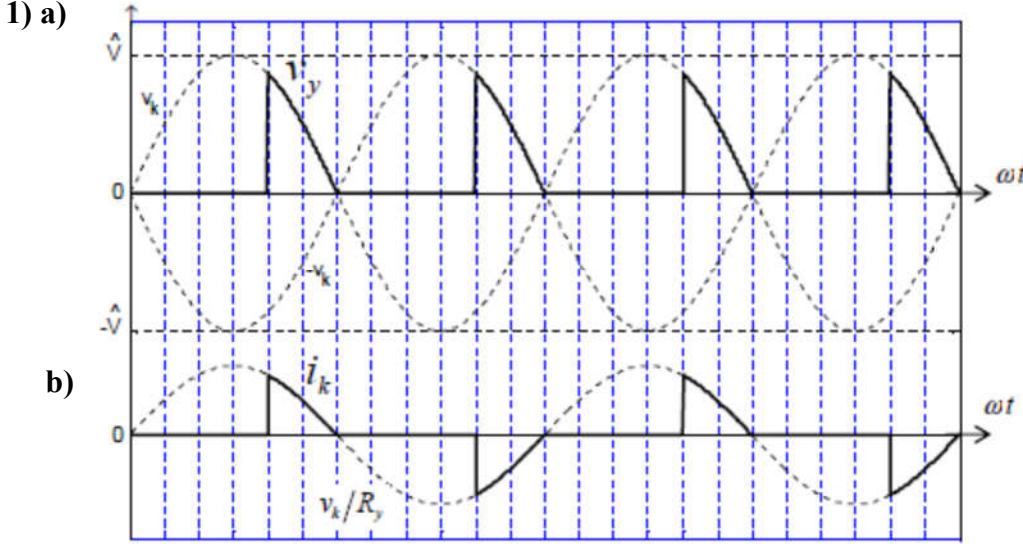
$\alpha > \pi/3$ iken "sgd varsa veya yük omikse"

sgd'siz tam süzölmüş akımlıda veya $\alpha < \pi/3$ ise

$$V_{y\text{dc}} = \begin{cases} \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \left(1 + \cos\left(\alpha + \frac{\pi}{3}\right)\right) \\ \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \cos \alpha \end{cases}$$



GÜÇ ELEKTRONİĞİ ARASINAV CEVAP ANAHTARI
14 Nisan 2012



i_k , 2π periyotludur.

$$\begin{aligned} \text{c) } I_{k\text{rms}}^2 &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_k^2 d(\omega t) = \frac{1}{2\pi} \int_{\omega t=\alpha}^{\pi} (v_k/R_y)^2 d(\omega t) + \frac{1}{2\pi} \int_{\omega t=\alpha+\pi}^{2\pi} (v_k/R_y)^2 d(\omega t) & v_k/R_y &= 20A \sin(\omega t) \\ &= \frac{400A^2}{2\pi} \left(\int_{\omega t=\alpha}^{\pi} \sin^2(\omega t) d(\omega t) + \int_{\omega t=\alpha+\pi}^{2\pi} \sin^2(\omega t) d(\omega t) \right) = \frac{100A^2}{\pi} \left(\int_{\omega t=\alpha}^{\pi} (1 - \cos(2\omega t)) d(\omega t) + \int_{\omega t=\alpha+\pi}^{2\pi} (1 - \cos(2\omega t)) d(\omega t) \right) \\ &= \frac{100A^2}{\pi} \left(\left[\omega t - \frac{1}{2} \sin(2\omega t) \right]_{\omega t=\frac{2\pi}{3}}^{\pi} + \left[\omega t - \frac{1}{2} \sin(2\omega t) \right]_{\omega t=\frac{5\pi}{3}}^{2\pi} \right) = \frac{100A^2}{\pi} \left(\left[\frac{\pi}{3} + \frac{-\sqrt{3}/2}{2} \right] + \left[\frac{\pi}{3} + \frac{-\sqrt{3}/2}{2} \right] \right) \\ I_{k\text{rms}}^2 &= 39,10A^2 \rightarrow I_{k\text{rms}} = 6,253A \rightarrow i_k \text{ 'nin etkin değeridir.} \end{aligned}$$

d) Temel bileşeni ise $i_{k1} = a_1 \cos(\omega t) + b_1 \sin(\omega t)$ olarak düşünülürse Fourier serisi 1. harmonik katsayıları:

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{2}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_k \cos(\omega t) d(\omega t) = \frac{1}{\pi} \int_{\omega t=\alpha}^{\pi} \left(\frac{200V}{10\Omega} \right) \sin(\omega t) \cos(\omega t) d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{\omega t=\alpha+\pi}^{2\pi} \underbrace{(20A) \sin(\omega t) \cos(\omega t)}_{(10A) \sin(2\omega t)} d(\omega t) \\ &= \frac{5A}{\pi} \left(\left[-\cos(2\omega t) \right]_{\omega t=2\pi/3}^{\pi} + \left[-\cos(2\omega t) \right]_{\omega t=5\pi/3}^{2\pi} \right) = \frac{5A}{\pi} \left((-1) - \frac{1}{2} + (-1) - \frac{1}{2} \right) = -\frac{15}{\pi} A = -4,775A = a_1 \\ b_1 &= \frac{2}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_k \sin(\omega t) d(\omega t) = \frac{1}{\pi} \int_{\omega t=\alpha}^{\pi} \left(\frac{200V}{10\Omega} \right) \sin^2(\omega t) d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{\omega t=\alpha+\pi}^{2\pi} \underbrace{(20A) \sin^2(\omega t)}_{(10A)(1-\cos(2\omega t))} d(\omega t) \\ &= \frac{10A}{\pi} \left(\left[\omega t - \frac{1}{2} \sin(2\omega t) \right]_{\omega t=\frac{2\pi}{3}}^{\pi} + \left[\omega t - \frac{1}{2} \sin(2\omega t) \right]_{\omega t=\frac{5\pi}{3}}^{2\pi} \right) = \frac{10A}{\pi} \left(\left[\frac{\pi}{3} + \frac{-\sqrt{3}/2}{2} \right] + \left[\frac{\pi}{3} + \frac{-\sqrt{3}/2}{2} \right] \right) = 3,910A = b_1 \end{aligned}$$

$i_{k1} = \sqrt{2} I_{k1} \sin(\omega t - \phi_1)$ ifadesini açarak $a_1 \cos(\omega t) + b_1 \sin(\omega t)$ biçimine getirirsek:

$$\begin{aligned} \sqrt{2} I_{k1} (-\sin \phi_1) \cos(\omega t) + \sqrt{2} I_{k1} (\cos \phi_1) \sin(\omega t) &= a_1 \cos(\omega t) + b_1 \sin(\omega t) \\ a_1 &= -\sqrt{2} I_{k1} \sin(\phi_1) & b_1 &= \sqrt{2} I_{k1} \cos(\phi_1) \end{aligned}$$

$$a_1^2 + b_1^2 = 2I_{k1}^2 (\sin^2 \phi_1 + \cos^2 \phi_1) = 2I_{k1}^2 \quad \text{ve} \quad I_{k1} = \sqrt{\frac{a_1^2 + b_1^2}{2}} = \sqrt{\frac{(-4,775)^2 + 3,910^2}{2}} A = 4,364A = I_{k1}$$

$$-\frac{a_1}{b_1} = \tan \phi_1 = -\frac{-4,775}{3,910} = 1,221$$

$I_{k1} > 0$ olduğu için, $\cos \phi_1$ 'in işareti b_1 'in işaretiyle aynı olacak çözüm alınır. Yani $\phi_1 = 50,7^\circ$

$$\text{e) } V_{rms} = 200V/\sqrt{2} = 141,42V \quad S = V_{rms} I_{k rms} = 141,42V \times 6,253A = 884VA$$

$$P = V_{rms} I_{k1} \cos \phi_1 = 141,42V \times 4,363A \times \cos 50,7^\circ = 391W \rightarrow \text{aktif (ortalama) güç}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{884^2 - 391^2} VA_r = 793VA_r = Q \rightarrow \text{Reaktif güç}$$

(Harmonikli durumlarda omik yükte de reaktif güç olur.)

f) Yük omik olduğu için ortalama güç (e) şikkındakiyle aynıdır.

$$P = R_y I_{krms}^2 = 10\Omega \times (6,253A)^2 = 391W \text{ biçiminde de bulunabilir.}$$

2) a) Formülün iki durumu için ayrı ayrı çözüm arayalım.

$$\text{İlk formül durumları için: } 248V = 3 \times 300V \times (1 + \cos(\alpha + \pi/3))/\pi \rightarrow (1 + \cos(\alpha + \pi/3)) = 0,8657$$

$$\rightarrow \cos(\alpha + \pi/3) = -0,1343^\circ \rightarrow \text{Buradan } \alpha > \pi/3 \text{ çözümü bulunamamaktadır.}$$

İkinci formül durumları için: $248V = 3 \times 300V \times (\cos \alpha)/\pi \rightarrow \cos \alpha = 0,8657 \rightarrow \alpha = 30,0^\circ$ bulunur, ki bu formülün geçerli olduğu durumlardan biri olan $\alpha < 60^\circ$ şartını sağladığı için sgd'li veya sgd'siz her yük durumu için geçerli bir çözümdür.

(α 'nın eksi olamayacağını 180° 'den hatta bazen 150° 'den büyük olamayacağını hatırlayınız.)

b) Bu devrede \hat{V}_{akt} , fazlar arası gerilimin tepe değeridir: $\hat{V}_{akt} = \hat{V}_h = 300V$

$$\cos 80^\circ - \cos(80^\circ + \ddot{u}) = \frac{2(2\pi 50\text{Hz})(0,0083\text{H})(10\text{A})}{300V} = 0,1738 = 0,1736 - \cos(80^\circ + \ddot{u}) \rightarrow (80^\circ + \ddot{u}) = 90,0^\circ$$

$$\ddot{u} = 10,0^\circ (= 0,1747\text{rad}) \quad t_{akt} = \frac{10,0^\circ}{\omega} \quad \text{Burada } \ddot{u} \text{ raydan cinsinden kullanılsaydı}$$

$\omega = 2\pi f$ alınırdı. Derece cinsinden kullanıldığı için $\omega = 360^\circ \times f$ alınır:

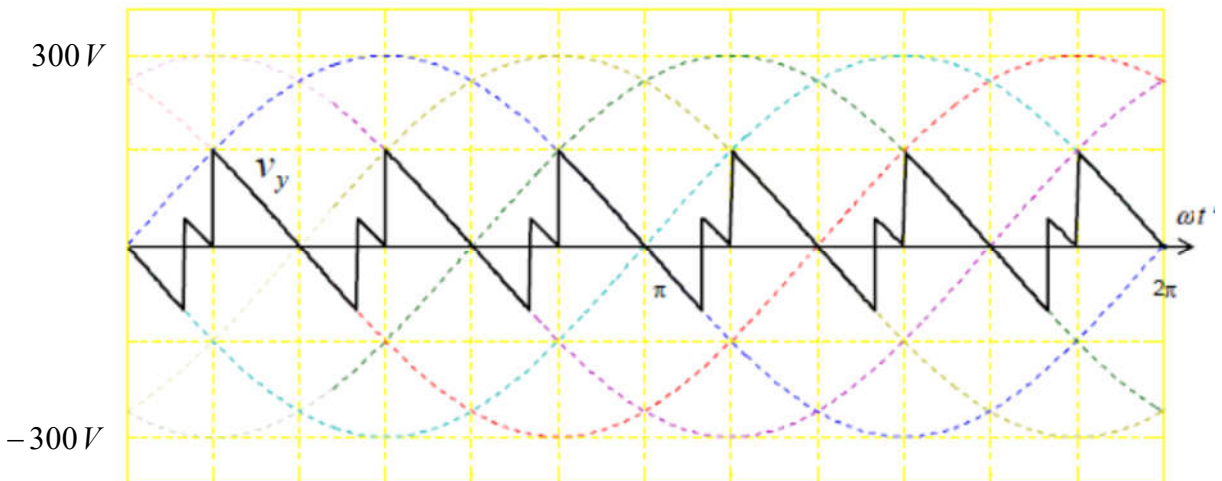
$$t_{akt} = \frac{10,0^\circ}{360^\circ \times 50\text{Hz}} = 0,556\text{ms} = t_{akt} \rightarrow \text{aktarım süresi}$$

$$A_{\ddot{u}} = \omega L_k I_d = (2\pi 50\text{Hz})(0,0083\text{H})(10\text{A}) = 8,3\pi V \quad v_y \text{ 'nin periyodu } T_{vy} = \pi/3$$

$$\Delta V_{y dc} = \frac{8,3\pi}{\pi/3} = 24,90V \quad V_{y dc}^{\text{ideal}} = \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \cos 80^\circ = 49,75V \quad V_{y dc}^{\text{gerçek}} = 49,75V - 24,90V$$

$$V_{y dc}^{\text{gerçek}} = 24,85V \rightarrow \text{yük üzerindeki ortalama gerilim.}$$

v_y dalga şekli (aktarım çentikleriyle birlikte) :



GÜÇ ELEKTRONİĞİ ARASINAV SORULARI

12 Nisan 2014 Süre: 75 dakika

1) Şekil 1'deki devrede diyot, tristörler ve kaynak ideal kabul ediliyor ve $\alpha = 90^\circ$ ateşleme açısıyla tetikleniyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 200V$ ile ve $I_d = 10A$ 'lık tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty H$) uzun bir süredir çalışılıyor.

a) v_y dalga şeklini çiziniz. (7 puan)

b) i_k dalga şeklini çiziniz. (7 puan)

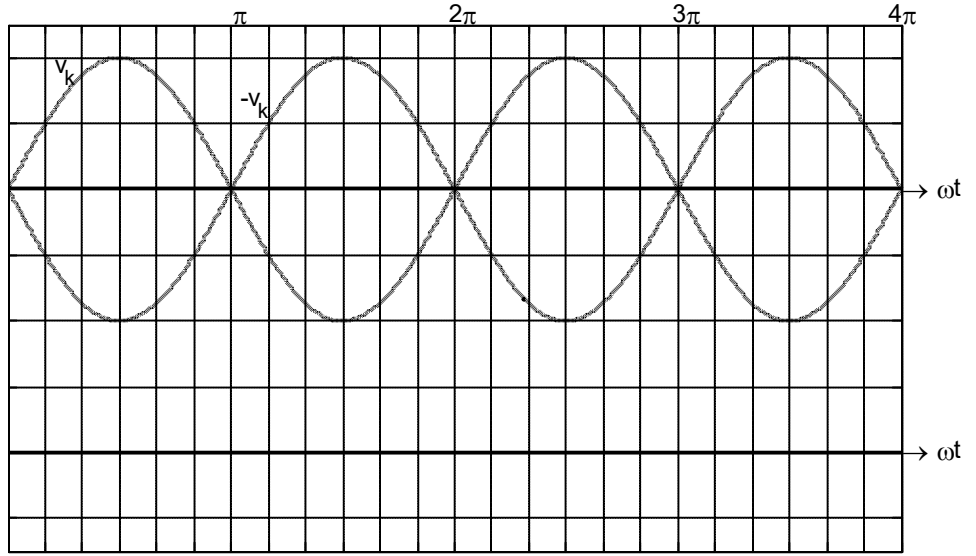
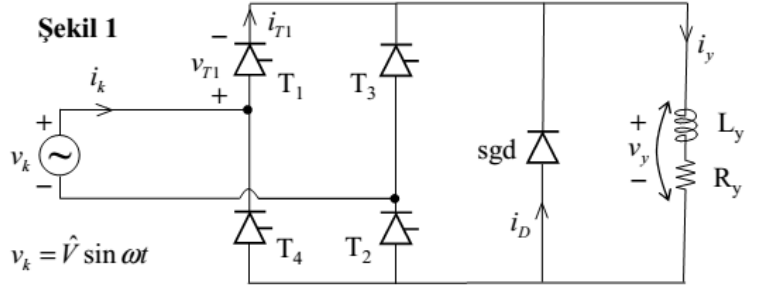
c) i_k 'nın etkin değerini ($I_{k\text{rms}}$) hesaplayınız. (8 puan)

d) i_k 'nın temel bileşenini $i_{k1}(t) = \sqrt{2} I_{k1} \sin(\omega t - \phi_1)$ biçiminde ifade etmek için I_{k1} ve ϕ_1 sabitlerini bulunuz (ya da $I_{k1} \cos \phi_1$ ile $I_{k1} \sin \phi_1$ değerlerini bulmanız da yeterli). (20 puan)

e) Gerilim kaynağının devre üzerinde gördüğü güç faktörünü ve reaktif gücü bulunuz. (12 puan)

f) Yük üzerindeki ortalama güç (P) dengeye gelmişse, yani R_y ile L_y birlikte ortalama gücü, yalnız R_y üzerindeki ortalama güce eşitlenmişse R_y direnci kaç ohmdur? (6 puan)

Şekil 1



2) Formüller:

$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \ddot{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{\text{akt}}}$$

$$A_{\ddot{u}} = \omega L_k I_d \quad V_{ydc}^{\text{ideal}} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} \hat{V} \cos \alpha$$

Şekil 2'deki devrede tristörler idealdir. Kaynakların iç dirençleri de ihmal ediliyor.

Ancak kaynağın her fazı için seri olarak

$L_k = 13,3mH$ kaçak iç endüktansı

bulunmaktadır. 50Hz'de, $\hat{V} = 200V$ ve

$I_d = 10A$ 'lık tam süzölmüş akımla (

$L_y \approx \infty H$) ve $\alpha = 60^\circ$ ateşleme açısıyla

uzun bir süredir çalışılıyor.

a) Aktarım açısını (\ddot{u}) ve aktarım süresini bulunuz.

(8 + 5 puan)

Aktarımın etkisini de hesaba katarak L_y ile R_y birlikte yük

üzerindeki ortalama gerilimi bulunuz. (12 puan)

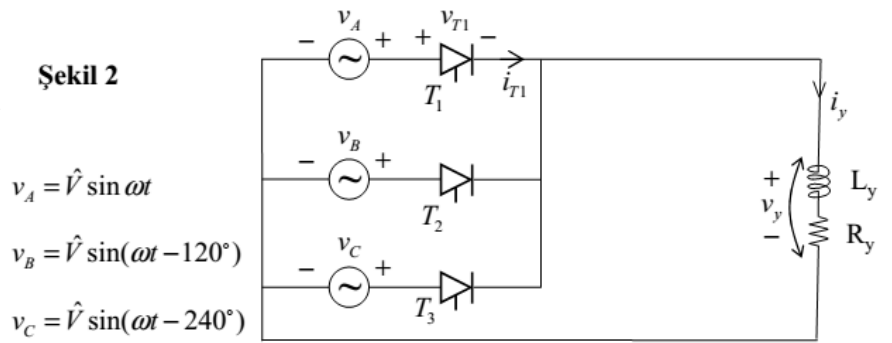
Aktarım çentiklerini de göstererek v_y dalga şeklini çiziniz. (8puan)

b) Aktarım etkisini ihmal ederek

i_{T1} akımının dalga şeklini çiziniz.

(7 puan)

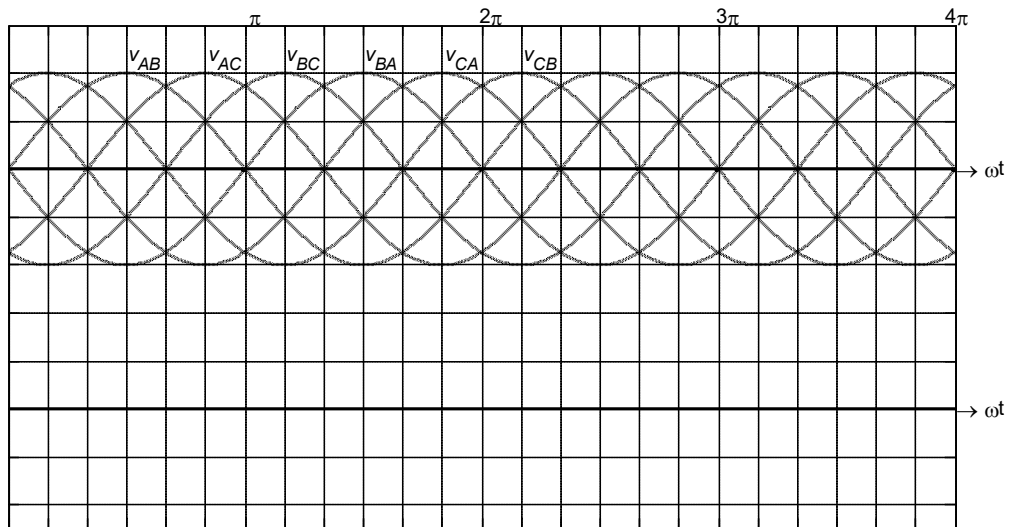
Şekil 2



$$v_A = \hat{V} \sin \omega t$$

$$v_B = \hat{V} \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$v_C = \hat{V} \sin(\omega t - 240^\circ)$$

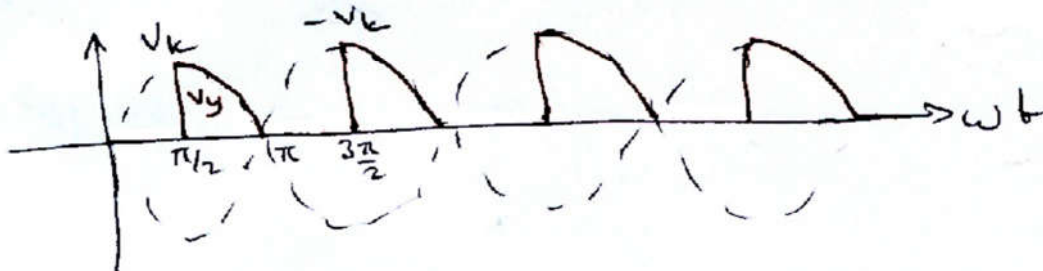


BAŞARILAR ...

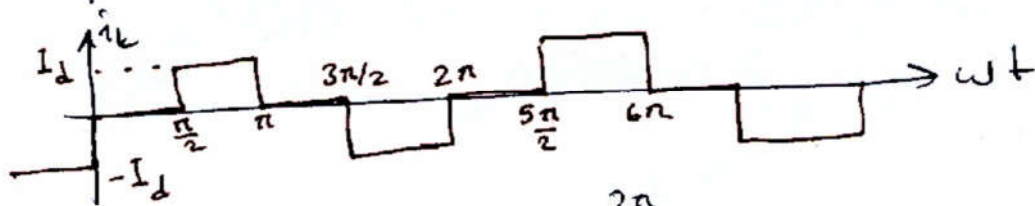
Yard. Doç. Dr. Ata SEVİNÇ

GÜÇ ELEKTRONİĞİ ARASINAV
CEVAP ANAHTARI 12.4.2014

1) a)



b)



$$c) I_{krms}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{\pi/2}^{\pi} I_d^2 d(\omega t) + \frac{1}{2\pi} \int_{3\pi/2}^{2\pi} I_d^2 d(\omega t)$$

$$I_{krms}^2 = \frac{1}{2\pi} I_d^2 (\pi - \frac{\pi}{2}) + \frac{1}{2\pi} I_d^2 (2\pi - \frac{3\pi}{2}) = \frac{I_d^2}{2} = I_{krms}^2$$

$$I_{krms} = \frac{I_d}{\sqrt{2}} = \frac{10A}{\sqrt{2}} = 7,07A$$

$$d) i_{k1}(t) = a_1 \cos \omega t + b_1 \sin \omega t$$

$$a_1 = \frac{2}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_k(t) \cos \omega t d(\omega t) = \frac{I_d}{\pi} \int_{\pi/2}^{\pi} \cos \omega t d(\omega t) + \frac{I_d}{\pi} \int_{3\pi/2}^{2\pi} -\cos \omega t d(\omega t)$$

$$a_1 = \frac{I_d}{\pi} \left\{ \left[\sin \omega t \right]_{\pi/2}^{\pi} - \left[\sin \omega t \right]_{3\pi/2}^{2\pi} \right\} = \frac{I_d}{\pi} \left\{ -1 - (+1) \right\} = \frac{-2I_d}{\pi} = a_1$$

$$a_1 = \frac{-20A}{\pi} = -6,37A$$

$$b_1 = \frac{2}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_k(t) \sin \omega t d(\omega t) = \frac{I_d}{\pi} \int_{\pi/2}^{\pi} \sin \omega t d(\omega t) + \frac{I_d}{\pi} \int_{3\pi/2}^{2\pi} -\sin \omega t d(\omega t)$$

$$b_1 = \frac{I_d}{\pi} \left\{ \left[-\cos \omega t \right]_{\pi/2}^{\pi} - \left[-\cos \omega t \right]_{3\pi/2}^{2\pi} \right\} = \frac{I_d}{\pi} \left\{ 1 - (-1) \right\} = \frac{2I_d}{\pi} = b_1$$

$$b_1 = \frac{20A}{\pi} = 6,37A$$

$$i_{k1}(t) = \sqrt{2} I_{k1} \sin(\omega t - \phi_1) = \underbrace{-\sqrt{2} I_{k1} \sin \phi_1}_{a_1} \cos \omega t + \underbrace{\sqrt{2} I_{k1} \cos \phi_1}_{b_1} \sin \omega t$$

$$I_{k1} \sin \phi_1 = \frac{-a_1}{\sqrt{2}} = 4,50A$$

$$I_{k1} \cos \phi_1 = \frac{b_1}{\sqrt{2}} = 4,50A$$

$$I_{ki} = \sqrt{\frac{a_1^2 + b_1^2}{2}} = \sqrt{\frac{(-6,37)^2 + 6,37^2}{2}} \text{ A} = 6,37 \text{ A} = I_{ki}$$

$$\sin \phi_1 = \frac{4,50}{6,37} = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \cos \phi_1 = \frac{4,50}{6,37} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\phi_1 = 45^\circ$$

$$e) \quad V_{rms} = \frac{200V}{\sqrt{2}} = 141,4 \text{ V} \quad S = V_{rms} I_{krms}$$

$$S = 141,4 \text{ V} \times 7,07 \text{ A} = 1000 \text{ VA} \rightarrow \text{görünür güç}$$

$$P = V_{rms} I_{ki} \cos \phi_1 = 141,4 \text{ V} \times 4,50 \text{ A} = 636 \text{ W} \rightarrow \text{aktif güç}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{1000^2 - 636^2} \text{ VA} = \boxed{771 \text{ VA} = Q}$$

reaktif güç

$$\text{Güç faktörü} = \frac{P}{S} = \frac{636}{1000} = \boxed{GF = 0,636}$$

f) (e) şıkında hesaplanan $P = 636 \text{ W}$, yalnız R_y üzerinden hesaplanan güce eşittir. Akım tam süzülme olduğundan

$$i_y = I_d = 10 \text{ A} \rightarrow P = R_y I_d^2 \rightarrow R_y = \frac{P}{I_d^2} = \frac{636 \text{ W}}{(10 \text{ A})^2}$$

$$\boxed{R_y = 6,36 \Omega}$$

$$2) \quad \hat{V}_{akt} = \sqrt{3} \hat{V} = \sqrt{3} \times 200 \text{ V} = 346 \text{ V}$$

$$\cos 60^\circ - \cos(60^\circ + \ddot{u}) = \frac{2 \times (2\pi \times 50) \times 13,3 \times 10^{-3} \times 10}{346} = 0,2412$$

$$\cos(60^\circ + \ddot{u}) = 0,5 - 0,2412 = 0,2588 \rightarrow 60^\circ + \ddot{u} = 75^\circ$$

$$\boxed{\ddot{u} = 15^\circ}$$

$$t_{akt} = \frac{\overset{\text{derece}}{\ddot{u}}}{\underset{\text{derece/s}}{\omega}} = \frac{15^\circ}{360^\circ \times 50 \text{ Hz}} = \boxed{0,833 \text{ ms} = t_{akt}}$$

$$V_{ydc}^{ideal} = \frac{3\sqrt{3} \times 200 \text{ V}}{2\pi} \cos 60^\circ = 82,7 \text{ V}$$

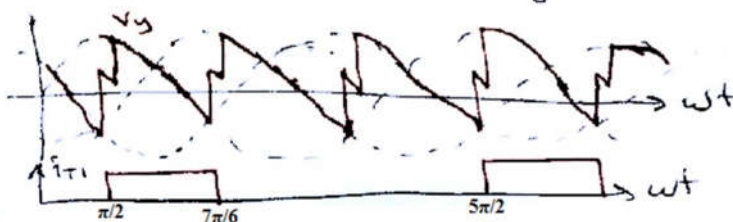
$$A_{\ddot{u}} = 2\pi \times 50 \times 13,3 \times 10^{-3} \times 10 \text{ V}$$

$$A_{\ddot{u}} = 13,3\pi \text{ V}$$

$$T_{V_y} = 2\pi/3$$

$$\Delta V_{ydc} = \frac{13,3\pi \text{ V}}{2\pi/3}$$

$$\Delta V_{ydc} = 19,95 \text{ V} \rightarrow V_{ydc}^{gerçek} = 82,7 \text{ V} - 19,95 \text{ V} = \boxed{62,7 \text{ V} = V_{ydc}^{gerçek}}$$



ÜÇ ELEKTRONİĞİ ARASINAV SORULARI
13 Nisan 2015 Süre: 80 dakika

1) Şekil 1'deki devrede tristörler ve kaynak ideal kabul ediliyor ve $\alpha = 90^\circ$ ateşleme açısıyla tetikleniyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 400V$ ile ve omik yükü ($L_y = 0$ H) çalışılıyor. $R_y = 10\Omega$ 'dur.

a) v_y dalga şeklini çiziniz. (8 puan)

b) i_k dalga şeklini çiziniz. (8 puan)

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

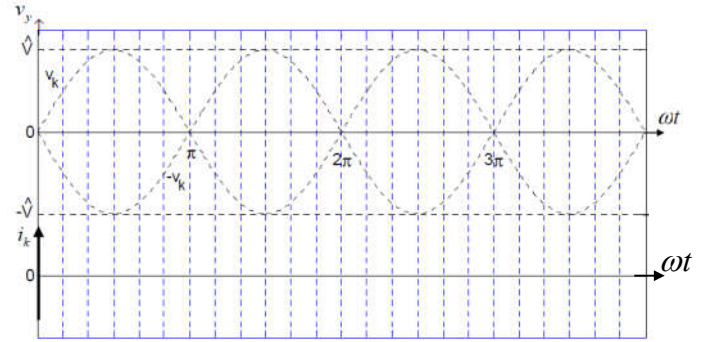
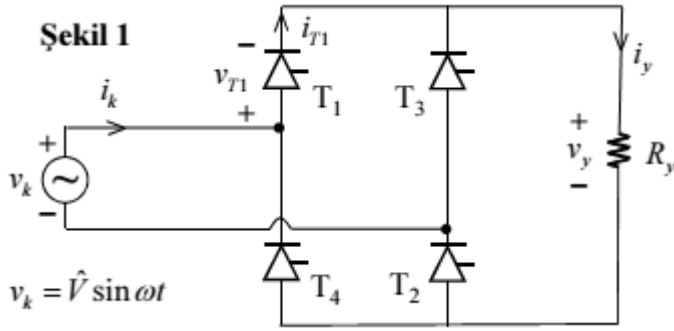
d) i_k 'nın temel bileşenini $i_{k1} = \sqrt{2} I_{k1} \sin(\omega t - \phi_1)$ biçiminde ifade etmek için gereken I_{k1} ve ϕ_1 sabitlerini bulunuz. (24 puan)

e) Gerilim kaynağının verdiği görünür, aktif ve reaktif güçleri bulunuz. (9 puan)

f) Güç faktörünü bulunuz. (3 puan)

g) Akımın toplam harmonik distorsiyonunu (THD_i) bulunuz. (5 puan)

$$I_{dis} = \sqrt{I_{k\text{rms}}^2 - I_{k1}^2} \quad THD_i = \frac{I_{dis}}{I_{k1}}$$



2) Şekil 2'deki devrede tristörler idealdir. Kaynakların iç dirençleri ihmal ediliyor, ancak her birinin $L_k = 10mH$ seri kaçak endüktansı hesaba katılıyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 300V$, $\alpha = 60^\circ$ ateşleme açısıyla ve $I_d = 13A$ 'lik tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) ve çalışılıyor.

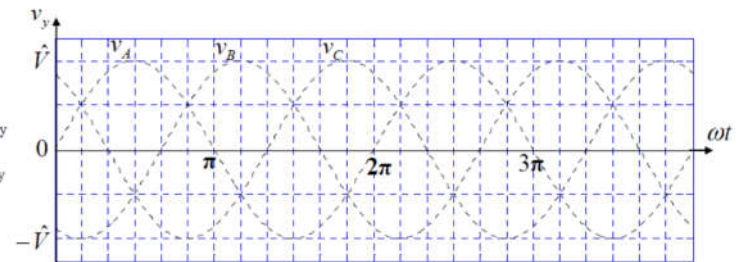
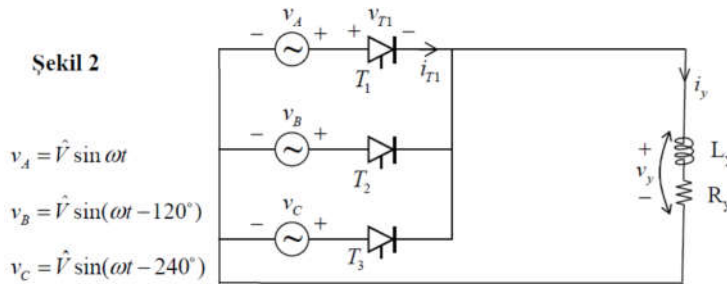
a) Aktarım açısını (\ddot{u}) ve aktarım süresini bulunuz. (8 + 5 puan)

b) Yük üzerindeki ortalama gerilimi bulunuz. (12 puan)

Bu devre ve bu çalışma için formüller:

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

c) Aktarımı **ihmal etmeden** v_y dalga şeklini çiziniz. (10 puan)



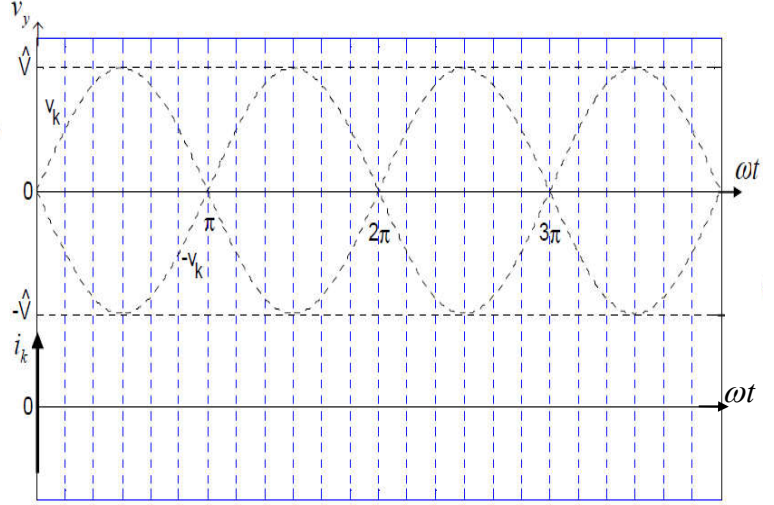
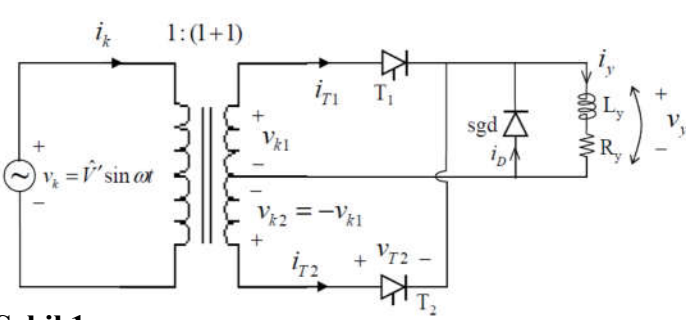
BAŞARILAR ...

Yard. Doç. Dr. Ata SEVİNÇ

GÜÇ ELEKTRONİĞİ ARASINAV SORULARI

04 Nisan 2016 Süre: 80 dakika

1) Şekil 1'deki devrede diyot, tristörler, trafo ve kaynak ideal, frekans 50Hz, $\hat{V}' = 300V$ olup, tristörler $\alpha = 90^\circ$ ateşleme açısıyla tetikleniyor. $R_y = 20\Omega$ 'luk omik yükte ($L_y = 0$) bir süredir çalışılıyor.



Şekil 1

- v_y dalga şeklini çiziniz. (8puan)
- i_k dalga şeklini çiziniz. (8 puan)
- i_k 'nın etkin değerini (I_k^{rms}) hesaplayınız. (8 puan)
- i_k 'nın temel bileşenini $i_{k1} = a_1 \cos \omega t + b_1 \sin \omega t$ biçiminde ifade etmek için a_1 ve b_1 katsayıları ile temel bileşen etkin değerini (I_{k1}^{rms}) bulunuz. (8 + 8 + 3 puan)
- Trafonun kaynaktan çektiği aktif, görünür ve reaktif güçler ile güç faktörünü bulunuz. (3 + 3 + 3 + 3 puan)

2) Şekil 2'deki devrede tristörler idealdir. Kaynakların iç dirençleri ihmal ediliyor, ancak her birinin $L_k = 7,3mH$ seri kaçak endüktansı hesaba katılıyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 300V$, $\alpha = 30^\circ$ ateşleme açısıyla ve $I_d = 18A$ 'lik tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) ve çalışılıyor.

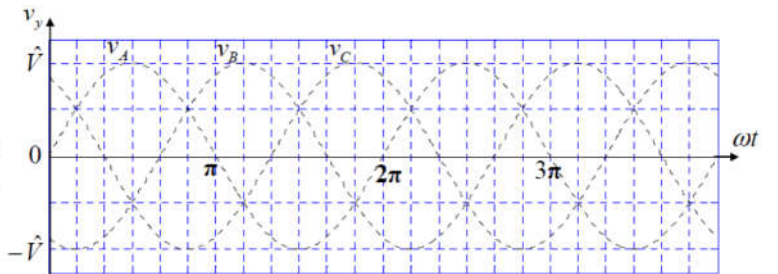
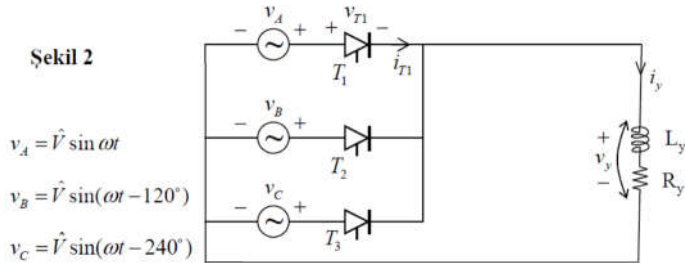
a) Aktarım açısını (\ddot{u}) ve aktarım süresini bulunuz. (8 + 5 puan)

b) Yük üzerindeki ortalama gerilimi bulunuz. (12 puan)

Bu devre ve bu çalışma için formüller:

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

c) Aktarımı **ihmal etmeden** v_y dalga şeklini çiziniz. (10 puan)



3) MOSFET ve IGBT gibi geçidi yalıtımlı elemanlar güç elektroniğinde anahtar olarak kullanılırken geçidinden nasıl akım çekerler? Geçitten iletim ya da kesim işareti gönderilince ne tür gecikme yaşanır? (5 + 5 puan)

BAŞARILAR ...

Yard. Doç. Dr. Ata SEVİNÇ

GÜÇ ELEKTRONİĞİ VİZE CEVAP ANAHTARI

04 Nisan 2016

$$1) c) I_{kr}^{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \frac{\hat{V}^2}{R_y^2} \sin^2(\omega t) d(\omega t) + \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha+\pi}^{\pi} \frac{\hat{V}^2}{R_y^2} \sin^2(\omega t) d(\omega t)}$$

$$I_{kr}^{rms} = 7,5 A$$

$$d) a_1 = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \frac{\hat{V}}{R_y} \sin \omega t \cos \omega t d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{\alpha+\pi}^{\pi} \frac{\hat{V}}{R_y} \sin \omega t \cos \omega t d(\omega t)$$

$$b_1 = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \frac{\hat{V}}{R_y} \sin^2 \omega t d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{\alpha+\pi}^{\pi} \frac{\hat{V}}{R_y} \sin^2 \omega t d(\omega t)$$

$$a_1 = -4,775 A \quad b_1 = 7,5 A$$

$$I_{k1}^{rms} = \sqrt{\frac{(-4,775)^2 + 7,5^2}{2}} A = 6,287 A$$

$$e) i_{k1} = a_1 \cos \omega t + b_1 \sin \omega t = \sqrt{2} I_{k1}^{rms} \sin(\omega t - \phi_1)$$

$$\text{dersek, } a_1 = -\sqrt{2} I_{k1}^{rms} \sin \phi_1, \quad b_1 = \sqrt{2} I_{k1}^{rms} \cos \phi_1$$

$$V_k^{rms} = \frac{300V}{\sqrt{2}} = 212,1V$$

$$S = 212,1V \times 7,5A = 1591 VA$$

$$P = 212,1V \times 4,375A$$

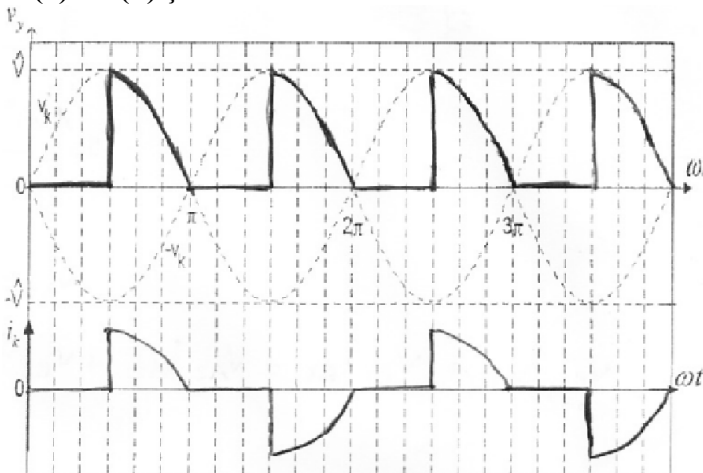
$$P = V_k^{rms} \cdot I_{k1}^{rms} \cos \phi_1 = 212,1V \times \frac{7,5A}{\sqrt{2}} = 1125W$$

$$Q = \sqrt{1591^2 - 1125^2} VA_r = 1125 VA_r$$

$$GF = P/S = 1125/1591 = 0,707$$

$$\phi_1 = \tan^{-1} \frac{-a_1}{b_1} = 32,5^\circ$$

(a) ve (b) şıkları



$$2) a) \cos 30^\circ - \cos(30^\circ + \ddot{u}) = \frac{2 \times (2\pi \times 50) \times 0,0073 \times 18}{\sqrt{3} \times 300}$$

$$\hat{V}_{akt} = \sqrt{3} \hat{V} \rightarrow \ddot{u} = 15^\circ \rightarrow t_{akt} = \frac{\ddot{u}}{\omega} = \frac{15^\circ}{360^\circ \times 50 \text{ Hz}} = 0,833 \text{ ms}$$

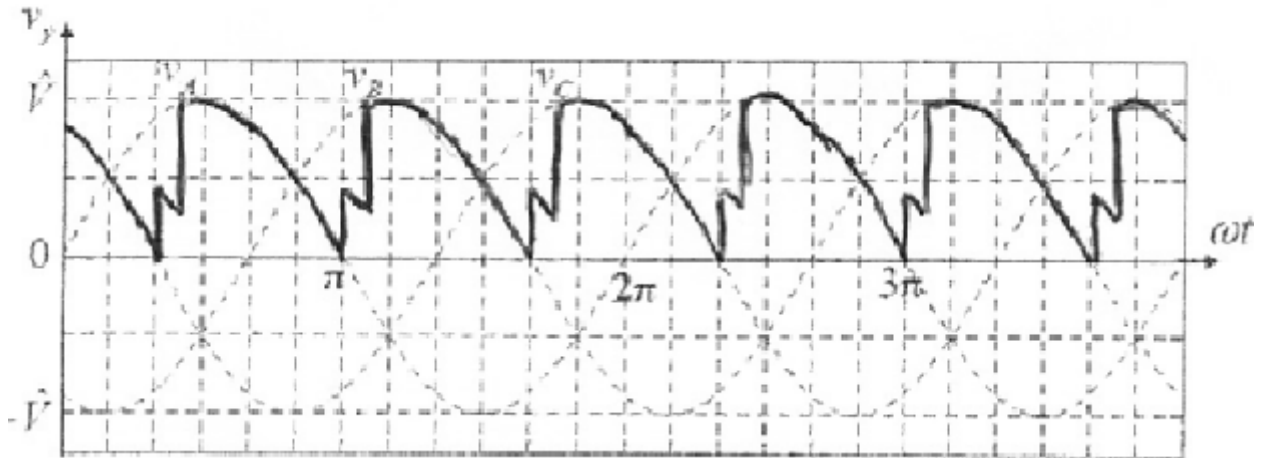
$$b) V_{ydc}^{ideal} = \frac{3\sqrt{3} \times 300 \text{ V}}{2\pi} \cos 30^\circ = 214,9 \text{ V}$$

$$A_{\ddot{u}} = (2\pi \times 50) \times 0,0073 \times 18 \text{ V} = 13,14\pi \text{ V} \quad (=41,3 \text{ V})$$

$$T_{Vy} = \frac{2\pi}{3} \rightarrow \Delta V_{ydc} = \frac{13,14\pi}{2\pi/3} \text{ V} = 19,71 \text{ V}$$

$$V_{ydc}^{gerçek} = 214,9 \text{ V} - 19,7 \text{ V} = 195,2 \text{ V}$$

(c)



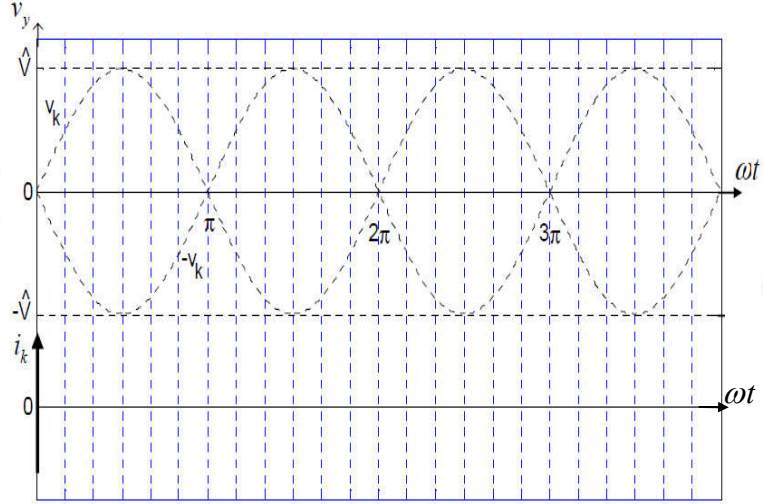
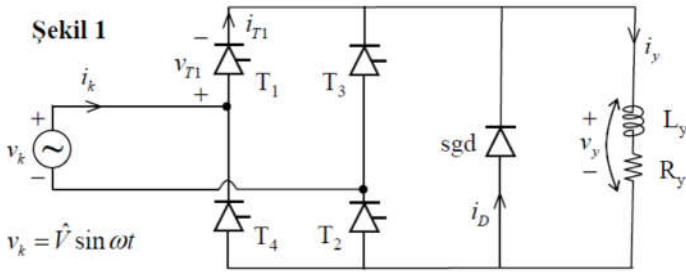
3) Kapasitif akım çekerler. İletim ya da kesim işaretleri, ~~kapasitör gibi devresinin~~ kapasitif dolma ya da boşalması türünden geçikmeye maruz kalır.

GÜÇ ELEKTRONİĞİ ARASINAV SORULARI

01 Nisan 2017 Süre: 70 dakika

1) Şekil 1'deki devrede diyot, tristörler, trafo ve kaynak ideal, frekans 50Hz, $\hat{V} = 400V$ olup, tristörler $\alpha = 60^\circ$ ateşleme açısıyla tetikleniyor. $I_d = 20 A$ 'lik tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) bir süredir çalışılıyor.

Şekil 1



a) v_y dalga şeklini çiziniz. (8puan)

b) i_k dalga şeklini çiziniz. (8 puan)

c) i_k 'nın etkin değerini (I_k^{rms}) hesaplayınız. (8 puan)

d) i_k 'nin temel bileşenini $i_{k1} = a_1 \cos \omega t + b_1 \sin \omega t$ biçiminde ifade etmek için a_1 ve b_1 katsayıları ile temel bileşen etkin değerini (I_{k1}^{rms}) bulunuz. (8 + 8 + 3 puan)

e) Trafonun kaynaktan çektiği aktif, görünür ve reaktif güçler ile güç faktörünü bulunuz. (3 + 3 + 3 + 3 puan)

2) Şekil 2'deki devrede tristörler idealdir. Kaynakların iç dirençleri ihmal ediliyor, ancak her birinin $L_k = 4mH$ seri kaçak endüktansı hesaba katılıyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 400V$, $\alpha = 60^\circ$ ateşleme açısıyla ve $I_d = 20A$ 'lik tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) ve çalışılıyor.

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

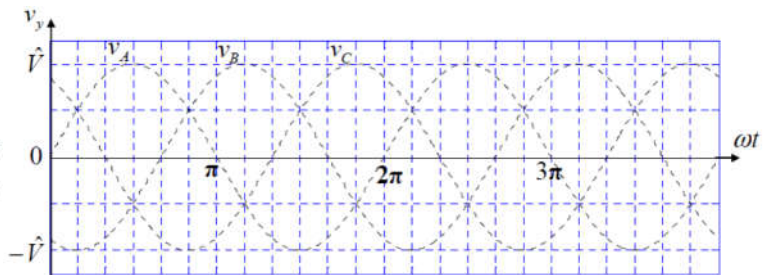
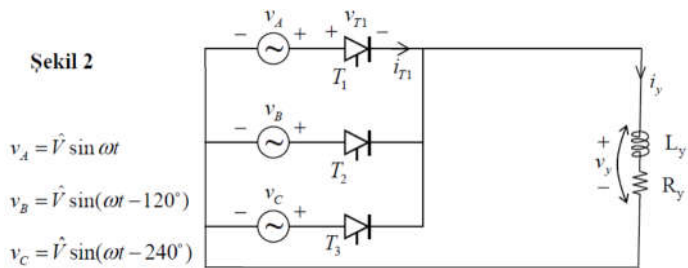
b) Yük üzerindeki ortalama gerilimi bulunuz. (12 puan)

Bu devre ve bu çalışma için formüller:

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

c) Aktarımı ihmal etmeden v_y dalga şeklini çiziniz. (10 puan)

Şekil 2



3) MOSFET ve IGBT gibi geçidi yalıtımlı elemanlar güç elektroniğinde anahtar olarak kullanılırken geçidinden nasıl akım çekerler? Geçitten iletim ya da kesim işareti gönderilince ne tür gecikme yaşanır? (5 + 5 puan)

BAŞARILAR ...

Yard. Doç. Dr. Ata SEVİNÇ

GÜÇ ELEKTRONİĞİ ARASINAV SORULARI

10 Nisan 2018 Süre: 60 dakika

1) Şekil 1'deki devrede tristörler ve kaynak ideal kabul ediliyor ve $\alpha = 90^\circ$ ateşleme açısıyla tetikleniyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 250V$ ile ve $I_d = 8A$ 'lik tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) çalışılıyor. $R_y = 10\Omega$ 'dur.

a) v_y dalga şeklini çiziniz. (8 puan)

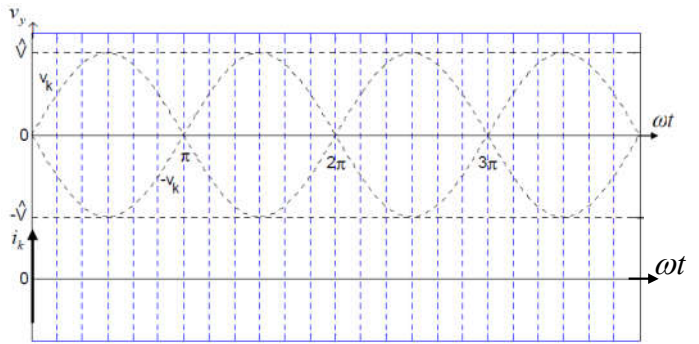
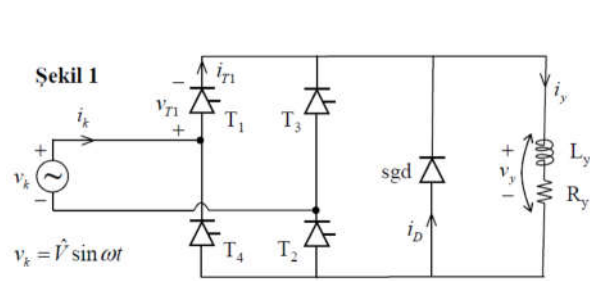
b) i_k dalga şeklini çiziniz. (8 puan)

c) i_k 'nın 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)

e) Yalnız R_y üzerindeki ortalama gücü (P_{Ry}) bulunuz. (5 puan)

f) (d) şıkkında bulunan aktif güç, (e) şıkkında bulunan ortalama güce (P_{Ry}) hangi durumda eşit olmalıdır? Olmadığı durumda eşitliği bozan gücün nereye gittiğini veya nereden karşılandığını açıklayınız. (5 puan)



2) Şekil 2'deki devrede tristörler idealdir. Kaynakların iç dirençleri ihmal ediliyor, ancak her birinin $L_k = 6mH$ seri kaçak endüktansı hesaba katılıyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 250V$, $\alpha = 90^\circ$ ateşleme açısıyla ve $I_d = 8A$ 'lik tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) ve çalışılıyor.

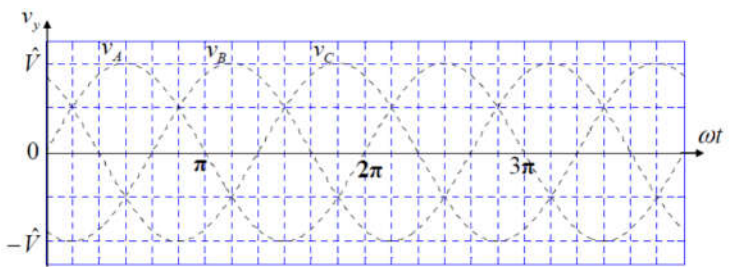
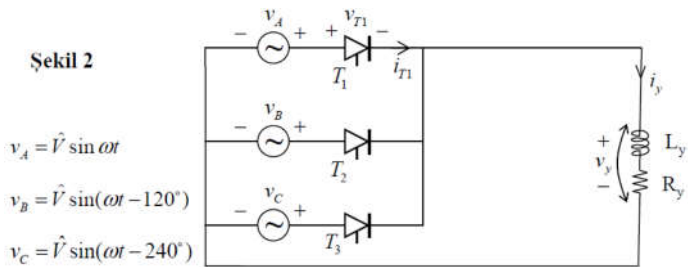
a) Aktarım açısını (\ddot{u}) ve aktarım süresini bulunuz. (8 + 5 puan)

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

Bu devre ve bu çalışma için formüller:

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

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



BAŞARILAR ...