

Öğrenci No	
Adı Soyadı	

S1ab	S1cd	S1e	S2	S3ab	S3c	Top

	PÇ1	PÇ2	PÇ3	PÇ4	PÇ5	PÇ6	PÇ7	
S1								
S2								
S3								

GÜÇ ELEKTRONİĞİ 1 ARASINAV SORULARI

16.11.2025 Süre: 80 dakika

1) Şekil 1'deki devrede tristörler ve kaynak ideal kabul ediliyor ve $\alpha = 60^\circ$ ateşleme açısıyla tetikleniyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 300$ V ile ve $I_d = 12$ A'lık tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) çalışılıyor.

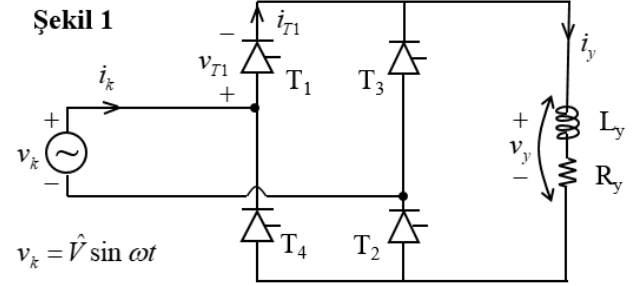
a) v_y dalga şeklini çiziniz. (8 puan)

b) i_k dalga şeklini çiziniz. (8 puan)

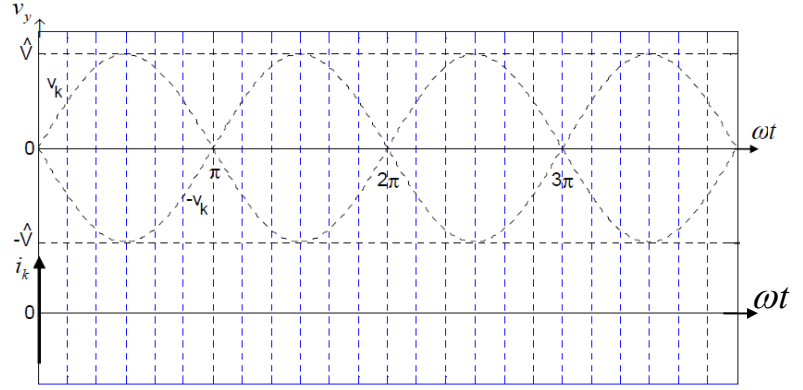
c) i_k 'nın etkin değerini (I_k^{rms}) hesaplayınız. (8 puan)

d) i_k 'nın temel bileşenini $i_{k1} = \sqrt{2} \cdot I_{k1} \sin(\omega t - \phi_1)$ biçiminde ifade etmek için I_{k1} ve ϕ_1 sabitlerini bulunuz. (22 puan)

e) Gerilim kaynağının devre üzerinde gördüğü aktif, görünür ve reaktif güçler ile güç faktörünü bulunuz. (10 puan)



Tek fazlı simetrik tam denetimli köprü doğrultucu (K2)



2) Şekil 1'deki devrede T_2 ve T_4 tristörlerinin yerine D_2 ve D_4 adlı diyotlar kullanıldığını varsayalım. Bu devrenin, serbest geçiş diyodu olan tam denetimli K2 devresi gibi, v_y geriliminin eksiye düşmesine izin vermemesini açıklayınız. (10 puan)

3) Şekil 2'deki devrede tristörler idealdir. Kaynakların iç dirençleri ihmal ediliyor, ancak her birinin $L_k = 6$ mH seri kaçak endüktansı hesaba katılıyor. 50Hz'de, $\hat{V} = 150$ V, $\alpha = 60^\circ$ ateşleme açısıyla ve $I_d = 12$ A'lık tam süzölmüş akımla çalışılıyor (dc makinenin armatür endüktansı yaklaşık sonsuz).

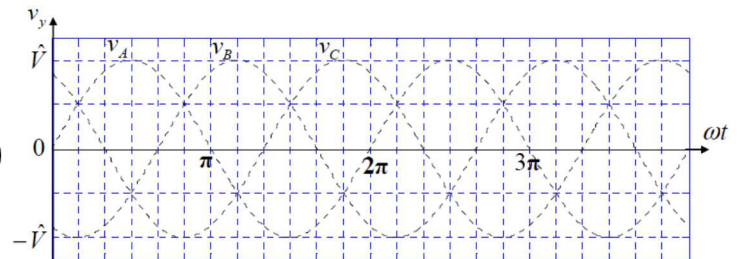
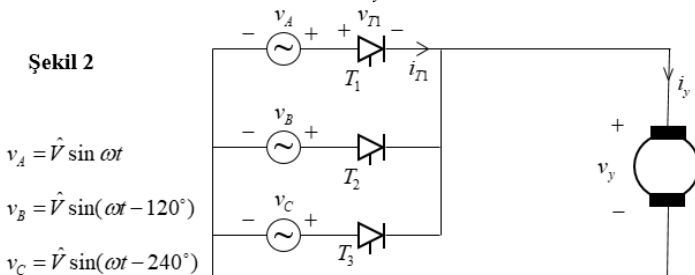
a) Aktarım açısını ($\ddot{u}$) ve aktarım süresini bulunuz. (8 + 4 puan)

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

Bu devre ve bu çalışma için formüller:

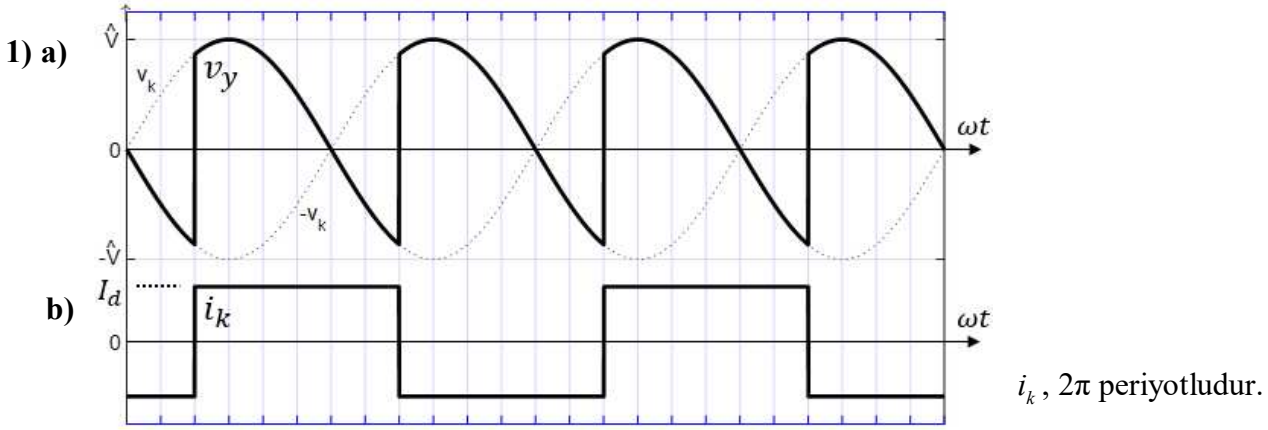
$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \ddot{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{\text{akt}}} \quad A_{\ddot{u}} = \omega L_k I_d \quad \Delta V_{y \text{ dc}} = \frac{A_{\ddot{u}}}{T_{yy}} \quad V_{y \text{ dc}}^{\text{ideal}} = \frac{3\sqrt{3} \hat{V}}{2\pi} \cos \alpha$$

c) Aktarımı **ihmal etmeden** v_y dalga şeklini çiziniz. (10 puan, aktarımı ihmal ederseniz 7 puan)



BAŞARILAR ...

GÜÇ ELEKTRONİĞİ 1 ARASINAV CEVAP ANAHTARI
16 Kasım 2025



$$c) I_{k_{rms}}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{2\pi} i_k^2 d(\omega t) = (12A)^2 \rightarrow I_{k_{rms}} = 12A$$

(i_k 'nın karesi sabit olduğundan $I_d = 12A$ doğrudan kare ortalamasının karekökü, yani etkin değerdir.)

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

$$a_1 = \frac{2}{2\pi} \int_{2\pi} i_k \cos(\omega t) d(\omega t) = \frac{1}{\pi} \int_{\omega t=\pi/3}^{4\pi/3} (12A) \cos(\omega t) d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{\omega t=4\pi/3}^{7\pi/3} (-12A) \cos(\omega t) d(\omega t)$$

$$= \frac{12A}{\pi} \left([\sin(\omega t)]_{\omega t=\pi/3}^{4\pi/3} + [-\sin(\omega t)]_{\omega t=4\pi/3}^{7\pi/3} \right) = \frac{12A}{\pi} \left(\frac{-\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} + \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \right) = -\frac{24\sqrt{3}}{\pi} A = -13,23A = a_1$$

$$b_1 = \frac{2}{2\pi} \int_{2\pi} i_k \sin(\omega t) d(\omega t) = \frac{1}{\pi} \int_{\omega t=\pi/3}^{4\pi/3} (12A) \sin(\omega t) d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{\omega t=4\pi/3}^{7\pi/3} (-12A) \sin(\omega t) d(\omega t)$$

$$= \frac{12A}{\pi} \left([-\cos(\omega t)]_{\omega t=\pi/3}^{4\pi/3} + [\cos(\omega t)]_{\omega t=4\pi/3}^{7\pi/3} \right) = \frac{12A}{\pi} \left(-\frac{-1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{-1}{2} \right) = \frac{24}{\pi} A = 7,64A = b_1$$

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

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

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

$$a_1^2 + b_1^2 = 2I_{k1}^2 (\sin^2 \phi_1 + \cos^2 \phi_1) = 2I_{k1}^2 \quad \text{ve} \quad I_{k1} = \sqrt{\frac{a_1^2 + b_1^2}{2}} = \sqrt{\frac{(-13,23)^2 + (7,64)^2}{2}} A = 10,804A = I_{k1}$$

$$-\frac{a_1}{b_1} = \tan \phi_1 = -\frac{-13,23}{7,64} = \sqrt{3}$$

$I_{k1} > 0$ olduğu için, $\cos \phi_1$ 'in işareti b_1 'in işaretiyle aynı olacak çözüm alınır. Yani $\phi_1 = 60^\circ$

$$e) V_{rms} = 300V / \sqrt{2} = 212,13V \quad S = V_{rms} I_{k_{rms}} = 212,13V \times 12A = 2546 VA$$

$$P = V_{rms} I_{k1} \cos \phi_1 = 212,13V \times 10,804A \times \cos 60^\circ = 1146 W = P \rightarrow \text{aktif (ortalama) güç}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{2546^2 - 1146^2} VAR = 2273 VAR = Q \rightarrow \text{Reaktif güç}$$

$$\frac{P}{S} = \frac{1146}{2546} = 0,450 \rightarrow \text{Güç faktörü}$$

2) T_1 ve D_2 iletimde olan bir zamanda ($v_y = v_k$ iken) v_k 'nin artıdan eksiye düştüğü anda D_4 'ün anodu, katoduna göre daha yüksek potansiyelli olur (D_2 iletimde olduğu için) ve D_4 iletime geçer. Bu durumda D_2 ve D_4 'ün anotlarının birleştiği alt nokta, kaynağın artı ve eksi uçları arasında bir potansiyelde olur. Yani D_2 ters kutuplanıp kesime zorlanırken D_4 iletimde kalmaya devam eder. T_1 ve D_4 birlikte iletimde olduğu için, sanki serbest geçiş diyodu varmış gibi yük gerilimi sıfırda tutulur, eksiye düşmesine izin verilmez, T_3 tetikleninceye kadar.

Diğer yarı periyotta da tersi v_k işaretiyle benzer olay diğer kollarındaki elemanlarla gerçekleşir.

(T_3 ve D_4 iletimde olan bir zamanda ($v_y = -v_k$ iken) v_k 'nin eksiden artıya çıktığı anda D_2 'nin anodu, katoduna göre daha yüksek potansiyelli olur (D_4 iletimde olduğu için) ve D_2 iletime geçer. Bu durumda D_4 ve D_2 'nin anotlarının birleştiği alt nokta, kaynağın artı ve eksi uçları arasında bir potansiyelde olur. Yani D_4 ters kutuplanıp kesime zorlanırken D_2 iletimde kalmaya devam eder. T_3 ve D_2 birlikte iletimde olduğu için, sanki serbest geçiş diyodu varmış gibi yük gerilimi sıfırda tutulur, eksiye düşmesine izin verilmez, T_1 tetikleninceye kadar.)

3) a) Bu devrede $\hat{V}_{akt}$, fazlar arası gerilimin tepe değeridir: $\hat{V}_{akt} = \sqrt{3} \times 150V = 260V$

$$\cos 60^\circ - \cos(60^\circ + \ddot{u}) = \frac{2(2\pi 50\text{Hz})(0,006\text{H})(10\text{A})}{260V} = 0,174 = 0,500 - \cos(60^\circ + \ddot{u}) \rightarrow (60^\circ + \ddot{u}) = 71,0^\circ$$

$$\ddot{u} = 11,0^\circ (= 0,192\text{rad}) \rightarrow t_{akt} = \frac{11,0^\circ}{\omega} \quad \text{Burada } \ddot{u} \text{ raydan cinsinden kullanılsaydı } \omega = 2\pi f = 314 \text{ rad/s}$$

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

$$t_{akt} = \frac{11,0^\circ}{360^\circ \times 50\text{Hz}} = 6,1 \times 10^{-4} \text{ s} = 0,61 \text{ ms} = t_{akt} \rightarrow \text{aktarım süresi}$$

$$\text{b) } A_{\ddot{u}} = \omega L_k I_d = (2\pi 50\text{Hz})(0,006\text{H})(12\text{A}) = 7,2\pi \text{ V} = 22,62 \text{ V}$$

$$v_y \text{ 'nin periyodu } T_{vy} = 2\pi/3$$

$$\Delta V_{y\text{dc}} = \frac{7,2\pi}{2\pi/3} = 10,8 \text{ V}$$

$$V_{y\text{dc}}^{\text{ideal}} = \frac{3\sqrt{3}\hat{V}}{2\pi} \cos 60^\circ = 62,0 \text{ V}$$

$$V_{y\text{dc}}^{\text{gerçek}} = 62,0 \text{ V} - 10,8 \text{ V}$$

$$V_{y\text{dc}}^{\text{gerçek}} = 51,2 \text{ V} \rightarrow \text{yük üzerindeki ortalama gerilim}$$

c)

